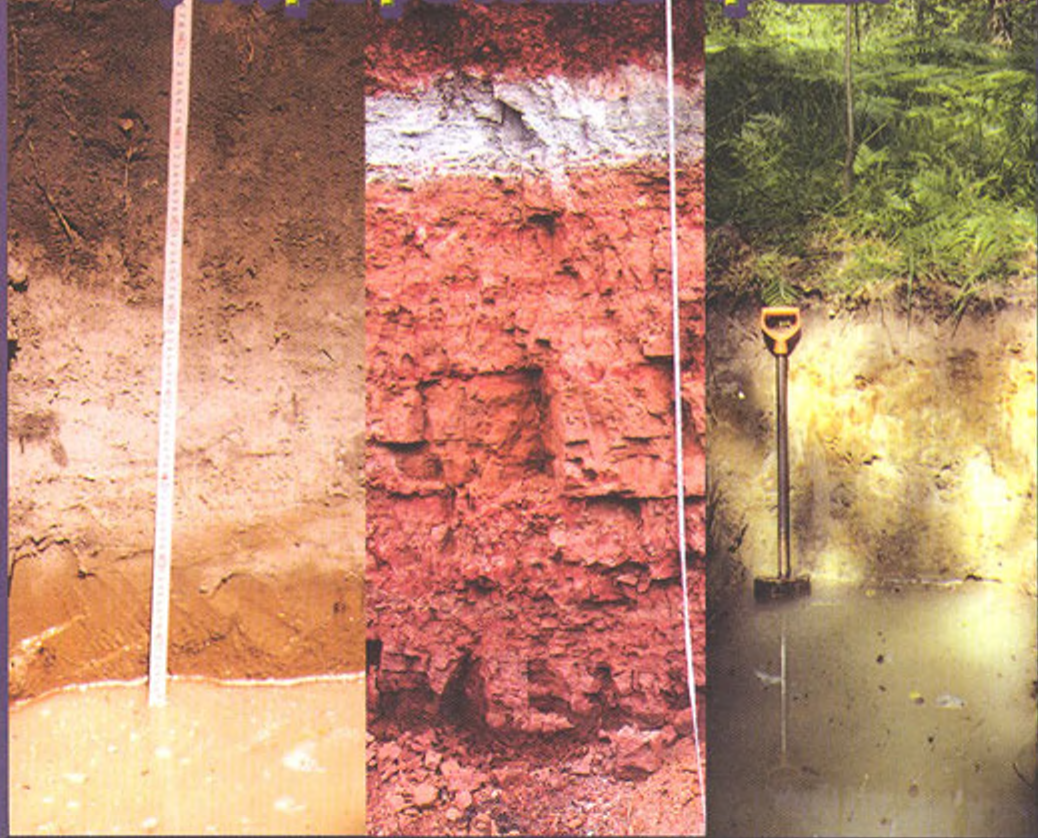


А.И. Климентьев

БУЗУЛУКСКИЙ БОР:

почвы, ландшафты и факторы
географической среды



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК • УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР • ИНСТИТУТ СТЕПИ

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ПРАВИТЕЛЬСТВО ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

А.И. Климентьев

БУЗУЛУКСКИЙ БОР

Почвы, ландшафты
и факторы географической среды

Климентьев А. И. **БУЗУЛУКСКИЙ БОР: почвы, ландшафты и факторы географической среды.** Екатеринбург: УрО РАН, 2010.

В книге на обширном материале изучены факторы географической среды, систематизированы полученные при исследованиях новые и имеющиеся опубликованные данные, сделан более углубленный анализ состояния почв, ландшафтов и факторов среды уникального лесного массива – Бузулукского бора. Проведена ландшафтно-генетическая и экологическая оценка автоморфных песчаных почв бора, диагностируемых по системе взаимосвязанных серогумусового (дернового) горизонта АУ и залегающих ниже отбеленного, отмытого и слабооподзоленного АУс и альфегумусового (ВФ) горизонтов. Значительное внимание уделено анализу процессов взаимосвязей факторов географической среды: геоморфологических, климатических, гидрогеологических, антропогенных и других, определяющих разнообразие ландшафтов, почв и фитоценозов, их экологическую устойчивость и в то же время – высокую ранимость, уязвимость геосистем бора. Даны некоторые рекомендации по поддержанию экологической устойчивости функционирования геосистем бора в условиях изменения климата в XXI в.

Книга может вызвать интерес у специалистов различных отраслей науки (почвоведов, биологов, агрохимиков, географов, экологов и др.), осуществляющих мониторинг природной среды, а также у практиков, чьи интересы тесно связаны с охраной лесов, почв и других объектов природы и их рациональным использованием.

Рецензент

доктор географических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ
И.В. Иванов (Пушино-на-Оке)



Исследования и издание монографии осуществлены при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 04-04-96146 и 09-04-97503-р_д), председателя правительства, губернатора Оренбургской области А.А. Чернышева и первого вице-губернатора А.Г. Зелепухина.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Работа подготовлена в рамках научных исследований лаборатории агроэкологии и мониторинга почв Института степи Уральского отделения РАН по темам: «Природно-антропогенные закономерности формирования современного почвенного разнообразия и устойчивое развитие ландшафтов и почв степных регионов», «Разработка Красной книги почв Оренбургской области», «Теоретическое обоснование и разработка почвенных эталонов для включения их в Красную книгу почв Российской Федерации» (грант РФФИ № 04-04-96149), «Анализ современного состояния, изменения свойств и функционирования почв и почвенного покрова степей Заволжско-Уральского региона (информативные показатели изменения состояния почв)».

Актуальность проблемы обусловлена слабой изученностью почв и ландшафтов Южного Урала, усиливающейся деградацией почв, растительности и других естественных и измененных человеком компонентов геоэкосистем с их непредсказуемыми последствиями. В книге на обширном материале изучены факторы географической среды, систематизированы полученные при исследованиях новые и имеющиеся опубликованные данные, сделан более углубленный анализ состояния почв, ландшафтов и факторов среды уникального лесного массива – Бузулукского бора. Проведена ландшафтно-генетическая и экологическая оценка автоморфных песчаных почв бора, диагностируемых по системе взаимосвязанных серогумусового (дернового) горизонта АУ и залегающих ниже отбеленного, отмытого и слабооподзоленного АУе и альфегумусового ВF горизонтов. В системе «Классификации и диагностики почв России» (2004) эти почвы соответствуют типу дерново-подбуров в составе отдела АI–Fe-гумусовых почв. Рассматриваются и другие почвы. Проведена оценка действия пожаров на почвы и геосистемы.

Значительное внимание в книге уделено анализу процессов взаимосвязей факторов географической среды: геоморфологических, гидрогеологических, климатических, антропогенных и других, определяющих разнообразие ландшафтов, почв и фитоценозов, их экологическую устойчивость и в то же время высокую ранимость, уязвимость геосистем бора. Рассмотрены сценарии и экологические последствия антропогенных воздействий, связанных с недавней разработкой и добычей нефти, пути миграции нефтепродуктов, их влияние на почвы, грунтовые воды и экосистемы бора. Уделено внимание содержанию тяжелых металлов в почвах и водах бора. Предпринята попытка анализа элементов погоды за длительный (100 лет) период, выявления их цикличности и влияния на природную среду бора. Математическим моделированием выявлены взаимосвязи и динамика грунтовых вод прибрежного, переходного и террасового типов, их взаимосвязи с осадками и другими значимыми факторами влияния на устойчивость геоэкосистем бора, разработаны базовые стохастические и математические модели основных типов боров. Даны некоторые рекомендации по поддержанию экологической устойчивости функционирования геосистем (агросистем) в условиях изменения климата в XXI в.

Книга может вызвать интерес у специалистов различных отраслей науки (почвоведов, биологов, агрохимиков, географов, экологов и др.), осуществляющих мониторинг природной среды, а также у практиков, чьи интересы тесно связаны с охраной лесов, почв и других объектов природы и их рациональным использованием.

Она будет полезна также работникам нефтегазодобывающих компаний, промышленных предприятий и сотрудникам правительственных и частных экологических организаций. Может быть востребована преподавателями и студентами университетов, техникумов и колледжей, изучающих или участвующих в проведении исследований по указанным проблемам, а также учителями общеобразовательных школ в качестве пособия по различным курсам (например, по почвоведению, лесоведению, гидрологии, экологии и др.), изучающим и охраняющим природу.

PREFACE

This work is developed within the frames of research themes "The Natural and anthropogenous regularities of the current soil diversity forming, and steppe regions landscapes and soils sustainable development", "The development of the Red Data Book of Soils for Orenburgskaya oblast", "The theoretical grounds and the determination of soil standards to be listed into the Red Data Book of Soils for Russian Federation" (grant RFBR № 04-04-96149), and commercial research theme "The development and publication of the monograph "Soils and land resources of Southern Urals" in the laboratory of Agroecology and land management of the Institute of steppe of the Urals branch of RAS.

This problem is topical because the insufficiency of knowledge about soils and landscapes of Southern Urals, and increasing degradation of soils, vegetation and other natural and transformed components of geosystems evoking unpredictable consequences. This book describes factors of geographical environment on the grounds of rich materials, systematizes new and published data, develops the analysis of state of soils, landscapes and natural factors of the unique forest Buzulukskiy Bor. The landscape genetic and ecological description is made for automorph sand soils of the forest, diagnosed with the system of correlated sulphur-humus (sod) layer AY and lower layers of ashy AYe and Al-Fe-humus (BF) layers.

The system "Classifications and diagnostics of soils of Russia" (2004) considers these soils belonging to the type of sod ashy soils within the section Al-Fe-humus soils. Other soils are also described in the book. Substantial attention is paid to the analysis of interrelation of various geographical environment factors: geomorphological, hydrogeological, climatic, anthropogenic, and others determining the landscape, soil and phytocenose diversities, their steadiness and at the same time their high vulnerability and the vulnerability of the forest geosystems at all. The book describes some possible anthropogenic impacts related to oil prospecting and extraction and prognoses their ecological consequences; ways of oil products migration and their influence on soils, ground waters and ecosystems of the forest are described. There is the appraisal of fire influence on soils and geosystems. An attention is paid to the heavy metals strength in soils and waters of the forest. There is the attempt to analyze the weather elements for a long (100 years) period, to discover their cycles and influence on the environment of the forest. The interrelations and dynamics of river bank, terrace and transitional ground waters, their correlations to precipitations and influence on the forest geosystems steadiness are elucidated with mathematical modeling. Some recommendations concerning ecological steadiness of geosystems maintenance under conditions of XXI century climate change are offered.

This book can be interesting for various scientific specialists (soil scientists, biologists, agrochemists, geographers, ecologists, et al.) monitoring the environment, and for practitioners interested in conservation and rational use of forests, soils and other natural objects.

This book can be useful to officers of oil and gas companies, industrial enterprises, governmental and nongovernmental conservational organizations. It can be asked by lecturers and students of universities, technical and other colleges studying or researching problems mentioned above; and also by school teachers as a textbook for courses concerning nature study or conservation such as soil science, forest science, hydrology, ecology, et al.

ВВЕДЕНИЕ

Леса украшают землю ...
Они учат человека понимать прекрасное и внушать ему величавое настроение.

А.П. Чехов

Как бесценна картина или изваяние великого мастера кисти или резца, так бесценна эстетическая сила Бузулукского бора, созданная тоже художником – ваятелем, имя которому – Природа. Она положила этот вечнозеленый монолит среди безбрежных степных просторов на радость людям ...

Я.Н. Даркиевич

Население мира за последние четыре десятилетия XX в. удвоилось и составило свыше 6 млрд человек. Беспрецедентный в истории человечества взрывной его рост привел природные экосистемы в состояние деградации и глубочайшее противоречие с биосферой. Повышение концентрации углекислоты в атмосфере на 60% за минувшие полвека сопровождается резким ростом засух и наводнений, сокращением запасов фитомассы растительного покрова (Моисеев и др., 1985; Моисеев, 1999, 2001). Современный человек бездумно расточает природные запасы. Уже к середине 1970-х годов он уничтожил 41,5% наземной биомассы (400 млрд т $C_{орг}$) и 18% почвенного гумуса (312 млрд т $C_{орг}$) (Hamprice, 1980). В результате распашки четверти поверхности планеты, рубок и пожаров площадь мировых лесов ежегодно сокращается на 9,4 млн га, или на 0,24% (Forest area..., 2001). Еще несколько сотен лет назад площадь лесов в мире достигала 7200 млн га, в середине XX в. – 4100 млн га (Калесник, 1970). Уничтожено 2/3 лесов планеты. Более 25 стран фактически лишились своих лесов, а еще в 29 государствах от прежней лесистости осталось едва 10%. Вырубка лесов, имеющих особую ценность для биосферной регуляции, стала «великим замыслом» эпохи (Дорст, 1968). Неслучайно XX Мировой конгресс ИЮФРО (1995 г.) проходил под девизом «Приоритет лесов в изменяющемся мире». Рост необратимой рассогласованности биосферы при невосполнимой потере биоразнообразия и устойчивости системы обычно идет экспоненциально, и глобальная катастрофа может разразиться столь стремительно, что люди уже ничего не смогут изменить (Моисеев, 1999, 2001; Горшков, Кондратьев, 1990; Усольцев, 2002).

Биосфера Земли – единственная система жизнеобеспечения человечества в настоящем и обозримом будущем. Природные экосистемы многократно смягчают последствия экстремальных климатических явлений. Сильнейшие ливни и засуха 2005 г., постигшие европейские страны, нанесли огромный ущерб потому,

что там уничтожено большинство природных экосистем: сведены леса, осушены болота и спрямлены русла рек, луга распаханы, огромные площади заасфальтированы. Человек продолжает уничтожать природные экосистемы, в то время как заменить естественные механизмы биосферной регуляции нечем. Уничтожение природных экосистем, в том числе лесов, особенно в степях, вблизи городов, чрезмерная распашка территории водосборного бассейна приводят к катастрофам — ухудшению качества воды и жизни в городах и населенных пунктах.

Как известно, приходную часть углеродного цикла наземных экосистем формирует лесная растительность, доминирующая в зеленом покрове планеты. Сведение лесов трансформирует многие как глобальные, так и региональные (локальные) геохимические круговороты — планетарные функции лесов и лесных почв. Человечество ответственно перед будущими поколениями за ту экологическую среду, которую оно им оставляет. С позиций ближайшей и дальней футурологии изменения, вносимые в природу человеком, должны обязательно оцениваться не только с точки зрения сегодняшнего и ближайшего времени, но и на последующую отдаленную перспективу (Добровольский, Никитин, 2006). Достаточно вспомнить указы Петра Великого о запрещении рубки приречных лесов и бесконтрольной охоты в государственных заказниках России. Поэтому необходима забота об экосистемах. Леса рассматриваются как сложная геоэкологическая система, обеспечивающая жизненное равновесие в природе, как важнейший компонент биосферы и географической оболочки, сохраняющий их «кожу», «ткани» и «органы», имеющий глобальную экологическую значимость. Известно, что вода «стремится уйти» из обезлесенных эродированных, опустыненных мест, а количество видов, стоящих на пути к исчезновению, находится в прямой зависимости от обезлесения. Мир, в котором мало воды, нестабилен.

Вода и лес всегда идут рука об руку. Теряя леса, мы гарантированно теряем воду. Вода, как и почва, живая и разумная. «Каждая капля воды хранит в себе тайны мира и предписания богов» — гласит древняя истина.

Разнообразные последствия (обмеление рек, исчезновение родников, эрозия почв) сплошных рубок леса наблюдаются и на склонах Южного Урала. Так называемые концентрированные рубки, проводимые на больших площадях на протяжении более 60 лет, привели в этом регионе не только к нежелательной смене коренных хвойных насаждений производными — лиственными породами, но и к резкому ухудшению гидрологических свойств горных лесных почвогрунтов, служащих концентратором, накопителем, регулятором выпадающих осадков — как летних, так и, особенно, зимних. Происходит сокращение количества просочившейся влаги в результате усиления поверхностного стока и эрозии, а также времени на просачивание и транспорт влаги в почвогрунтах, усиление ее испарения и ускорения таяния снега на голых пространствах (вырубках). По данным известного на Южном Урале (Башкортостан) лесовода Р.С. Чурагулова (1999), «на горных склонах Южного Урала примерно на 15% площади сплошных рубок наблюдается сильный смыв почв. Такие участки практически полностью теряют водорегулирующую способность».

Роль Бузулукского бора — этого «чуда природы» не только юго-востока степей России, но и всей планеты, еще не осмыслена и не оценена по достоинству. В переломные для Родины трудные времена войн и революций, в непростых и часто трагичных противостояниях в обществе и научных кругах этот лесной ос-

тровок, оазис среди степи, своеобразный оберег, служил людям и оберегал души, здоровье и жизни наших предков и нас на этой израненной и грешной Земле.

После беспощадной вырубki, сначала кочевниками, а затем оседлым населением, сосновых боров вдоль всего русла р. Самары, начиная с ее истоков, по которым Бузулукский бор соединялся со ставропольскими (Самарская область) и другими приволжскими (а возможно, с приилецкими и иными) ленточными борами, он превратился в маленький островок (площадь 866 км², в т. ч. 566 км², или 65%, – в Оренбургской области) среди степного Высокого сыртового Заволжья, являясь самым крупным лесным массивом в степных условиях.

В настоящее время Бузулукский бор претерпевает новое «нашествие кочевников». В древние времена, как свидетельствуют исторические факты, бор для кочевников был непроходим. Например, часть сотоварищей Емельяна Пугачева, пытаясь после поражения уйти и спрятаться от преследующих их войск Екатерины Великой, сгинули в его непроходимых болотистых лесных дебрях. (Примечательно, кстати, что наш великий земляк – поэт Гавриил Романович Державин, будучи в то время Председателем Государственного Совета России и наделенный императрицей неограниченной властью и полномочиями по поимке «бунтовщика и вора Емельки Пугача», очень стремился лично связать и привести Пугачева к ногам Екатерины. Но, как известно, удалось это не ему).

К сожалению, сейчас Бузулукский бор стал доступен для пешеходов и транспорта «по меридианам и параллелям», и это стало его бедой, грозящей гибелью. По литературным данным, на территории бора живет 56 видов млекопитающих, 180 видов птиц, 8 видов рептилий, 6 видов амфибий, 24 вида рыб. В настоящий момент фауна в бору оказалась практически брошенной на произвол судьбы. Последствие – резкое сокращение численности и угроза исчезновения многих видов.

Ежегодно более 100 тыс. человек и тысячи машин (грибников, отдыхающих, охотников и т. д.) посещают бор и его окрестности. Проложенная по бору железная дорога, дислоцированная на территории войсковая часть, пробуренные (более 160) нефтяные и другие скважины, готовые в любое время к случайным или преднамеренным выбросам нефти, соленых и грязных пластовых вод, создают предпосылки для катастроф. Техногенные катастрофы в мгновение ока могут исковеркать хрупкую среду бора с песчаной зоной аэрации (почвенной матрицей), состоящей в сущности из чистых кварцевых песков, прикрытых сверху подстилкой из опада. Любые поллютанты способны катастрофически быстро проникнуть через пески, соединиться с водоносными горизонтами, находящимися на глубине 0,5–1–3–5–10 м и более, в зависимости от их положения по рельефу и функционирующими по принципу сообщающихся сосудов, и Бузулукский бор начнет сохнуть. Уже сейчас в бору снизился уровень грунтовых вод, с одной стороны, из-за вековых колебаний климата, углубления русел рек и снижения базиса эрозии, с другой – из-за наших неумелых и алчных действий в погоне за сиюминутной выгодой и нашей безответственности перед судьбой потомков. По реке Боровке раньше сплавляли лес, для этого надо было спрямить и углубить русло, уничтожить водяные мельницы и жилища водных животных (бобр, куница и др.), поддерживающих оптимальный уровень воды в реках и ручьях бора, держа оптимальный уровень пластовых вод на террасах и в поймах. Прежние обитатели леса (лоси, косули, бобры, барсуки и

т. д.) почти уничтожены, а ведь животные копытами и лапами вдавливали отмершие растительные остатки и семена, уплотняли в наиболее благоприятной степени поверхностный слой песчаной почвы, помогая всходам сосны.

Можно, конечно, понять действия людей, наносивших вред бору в тяжелые годы Великой Отечественной войны, когда миллионы наших отцов и дедов сражались. Нужны были приклады к автоматам и винтовкам. Кстати, именно бузулукская сосна, по свидетельству ученого-лесоведа проф. Г.Ф. Морозова, обладает рядом уникальных природных свойств, в том числе и крепостью древесины. В Великую Отечественную войну бор защищал Отчизну, он тоже был Солдатом.

С чисто утилитарной точки зрения его природные ресурсы составляют небольшую долю лесного фонда Оренбургской и Самарской областей (всего 8,2 и 6,6% соответственно), лесохозяйственное производство в общем объеме валовой продукции этих субъектов РФ – всего 1/1000 долю процента, а в окружающих бор административных районах – где-то около 5%. Скромный объем валовой продукции «лесного потенциала» бора основан на товарной древесине и изделий из нее, а также некоторых видов побочных пользований. Но надо учитывать его благотворное и многообразное влияние на факторы среды, явления природы и компоненты биосферы, которое наиболее значимо выражается в его климатообразующей, почво-гидросферосохраняющей, биотопреобразующей функциях. Обществом осмыслены в общем-то две главные суперфункции бора: средообразующая и социальная. Можно по-разному классифицировать значимость уникального бора, выделяя, например, санитарно-гигиеническую (воздухо-водоочистительная, бактерицидная, демпферная* и др.), народно-хозяйственную (сырьевая, сельскохозяйственная, водохозяйственная, транспортная, рыбо- и охотохозяйственная и т. д.), духовную (эстетическая, психологическая, рекреационная, и, наконец, научная) функции, но и в этом случае значимость бора не будет адекватно оценена – так она глобальна и безгранично разнообразна. Если отбросить утилитарно-потребительский подход к бесценному лесному массиву, то его особая роль для планеты высветливается как **генетико-сохранительная, генофондная** (выделено нами. – А.К.). Недаром Бузулукский бор числится как генетический резерват ценных для селекции видов флоры в силу **уникальности породного состава, генетических качеств и продуктивности, особенно сосны, обладающей высокой толерантностью – способностью переносить неблагоприятные факторы среды**. Однако сегодня к убеждению, что исчезновение видов – это невосполнимая утрата генетических ресурсов, добавилось осознание того, что этот процесс может иметь гораздо более серьезные последствия – **утрата видами их экосистемных функций, так как уникальность каждого вида заключается не только в его генофонде, но и в той роли, которую он выполняет в экосистеме**. Функционирование экосистем определяется разнообразием (составом, обилием) входящих в них видов. Биоразнообразие способствует устойчивости (упругости, надежности) экосистемных функций. Биоразнообразие и суммарная биомасса (на единицу площади) леса вторичной генерации в 2 раза меньше, чем в ненарушенном лесу. Главная опасность – снижение экосистемных функций.

*Демпфер [нем. Dämpfer] – глушитель] – устройство для уменьшения или предотвращения колебаний в механизмах путем поглощения энергии колеблющейся системы.

Сокращение видового состава лишает нынешнее и будущие поколения того генетического материала, который необходим для улучшения разновидностей культур, обеспечения их большей стойкости по отношению к абиотическим и биотическим факторам. Использование генетического материала, имеющегося в природе, уже в настоящее время принесло миллиарды долларов мировой экономике. Таким образом, генетический материал (семена, саженцы, виды животных и т.д.) – это стратегическое сырье, вывозить которое из страны стоит иногда миллионы долларов.

Поэтому все перечисленные выше функции Бузулукского бора являются лишь сопутствующими последней и главной – общероссийской и общемировой генетической его роли, которая пока не только не оценена, но и до конца не осмыслена и не востребована. Поэтому потеря Бузулукского бора грозит потерей генетической стабильности, жизненной основой которой и является генетическое разнообразие живой и неживой материи планеты. Человечество осознало это поздно – многие генетические объекты и популяции исчезли с лица Земли и потеряны для людей безвозвратно. Именно эти его функции знаменитые ученые-лесоводы России ставили во главу угла и на протяжении полутора веков пристально, иногда в условиях, угрожающих жизни бора, во время войн и невзгод, проводили многочисленные и многообразные уникальные исследования и опыты, которые, кстати, тоже не оценены и до сих пор не обобщены наукой и ждут своих пытливых умов. Именно в Бузулукском бору была заложена основа отечественной науки о типах лесных сообществ и оттачивалась методика научного комплексного познания леса. Отсюда лесная типология широко и уверенно утвердилась в изучении наших и зарубежных лесов.

Бор множество раз горел, как солдат в танке или окопе, но, неся крест пожаров, он вставал, возрождался из пепла и снова давал потомство. Молодые сосенки, благодаря оброненным старыми материнскими соснами шишкам, и сейчас, если есть влага и чистая почва, торопливо и аккуратно занимают песчаные дюны, роняя опад (хвою, шишки, ветки), скрепляя, облагораживая и превращая в плодородную почву древние сыпучие кварцевые пески. Не будь сосен, горячий ветер пустынь разнес бы эти пески в прах, причинив много горя и бед людям. Сложнейший ансамбль взаимодействующих факторов среды, которые определяют разнообразие условий функционирования и устойчивость всех экосистем Бузулукского бора, формируют его как природный феномен и уникальный научный и учебный полигон.

Изучение особенностей и разнообразия лесной обстановки в Бузулукском бору стало прикладной частью при решении главной задачи – создания, восстановления сосняков там, где их не стало по тем или иным причинам.

История Бузулукского бора свидетельствует о том, что в короткое время могут исчезнуть тысячи гектаров леса, будут безвозвратно потеряны самородные сосняки – настоящее и будущее самобытной бузулукской сосны, которой нет аналогов на планете. Неправимый урон будет нанесен опытным участкам, уникальным по возрасту и содержанию, воссозданным лесоводами за столетие. Бузулукский бор – самый крайний юго-восточный форпост сосны в Европе. Подобных крупных, монолитных, изолированных знойными степями высококачественных сосновых лесов нет во всем мире.

Даже в тяжелый 1944 г. наше Правительство, не считаясь с расходами, направляло в бор специальные лесные научные экспедиции, а в годы напряженного послевоенного восстановления, когда дорог был каждый кубометр древесины, приняло ряд важнейших постановлений, запрещающих и регламентирующих рубку леса в Бузулукском бору. Тяжело сознавать, что сейчас давление лесозаготовок приняло катастрофический характер, лесопосадкам противопоставлены лесозаготовки. Создание редины снижает средоохранную роль сосняков, а в степном окружении долговечен только монолитный лес, где деревьям в плотном строю легче обороняться от невзгод.

Поэтому человек прежде всего должен прийти к убеждению, что он не имеет морального права уничтожать или доводить до угасания какой бы то ни было объект растительного мира, так как он, во-первых, не способен создавать подобный природный феномен, а может лишь его сохранить, и, во-вторых, настанет время, когда бор сможет сыграть такую роль, которую нельзя сейчас предугадать. Бузулукский бор как природный эталон необходимо изучать в целом, комплексно, учитывая всю сложнейшую мозаику его геоэкосистем. Человек должен постигнуть суть взаимосвязанных факторов среды, определяющих жизнь бора, и только совет «мудрейших», составленных из специалистов самых различных профилей – от эколога, почвовед, биолога до экономиста и социолога – может решать вопросы, касающиеся судьбы бора, что позволит предотвратить в будущем многие ошибки.

Человек обязан «отступить», восстановить природу на значительной части, где она уничтожена, он должен стараться удержать свои позиции на планете, которая дана ему не для разрушения, а для разумного приложения сил, для счастливой жизни, условия для которой создаются гармонией и природным равновесием, включающим как существенную часть и самого человека. На каждом из нас лежит доля ответственности за бор – небольшого, но уникального уголка природы степи.

Бузулукский бор можно и нужно любить только потому, что он прекрасен и уникален, что без красоты, к которой человек наиболее восприимчив по своей культуре и складу, ему нет жизни. Мы с надеждой обращаемся к людям – сбереечь и сохранить Бузулукский бор, который в мирное время, как солдат России, стоит на своем вечном посту, оберегая нашу с Вами жизнь, бескорыстно служа людям.

Глава 1

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ЛЕСИСТОСТИ ОРЕНБУРГСКОГО КРАЯ

Лес есть благо, значение которого
мы будем постигать с исчезновением его
на Земле.

Л. Леонов

Сосновый бор – наш добрый друг,
уперся шапкой в поднебесье.
Поля пшеничные вокруг
И островками мелколесье.

А.А. Хиров

История Оренбургского края оставила нам мало данных о прошлой лесистости его территории. Вместе с тем ряд убедительных свидетельств указывает на наиболее важные условия, повлиявшие на количество леса в крае. В литературных источниках говорится о роли «человеческого фактора» при сведении лесов. Так, Ф.Т. Каппен (1885), ссылаясь на А.А. Рехенберга, пишет, что «нынешние оренбургские степи в глубокой древности изобиловали хорошими лесами, истребленными впоследствии «полудикими» азиатскими народами, кочевавшими здесь до начала 18 столетия» (с. 109). В Общем Сырте, примыкающем к Южному Уралу с запада, еще в конце XIX в. находили совершенно здоровые лиственницы возрастом более 400 лет с корой толщиной 27 см. У основания кроны, поднятой на высоту 32 м, деревья имели диаметр 180 см. Древесина такой лиственницы чрезвычайно тверда, в «комлевой части не берется ни пилой, ни топором; для срезки ее устраивают особые подмости, чтобы срезать ее выше человеческого роста» (Симон, 1910, с. 1137). Здесь же на девонских песчаниках «посреди насаждений имеются громаднейшие пни лиственниц и остатки сосновых пней. При Петре I эта часть леса была записана в корабельную, при Екатерине здесь проезжал академик Лепехин; он писал, что всюду видел лиственничный лес, который преобладал. Теперь лиственничных лесов незаметно»¹ (Там же, цит. по В.А. Усольцеву, 2002).

Еще 200 лет назад горные увалы на всем протяжении от Борской крепости к правому высокому берегу р. Самары также по большей части были покрыты высоким смолистым лесом, в настоящее время сведенным с лица земли, а частью – замещенным лиственным. Об этом свидетельствует, например, и объяснительная записка агронома Крылова «По вопросу о положении сельскохозяйственной промышленности в Оренбургском казачьем войске (ОКВ) и мерах

¹В торфяниках из окрестностей оз. Боровое обнаружена пыльца ольхи, дуба, вяза, кедра, лиственницы, ели и пихты.

поднятия ее»: «В 1912 г. земли ОКВ занимали около 7,5 млн десятин (почти 72 тыс. кв. верст), из которых под лесами было 8%, или 0,5 млн десятин». Автор отмечает «уменьшение доходности и от полевого хозяйства, несмотря на усиленную распашку земель и расширение посевной площади. Объяснение этому явлению находим в истреблении лесов и в неразумной эксплуатации земель» (Гос. архив Оренб. обл., 1912. Ф.37, оп.4, д.43, лл.1–4).

Архивные материалы, а также данные М.А. Цветкова (1957) показывают, что истребление лесов нанесло наиболее ощутимый вред юго-восточным и южным районам нашей страны, особенно европейской части. Здесь происходила не простая расчистка лесов под сельскохозяйственные угодья, а именно истребление лесов при помощи вырубки, пожаров, пастьбы скота, разделения мелких лесных участков между сонаследниками и т. п., резко ухудшившие климатические условия степи и лесостепи. Человек уничтожал леса «длительное время – не одно тысячелетие» (Милюков, 1953). Леса широко истребляли кочевники в тех местах, где они проходили их ордами; не берегло леса в этих местах и оседлое население. Рубками и выжиганием люди постепенно все более и более сводили леса, а скот уничтожал появляющуюся поросль. Усиленное строительство железных дорог в капиталистический период резко увеличило потребность в различных лесных материалах, в связи с чем увеличилась рубка лесов.

Леса в Оренбуржье и ранее представляли собою колки по байракам и пескам, разбросанные на обширной степной территории, и более компактные площади по долинам рек (Лозовой, 1957).

Истребление лесов в Оренбургском крае привлекало внимание правительства, в связи с чем было издано много указов, циркуляров и инструкций. В письме «О сохранении и размножении лесов в окрестностях Оренбурга» на имя оренбургского военного губернатора Эссена 10 ноября 1817 г. (№ 104) старший лесничий г. Оренбурга Мустафин писал: «В даче г. Оренбурга на выгонной земле по обмежеванию состоит лесов 571 десятина 677 сажень (около 622,5 га), которая до того истреблена, что, кроме кустарников, никаких толстомерных деревьев не имеется, хотя грунт земли способен к скорому произрастанию, ибо от корней в один год кустарники вырастают до 1 саж. (2,13 м) вышиною, но городские жители по необходимости или по небрежению не только вырубают кустарник, но вырывают оный с корнями для своего обихода и на продажу» (Оренб. обл. архив, 1817, фонд 5879). В этом же письме рекомендовались меры по сохранению и разведению лесов. В частности, предлагалось «строго запретить порубку лесов, жжение полей и пускание скота в леса ..., пойманных в самовольной порубке предавать суду».

В декабре 1833 г. оренбургский губернатор В.А. Перовский писал всем прилинейным комендантам крепостной линии: «При проезде по линии я с прискорбием заметил худое состояние лесов по Уралу: большая часть из них почти совершенно вырублена, или быстро клонятся к истреблению. Это происходит от беспечности прежних обитателей линии, от небрежности и беспорядочной рубки нынешних жителей и от незаботливости возобновлять сеянием истребленные леса. Вследствие всего этого уже тяготеют невзгоды над здешним краем с истреблением лесов, сих хранилищ влаги и снега: весенние разливы уменьшились; Урал мелеет и во многих местах представляет уже непрерывный ряд бродов; бурные ветры бродят и разносят дождь и снег по необозримому про-

странству голых степей, летом палящий зной сжигает хлеба, траву, томит людей и животных, легкую болезнь превращает в повальную, зимой буран и непомерный мороз, усиленный восточным ветром, побивает самые даже обыкновенные огородные и садовые растения; пушная зверь и дичь покидают край, в котором нет лесов — для них пищи и жилища. Одним словом: благообразие воздуха, плодородие и довольствие всякого рода исчезают с приметною поспешностью... Лесостребление в крае с каждым годом принимает все большие размеры» (Оренб. ведомости, 1883, № 25).

Архивные материалы по Оренбургскому краю на протяжении всего XIX столетия свидетельствуют о бесплодных попытках сохранить леса от уничтожения. С конца 70-х годов XIX столетия в «Лесном журнале», издаваемом Петербургским лесным обществом, имелся особый отдел «Русская летопись», где освещались вопросы об истреблении лесов в России «и огнем и хищническим пользованием». Факты истребления лесов приведены здесь и по Оренбургской, Уфимской и другим губерниям. «Хищническая рубка лесов в скором времени стала давать себя чувствовать крайне вредными для сельского хозяйства последствиями. Пески и образовавшиеся на них выдуи являются истинным бичом земледельца, засыпая поля и уничтожая посевы». «... Замечаемые в последнее время почти повсеместно в средней и южной России оскудение водных источников, обмеление и засорение рек во многих случаях являются прямым следствием истребления лесов» (Шилкин, 1904, с. 55). Оренбургский комитет отмечает, что «в случае хищнического истребления лесов большинство занятых ими площадей обращается в бесплодные бугры, а соседние местности неминуемо испытывают на себе тяжелые последствия лесостребления». По данным Лесного управления за 1875 г., в восточных губерниях (Самарская, Саратовская, Уфимская и Оренбургская) с одной десятины удобной земли в казенных лесах снималось в среднем 19,45–20,36 фут³ древесины² (Отчеты..., 1877). При этом широкое уничтожение лесов вело к непоправимому ухудшению климатических условий, вызывая в дальнейшем повторяющиеся неурожаи. Приведенные примеры свидетельствуют о том, что к концу XIX в. в степных губерниях лесов стало значительно меньше.

Генеральным межеванием, введенным манифестом от 19 сентября 1765 г., имелось в виду, в частности, дать картину реального размещения лесных массивов. Появилась карта подчищенных дубков в казанской, Нижегородской и Оренбургской губерниях. В 1865 г. Оренбургская губерния разделилась на Оренбургскую и Уфимскую. Во время генерального межевания Самарская губерния не существовала; она была образована в 1851 г. Вошедшие в ее состав уезды принадлежали ранее трем губерниям: Симбирской, Саратовской и Оренбургской. Для времени генерального межевания не представлялось возможным дать по Оренбургской и Уфимской губерниям отдельные площади угодий. С 1696 по 1914 г. (219 лет) лесистость все время уменьшалась (табл. 1).

Высокий процент неудобных земель в 1861–1868 гг., почти вдвое возросший с 1725 г., объясняется не фактическим возрастанием неудобных земель, а незначительным освоением земель вообще. Временно не использованные ни

²1 фут³ = 0,0283168 м³.

Таблица 1

**Распределение земельных угодий по Оренбургской
и Уфимской губерниям (вместе), тыс. га**

Год	Общая площадь, тыс. га	Пашня		Сенокосы и прочая удобная земля		Лес		Неудобья	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
1696	31320	720	2,3	4385	14,0	18228	58,2	7987	25,5
1725	31320	1096	3,5	4385	14,0	16913	54,0	89226	28,5
1741	31320	—	—	—	—	16067	51,3	—	—
1763	31320	1566	5,0	4385	14,0	15065	48,1	10304	32,9
1796	31320	2036	6,5	4385	14,0	13373	42,7	11526	36,8
1820	31320	2380	7,6	4385	14,0	12246	39,1	12309	39,3
1861	31320	1848	5,9	4322	13,8	11620	37,2	13530	43,2
1868	31320	2380	7,6	4385	14,0	12246	39,1	12309	39,3
1887	31320	10774	34,3	8519	27,2	8895	28,4	3132	10,0
1888	31320	—	—	—	—	8895	28,4	—	—
1914	31320	—	—	—	—	8762	28,9	—	—
2004 (Башкортостан)	14294,7	4816,1	33,7	661,5	4,6	5765,0	37,5	—	—
2004 (Оренбургская область)	12369,2	6299,7	50,9	650,5	5,2	596,0	4,3	—	—

под пашню, ни под сенокос земли, очевидно, и попали в число неудобных земель. Большие площади сенокосных угодий подчеркивают, что удобные для сельскохозяйственного пользования земли использовались тогда слабо. В целом лесной фонд этих двух губерний в рассматриваемое двухсотлетие сильно сократился, и к 1915 г. он составил 48,1% от первоначальной площади. Пашня возросла при этом в 15 раз. В Оренбургской области фрагменты естественных лесов сохранились в основном только в северной ее части (рис. 1).

Автор «Топографии Оренбургской губернии» П.И. Рычков, напечатавший статью «О сбережении и размножении лесов» (Рычков, 1767, с. 82–112), отмечает растущее из года в год потребление древесины, говоря, что у нынешнего поколения лесу «по меньшей мере в десятую исходит против предков» и доказывал уже тогда (1767 г.) заботиться о размножении лесов.

Основоположник русской агрономической науки, ученый-лесовод А.Т. Болотов сделал вывод о необходимости поправления лесов в тех случаях, когда это еще не поздно, о разведении лесов там, где их нет, где они истощены или уничтожены. Он предупреждал крестьян об оскудении лесов, призывал заботиться о лесоразведении, не допуская, «чтобы потомство их от недостатка леса приходило в затруднительное положение».

Движущиеся пески уцелели со времен своего геологического образования, а отчасти возникли в результате сведения лесов и распашки легких песчаных почв. Летучие пески в Оренбургской области приняли характер бедствия. Особенно крупные массивы сыпучих песков выделяются в Илекском, Соль-Илец-



Рис. 1. Фрагмент карты лесов северо-западной части Оренбургской области

ком, Акбулакском, Сорочинском, Тощком и других районах Предуралья, в Новоорском, Домбаровском и Адамовском районах Зауралья.

Географически бассейн р. Самары с ее притоками расположен в пределах Общего Сырта, где все имеющиеся в природе виды эрозионных процессов достигают максимальных показателей. Поэтому наиболее важными функциями Бузулукского бора следует признать водорегулирующую, водоохранную, противодефляционную, аккумулятивную, руслоукрепляющую, а в отдельных случаях и средообразующую. Водорегулирующая роль насаждений бора заключается в перераспределении стоковой нагрузки за счет перевода его во внутрипочвенный, водоохранная – в увеличении запасов подземных вод, противодефляционная – в защите ландшафтов и почв от пыльных бурь.

Небывалый в России неурожай 1891 г. обусловил снаряжение Лесным департаментом в 1892 г. экспедиции, которую возглавил В.В. Докучаев, «по испытанию и учету различных приемов лесного и водного хозяйства в степях России» (Докучаев, 1936). В Оренбургской губернии облесение песков происходило лишь на землях г. Илецкая защита (Соль-Илецк). Здесь Лесное ведомство засадило шелогой 84 га песков, часть которых сохранилась до сих пор.

Европейская Россия на протяжении двух с небольшим веков потеряла почти третью часть своих лесов, а ее лесистость с 52,7% в 1696 г. снизилась до 35,2% в 1914 г. В южных губерниях потери лесов были много выше (Цветков, 1957, с. 201). В настоящее время из общей площади Российской Федерации в 1178,9 млн га лесные земли составляют 882 млн га, в том числе 774,25 млн га — покрытые лесом. Запас древесины на этих землях составляет 81,9 млрд м³ и является одним из важнейших природных ресурсов страны. Только в России пока сохранились крупнейшие в мире природные массивы леса и степей. Здесь, на самом большом континенте планеты — Северной Евразии, сосредоточено основное видовое разнообразие экосистем.

В числе причин, обусловивших сокращение лесистости в прошлом, на первом месте стоит увеличение количества сельского населения при весьма слабо прогрессирующей агротехнике. С другой стороны, уменьшение лесистости обуславливалось эгоистическими интересами частных собственников лесов и лесопромышленников. Выдающийся профессор сельского хозяйства того времени И.А. Стебут обращал внимание на то, что преждевременное избыточное увеличение пашни, не оправдываемое экономическими причинами, сопровождавшееся широким уничтожением лесов, без учета их связи с климатом, недопустимо. Оголились пески — получили полный простор суховеи, неурожаи стали повторяться все чаще и чаще.

Безрасчетная замена лесов пашней ухудшала климатические условия, помогала развитию эрозии и росту движущихся песков.

На Южном Урале новокаменный век начался примерно 7–7,5 тыс. лет назад. К этому времени относятся первые опыты по одомашниванию дикого скота — овец, коз и коров. Скорее всего, скот был доставлен с других территорий. Скотоводство (наряду с земледелием) ученые относят к разряду революционных шагов в стратегии человеческого хозяйствования. Однако охотничье-рыболовческий уклад хозяйства, вероятно, господствовал здесь всю неолитическую эпоху (Черных, 1997). Контраст с культурами южной половины Евразийского континента, где земледельческо-скотоводческий уклад уже давно и безоговорочно доминировал в течение двух-трех тысячелетий, был выражен весьма ярко. Поселок Горный (Каргалы) представлял собой комплекс, состоящий из жилого помещения, плавильного двора, рудного двора, штольни и ямы для свалки отходов. Каменные печи, в которых плавил руду, потребляли огромное количество дров. Во время раскопок вокруг очага окружающих построек была обнаружена огромная масса золы и пепла, свидетельствующая о длительном использовании дровяных печей. Вокруг плавильного очага-платформы концентрическими кольцами лежали пласты золы и пепла, отброшенные во время чисток и ремонта очага (Черных, 1997).

В XVIII столетии на Южном Урале только для плавки и рафинирования 1 т меди надо было израсходовать 300–500 м³ качественного леса. Такое количество леса необходимо срубить с площади до 1,5–2,0 га, причем подразумевалось полное уничтожение леса. На Южном Урале пригодными для этой цели оказывались только сосна и береза, а «сорные» деревья, например осину или же иву, ольху и т. п., не употребляли. Срубленный лес следовало пережечь в древесный уголь. Выжиг угля также был ответственной операцией, требовавшей заметного профессионального навыка.

Поселок Каргалы был расположен в степи с лесными колками, которых могло хватить только на несколько сезонов. Рудой торговали, меняли на скот, так как преобладала мясная пища, о чем свидетельствуют горы костей (около 20 тыс. голов съеденного скота). С XVIII в. период добычи меди длился 150 лет, было перевалено 250 млн т породы (5 млн т руды), на что ушло 50–52 млн м³ древесины, или 2000 км² лесных площадей. Руда перевозилась на уральские заводы.

На Воскресенском и Верхотурском заводах рядом леса нет. Стремительное развитие российской горнозаводской промышленности на Урале привело к массовому истреблению лесов на обширных пространствах этой горной страны. Лес сплавляли молевым способом, который был широко распространен на Урале. Потери древесины достигали четверти от заготовленной для сплава.

В 1899 г. Д.И. Менделеев с группой ученых, занимаясь комплексной оценкой горного дела на Урале, писал, что «железное дело – есть только средство с выгодой и верно пользоваться множеством лесов». Именно так – металлургия лишь способ правильного лесохозяйствования.

Строгановы, включившиеся в металлургическое дело на Урале позже Демидовых, показали себя более дальновидными и гуманными хозяевами. Они, например, посылали своих крепостных в Германию учиться в лесохозяйственных академиях.

Молевой сплав леса вновь возрос в 30-е годы XX в. Например, молевой сплав «красного» леса из Башкирии по рекам Б. Ик–Сакмара в Оренбург всегда сопровождался завалами на мелях, заторами (заломами), которые затем взрывали аммоналом. При этом гибла рыба, реки мелели. Автору приходилось в детстве растаскивать заломы багром. Молевой сплав был запрещен только в 1970-е годы.

Интересные данные приводятся в сборнике «Вопросы аграрной истории Урала» (Свердловск, 1975, с. 141) по объемам ежегодных перевозок древесного угля в Нижнетагильских заводах: 1850–1851 гг. – 211 253 короба (1 короб = 25 пудов); 1854–1855 гг. – 323 918 коробов. Только за два года произошло увеличение заготовки угля на 153,3%. Металлургическая промышленность на Урале была основным потребителем и истребителем леса на протяжении трех столетий. Такова общая печальная картина о состоянии прежних лесов Оренбургской губернии и России в целом.

Глава 2

ГЕНЕЗИС, ИЗУЧЕННОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЛАНДШАФТОВ И ПОЧВ

Последовательно оглядываясь, мы смотрим на прошедшее всякий раз иначе; всякий раз разглядываем в нем новую сторону, всякий раз прибавляем к разумению его весь опыт пройденного пути... Полнее сознавая прошедшее, мы уясняем современное, глубже опускаясь в смысл былого, раскрываем смысл будущего; глядя назад – шагаем вперед....

А.И. Герцен

2.1. ПЛОЩАДИ ПЕСЧАНЫХ ЛАНДШАФТОВ И ПОЧВ

Экологическое состояние песчаных ландшафтов и сформированных на них почв находится в тесной связи с проблемами степи – ландшафтной зоны, отличающейся наибольшей их остротой, отрицательные последствия хозяйственного воздействия на степные экосистемы которой, раскрытые еще в конце прошлого века в трудах В.В. Докучаева (1936), А.А. Измаильского (1937) и их последователей, приобрели ныне во многом необратимый характер.

Высокая степень антропогенизации степных ландшафтов связана с тем, что сельскохозяйственные угодья занимают здесь от 80 до 97% территории. Коэффициент распаханности по провинциям степной зоны колеблется от 46% в Западной Сибири, 59% – на Южном Урале и до 83% – в Центрально-Черноземном районе. Распаханность плакорных ландшафтов степи еще выше – в среднем 75%, а на Южном Урале и ЦЧО – 85 и 91% соответственно.

Наряду с распашкой существенное воздействие на степные и лесные экосистемы оказывает выпас скота. Влияние выпаса на ландшафты представлено двумя основными формами: физической, сводящейся к вытаптыванию, уменьшению растительного покрова, и биологической, определяющей перенос питательного вещества с одной площади на другую и колоссальные потери азота из экосистем. Площади пастбищных угодий в последние десятилетия значительно сократились и представлены относительно малопродуктивными травяными биогеоценозами, связанными либо с холмистыми, каменистыми неудобьями (малосформированные почвы), либо с солонцово-солончаковыми комплексами и песчаными почвами.

Песчаные земли, куда входят и подвижные пески, занимают в РФ площадь 122 млн га (Кулик, 2003). Доминантами песчаных (псаммитовых) ландшафтов являются песчаные почвы, в гранулометрическом составе которых преобладают песчаные фракции (90% и более), вследствие чего они очень подвержены дефляции – уже при ветре 6 м/с и отсутствии ветровых защит начинается движение песков.

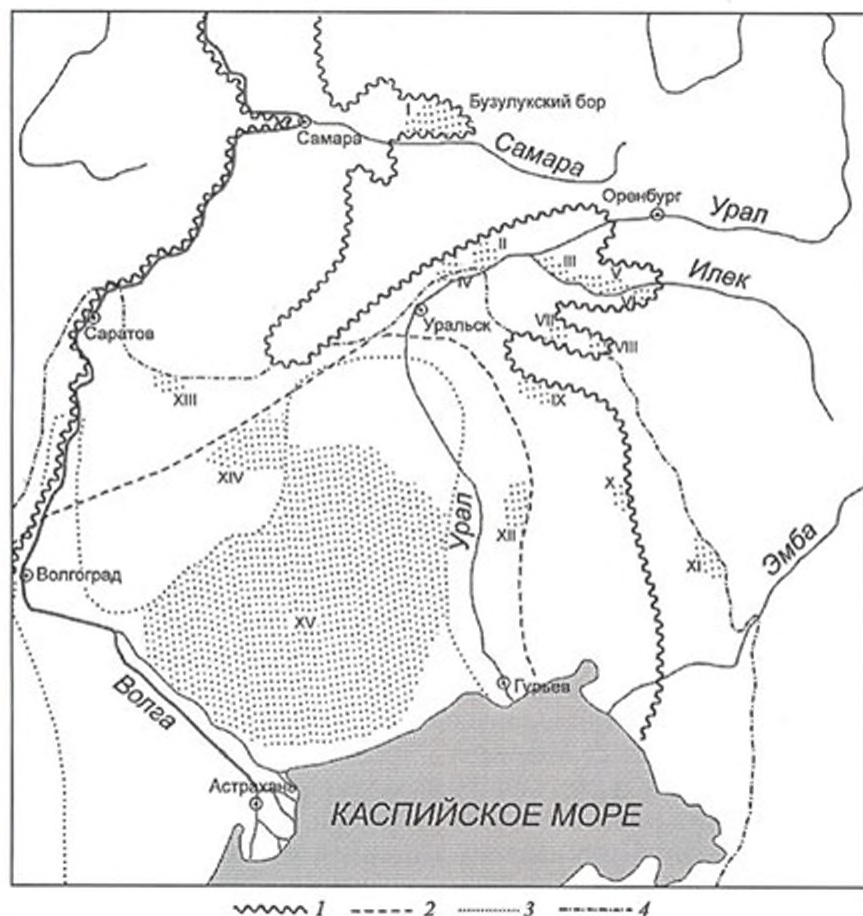


Рис. 2. Песчаные арены Волго-Уральского региона.

Границы трансгрессий Каспийского моря: 1 – Акчагыльская, 2 – Апшеронская, 3 – Хазарская, 4 – Хвалынская.
Песчаные арены: I – Бузулукский бор, II – Иртекские пески, III – Нижнеилекские пески, IV – Январцево-Рубежские пески, V – Буранные пески, VI – урочище Шубарагаш, VII – Караагашские пески, VIII – пески Акжумы, IX – пески Кутузкожумы-Караганджумы, X – пески Баркин, XI – пески Кызылкум-Сагиз, XII – пески Бийрюк-Тайсогоан, XIII – Приуралские пески, XIV – Урдинские пески, XV – Рым-пески

Под термином «песчаные земли» понимают географически обособленные территории, включающие открытые подвижные пески с барханными формами рельефа, слабо затронутые процессами почвообразования, примитивные песчаные почвы на бугристых формах рельефа, черноземовидные, каштановые и различные типы дерновых оподзоленных (под борами), черноземно-луговых и аллювиально-слоистых почв террас и пойм рек.

Все «песчаные земли» в пределах региона Южного Урала относятся к Волжско-Уральскому массиву песков, расположенному на границе степи и полупустыни (рис. 2). Располагаясь на пути движения кочевых народов из Азии в Европу, пески с древнейших времен подвергались разрушению. При переходе к скотоводству и оседлому образу жизни они стали весьма удобным местом для пастбы скота, охоты, добывания топлива для очага. Новейшими археологи-

ческими исследованиями на Южном Урале выявлены чрезвычайно богатые памятники пребывания здесь человека эпохи бронзы, скифско-сарматской культуры (IV–II вв. до н.э.), кочевников раннего и позднего средневековья и кочевников золотоордынского времени.

Большой удар пески выдерживали в годы засух, невзгод, а также в военные (особенно в 1941–1945) годы, когда местное население использовало имеющуюся древесную и кустарниковую растительность в качестве топлива. При этом были почти начисто истреблены заросли чилиги (шелюги), лесные колки и крупнотравье. В настоящее время песчаные массивы утратили значительную часть былой древесной растительности. Вместе с тем на песках в ряде районов появились рукотворные массивы леса, преимущественно из сосны.

Хозяйственное освоение и закрепление песков степной зоны началось в середине прошлого столетия. К этому периоду относятся первые опыты создания устойчивых лесных насаждений на песках. Однако одностороннее лесохозяйственное их освоение в прошлом не решало основных задач по рациональному использованию природных свойств песчаных земель. В XIX в. метод комплексного освоения песков начал применяться и в нашей стране. Так, Придонские, Приднепровские, Терско-Кумские и другие песчаные массивы используются под пастбища и сенокосы, кормовые, бахчевые, виноградные, плодовые и лесные культуры.

В Оренбургской области общая площадь песков и песчаных земель (по материалам почвенных карт административных районов) составляет более 125 тыс. га (без учета площади Бузулукского бора). Большая часть этих площадей – 101,6 тыс. га – используется под пастбища и сенокосы, 4475 га находится под пашней, 6707 га – под лесами и кустарниками. Сенокосы занимают незначительную площадь и отличаются низкой продуктивностью. Урожайность трав составляет 1,5–3,0 ц/га. Пастбищные угодья из-за интенсивной и бессистемной пастбы скота быстро превращаются в развеваемые пески и служат очагами эрозии и опустынивания. За последние 10 лет часть песков в связи с сокращением поголовья скота самозарастает естественным травостоем.

2.2. ГЕНЕЗИС ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОЧВ

Выдвинутая С.С. Неуструевым (1911) гипотеза об аллювиальном происхождении туркестанских бугристых песков взамен господствовавшей золотой концепции И.В. Мушкетова, Ф.П. Рихтгофена и И. Вальтера, а также В.А. Дубянского объясняет генезис песчаных почв с помощью более сложных моделей, подтверждая почти совершенно забытые высказывания о водно-морском (А.М. Коншин), древнеаллювиальном – о связи песков с реками (В.А. Обручев и др.) их происхождении. В статье «О почвообразовательных процессах в сыпучих песках» С.С. Неуструев (1911) отметил, что в песках наблюдается несколько случаев проявления следов почвообразовательных процессов: во-первых, они присутствуют как реликты древней почвы; во-вторых, почвообразовательные процессы проявляются при уменьшении подвижности песков и, в-третьих, они встречаются в котловинах движущихся песков, особенно при наличии грунтовой влажности или значительного их поверхностного увлажнения.

По мнению С.С. Неуструева, проявление признаков почвообразования в песках зависит от зональных условий, главным образом климатических.

Данные последующего геоморфологического изучения Урало-Каспийских песков (Ковда, Лебедев, 1933; Иванов, 1992; Иванов, Васильев, 1995; и др.) свидетельствуют о том, что для Каспийской низменности и прилегающих территорий в послехвалынский период устанавливается особая палеогеографическая стадия развития, сопряженная с постепенной регрессией вод наиболее мощно развитого хвалынского бассейна Каспия. Эта стадия, в течение которой получили широкое развитие древнеаллювиальные процессы, нашла яркое отображение в распространенных здесь древнедельтовых образованиях. Для раннехвалыньских отложений характерен преимущественно суглинистый, а для позднехвалыньских – песчаный гранулометрический состав.

Наряду с новейшей тектоникой возникновение ландшафтов и пород бора прежде всего обусловлено аккумулятивной деятельностью древних рек во время таяния ледников. Воды прарек, стекающие по древним ложбинам стока, несли большое количество песчаного материала – продуктов эрозии коренных пород Общего Сырта (песчаники, опоки, глины). Холодный климат перигляциальной области не способствовал биохимическому выветриванию песков, поэтому минерализация вод была невысокой. В эту первую фазу выветривания и отложения в составе стока преобладали ионы щелочей и кремнезема. Реки, возникшие в эпоху таяния ледника, не были глубоко врезаны, а их сток был велик. Это и определило большие размеры палеопойм – современных надпойменных, так называемых цикловых террас, связанных с важными, переломными моментами речного стока (Николаев, 2006). Уровень грунтовых вод в палеопоймах был высоким, однако характер гидроморфизма в почвах был неодинаковым на различных участках. Типоморфным элементом палеопойменных ландшафтов был кремнезем, осаждавшийся из холодных поверхностных и грунтовых вод как химическим, так и биологическим путем.

Таким образом, обширные песчаные площади обязаны своим происхождением «предустоевым песчаным скоплениям тех рек, которые когда-то стекали в Каспий во время его более высокого стояния» (Саваренский, 1950, с. 36). Эти древнедельтовые отложения песчанистого гранулометрического состава, как полагают В.А. Ковда и Н.Н. Лебедев (1933), в дальнейшем подвергались воздействию эоловых агентов и положили начало образованию массивов сыпучих песков.

Существенное влияние на развитие представлений о песчаных ландшафтах и развивающихся на них почвах оказали работы акад. Б.Б. Польшова по Донским пескам, работы Б.Л. Личкова, П.А. Земятченского, И.П. Герасимова, А.Г. Гаеля, К.М. Петрова, С.Н. Никитина, Т.Ф. Якубова, И.В. Иванова и многих других, изучавших пески европейской и, главным образом, азиатской частей СССР, подтверждающие и развивающие основные идеи С.С. Неуструева.

Указания на древнеаллювиальный генезис песков северо-западной окраины Волжско-Уральского песчаного массива имеются в работах С.С. Неуструева (1916), С.Н. Никитина (1891), П.А. Земятченского (1904).

Как пишет С.С. Неуструев (1916), цикл эрозии на Общем Сырте прогрессировал от абразии и нивелировки в краевых частях морскими и субаэральными водами, и большая часть страны приняла вид выработанной холмистой местности. В краткой схеме истории эволюции ландшафтов Общего Сырта в после-

третичное время С.С. Неуструев рассматривает три эпохи развития рельефа территории высокого Заволжья и Предуралья. Первая эпоха – время отложения пресноводных и сухопутных, речных, озерных и других осадков, нивелировавших страну. Вторая – размыв этих осадков в более сухое время, сопровождавшееся понижением базиса эрозии, образованием долин и развитием площадей песчаных осадков. Третья эпоха – постепенное приближение к современным условиям: смена сухого на относительно более влажный климат и зарастание песчаных гряд и дюн бором. С.С. Неуструев отмечает, что в эпоху последнего вюрмского оледенения древесной растительности на территории, ныне занятой Бузулукским бором, не было. Следовательно, облесение шлейфа склонов и террас происходило в одно время. Обходя молчанием возраст выделенных им эпох, он предполагает одновременное появление растительности, что определяет отсчет появления и начала формирования почвенного покрова на исследуемых и прилегающих песчаных ландшафтах.

Профессор П.А. Земятченский (1904) дюнные пески бора считает продуктом размыва и развевания красных песчаных толщ яруса пестрых мергелей и не связывает их генезис с арало-каспийским бассейном. Он полагает, что огромная долина, в которой расположился Бузулукский бор, произошла от размывания верхних, главным образом песчаных горизонтов пестроцветных пород (пермь, триас, юра. – *А.К.*). В наиболее глубоких частях указанной долины, именно по берегам рек Боровки и Самары, «размыв коснулся более глинистых пестрых опок. Этим во всяком случае можно с большею вероятностью объяснить себе огромные скопления песчаного материала в области Бузулукского бора, а также и в соседних местностях, составляющих естественное его продолжение». П.А. Земятченский первым обследовал разрезы по обнажениям рек Боровки, Колтубанки, Черталыку, Муштаю, около с. Паники, по оврагам окраинных возвышений Бузулукского бора, где обнаружил типичные пески, мергелистые глины, мергели и опоки, прослойки торфа, а на склонах периферийных возвышенностей – лессовидные опесчаненные карбонатные суглинки. Согласно П.А. Земятченскому, дюны Бузулукского бора – наследие более сухой эпохи, когда в низовьях долины в то время уже существовавшей р. Боровки размывавшиеся постплиоценовые (а может быть, и плиоценовые) суглинки и пески подвергались развеванию.

С.Н. Никитин (1891) большую часть отложений относит к продуктам неогеновых бассейнов. Он полагает, что «здесь по краям некогда бывшего обширного Каспийского бассейна слагались, да и теперь еще слагаются обширные переносные дюны». Впоследствии, как известно, взгляды С.Н. Никитина на распространение Каспийского бассейна изменились.

В этой связи представляет интерес концепция палеогидроморфизма черноземов великих аллювиальных равнин, которая была разработана В.А. Ковдой и Е.М. Самойловой (1966). Отдельные черты гидроморфизма черноземов имеют разное происхождение и возраст. Часть из них (дораннеголоценовые) связаны с надмерзлотной верховодкой в перигляциальную эпоху, а также с высоким стоянием уровня грунтовых вод на территории аллювиальных равнин. В среднем и позднем голоцене периодический гидроморфизм был вызван эпохами повышенного атмосферного увлажнения и проявлялся на слабодренированных глинистых равнинах вследствие подъема грунтовых вод (Иванов, 1992).

В палеогеографическом отношении территория южной степи, начиная со среднего плейстоцена, в ледниковые эпохи находилась в перигляциальных условиях с интенсивным развитием мерзлотных и склоновых процессов типа массовых движений грунта как на коренных, так и на рыхлых породах. В результате этого здесь сформировались выработанные формы рельефа, с покровным чехлом лессовидных суглинков различной мощности.

В последующую межледниковую эпоху (второй этап развития) произошли частичный или полный размыв рыхлого материала (на водоразделах вплоть до коренных пород) и его переотложение с образованием вторичных лессовидных суглинков, усиленные золовыми процессами в ксеротермический период межледниковья в условиях перигляциальной холодной тундро-степи.

Третий этап приходится на фазу деградации, характеризуется резкой дифференциацией экзогенных процессов, созданием более зрелого рельефа возвышенных междуречий с покровными лессовидными суглинками, а также более молодых песчаных отрицательных форм мезорельефа. В эпохи московского, а затем валдайского оледенений эти территории становились ареной активной деятельности многочисленных водно-ледниковых потоков и подпруженных озер, сформировавшихся в отрицательных формах коренного рельефа третьих надпойменных террас главных рек (Средняя..., 1967). Возраст этих песчаных водно-ледниковых и песчаных террас и древнеаллювиальных равнин не более 125 тыс. лет, что в 2–4 раза меньше возраста эрозионно-денудационных возвышенностей.

Многовариантность генетических моделей зональных почв объясняется тем фактом, что почвообразующие породы современных почв и собственно почвы формировались в разных межледниково-ледниковых макроциклах развития природного процесса. Малая мощность гумусовых горизонтов (30–50 см) и слабая выраженность профилей почв, в том числе на песчаных ландшафтах, предполагает, что время их формирования было относительно непродолжительным и неблагоприятным для активного почвообразования.

Исследования И.В. Иванова (1992), касающиеся генезиса степных почв (черноземов, каштановых), показали, что на протяжении голоцена почвы прошли следующие основные этапы развития: позднеплейстоценовый-раннеголоценовый перигляциальный, атлантический гидромезоморфный, суббореальный аридный ксероморфный, субатлантический мезоморфный, а также антропогенный. Реакция почв на одни и те же климатические изменения была различной. Песчаные ландшафты степной зоны прошли прерывисто-дефляционный путь эволюции, реагируя на изменение атмосферной увлажненности во времени. При аридизации на различных участках песчаных равнин происходили дефляция, погребение почв и заболоченных участков золовыми наносами, деградация почв на участках, не подвергшихся дефляции. Отмечена синхронность фаз дефляции регрессивным, а фаз почвообразования – трансгрессивным фазам Новокаспийского бассейна. Локальное распространение и дельтовый характер образования песчаных ландшафтов подтвержден и аэровизуальными наблюдениями в Волжско-Уральских песках, наличием в песчано-глинистых отложениях раковин смешанных солоноводно-пресноводных и пресноводных моллюсков и толщами глинисто-слоистого аллювия, прикрытых золовым чехлом песков (Якубов, 1955).

Голоцен – период глобальных изменений климатических условий и перестроек в ландшафтной оболочке суши. На его протяжении обстановка песчаных ландшафтов периодически контрастно или постепенно изменялась. Они подвергались пустынной дефляции, размывам протекавшими здесь «прареками», осложнялись наносами кратковременно существовавших дельт, береговыми валами, террасами трансгрессивных и регрессивных стадий Каспия. Основные черты контрастности ландшафтной структуры были заложены в результате неоднократных морских вторжений и регрессий, повлиявших на водность прарек.

Таким образом, исторические (палеогеографические) корни современных ландшафтов Южного Урала, в том числе крупных «дюн», гряд, холмов и понижений надпойменных террас рек Самары и Боровки, весьма глубинны. Так, гряды с относительной высотой от 5–10 м до 20 м, шириной 20 м и более, длиной до 1 км, бугры, котловины и озера – реликты былой деятельности рек и ветра. Поэтому «дюны» представляют собой пойменные гривы и всхолмления, связанные с перемещением русел по пойме. Горизонтальное наложение песков и суглинков и отсутствие эолового навешивания в первую очередь подтверждают их аллювиальный характер. Иногда встречаются песчаные шлейфы, полностью покрывающие склоны, переходящие через высокие водоразделы, что наблюдается в Бузулукском бору и широко распространено в Поволжье.

Наши наблюдения показали, что пески приборовых плакоров включают линзы и прослои делювиального и эолового происхождения. Шлейф песков здесь очень тонок, переотложен и смешан с делювием, внизу залегают или делювиальные, или коренные породы. Пески Бузулукского бора тесно связаны с террасами рек, составляя их продолжение вверх к плакорам. А.Н. Мазарович (1935, 1936) о генезисе покровных суглинков пишет, что это многократно перемещенные по склону и перекрытые коренные пески водоразделов. Возможно, что местами это сближенные и слившиеся конусы выноса перемещающихся овражных русел, местами их следует отнести за счет переноса непостоянными потоками при таянии несомненно существующих в рисскую эпоху обширных снежных полей.

В связи с тектоникой и изменением базиса эрозии на Общем Сырте происходило изменение в строении балочных систем. Так, в начале рисской эпохи балочные понижения стали заболачиваться, превращаясь в систему озер. Об этом свидетельствуют сине-серые глины с вивианитом и болотной фауной, развитые в балочной сети поверх коренных пород. Режим болот сменялся отложением слоистых суглинков и глинистых песков с ожелезненными остатками растений. Эти образования указывают на постепенно поднимавшийся уровень балочного стока. Эрозионная деятельность, которая была исключительно многообразной в четвертичный период, обусловила всю сложную моделировку поверхности, которая и сейчас еще не прекратилась и выказывает древние черты. Следовательно, направление эрозионной деятельности было заранее predetermined существованием древнейших артерий стока.

Атмосферное увлажнение в степях Евразии в III–VII вв. н.э. было близким к современному, в VII–XII вв. уменьшилось. До VI в. происходило закрепление песков, возрождались степные боры, обводнялись озерные котловины. Тренд изменения климата в голоцене повлиял на эволюцию почв и условия процессов

почвообразования, на напряженность и прерывистость педогенеза, глубину залегания грунтовых вод и т. д. В связи с этим почвы песчаных ландшафтов весьма неоднородны, формируются по дерновому типу почвообразования: на песках с глубоким уровнем грунтовых вод, увлажняемых только осадками, – по дерново-степному типу (черноземному), на облесенных территориях, увлажняемых, кроме осадков, грунтовыми водами, – по дерново-подзолистому, луговому, лугово-болотному типам. Оптимум развития песчаных ландшафтов и почв, как и образование самого Бузулукского бора, приурочены, как уже было отмечено, к субатлантическому периоду голоцена.

Таким образом, среди наиболее общих факторов, управляющих эволюцией и состоянием песчаных ландшафтов и почв, как и всех почв степных равнин Евразии, являются: длительность почвообразования (возраст почв), тренд изменения климата и соответствующие периодам и подпериодам его колебания в голоцене. Почвы песчаных ландшафтов – наиболее характерные, типоморфные компоненты ландшафтов водно-аккумулятивных равнин аридной зоны. Они не имеют тесного генетического сопряжения с эволюцией почвенного покрова сопредельных территорий (черноземов, каштановых почв). Их эволюция – результат переотложения минерального материала песчаных форм рельефа водно-аккумулятивного происхождения с последующей эоловой моделировкой. Для почв песчаных ландшафтов Бузулукского бора характерно присутствие реликтовых свидетелей – неконкреционных органожелезистых (псевдофибров) и карбонатных новообразований (луговой извести, псевдомицелия, корочек и др.), присущих палеогидроморфным и современным почвам.

ОПЫТНАЯ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПРОВОДИМАЯ В БУЗУЛУКСКОМ БОРУ

Вы глядите на меня с иронией, и все, что я говорю, вам кажется старым и несерьезным, а когда я прохожу мимо крестьянских лесов, которые я спас от порубки, или когда я слышу, как шумит мой молодой лес, посаженный вот этими руками, я сознаю, что климат немножко и в моей власти и что если через тысячу лет человек будет счастлив, то в этом немножко буду виноват и я.

А.П. Чехов

3.1. ХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ОПЫТНАЯ РАБОТА В БОРУ

Официально «Казенный Бузулукский бор» появился в конце XVII столетия. Генеральное размежевание было проведено в 1793 г., а первое лесоустройство — в 1843–1844 г. лесоустроителем Ф.К. Арнольдом (Гурский, 1915). С этого же времени началось организованное ведение лесного хозяйства и опытных работ в бору. В последующем постоянно проводился научный и практический поиск наиболее эффективных способов и методов лесовосстановления и рубок. Виднейшие лесоводы Г.Ф. Морозов, Г.Н. Высоцкий, В.Н. Сукачев, М.Е. Ткаченко, В.Г. Нестеров, А.П. Тольский, П.А. Земятченский (геолог-почвовед), В.И. Рутковский (гидрогеолог), М.Н. Римский-Корсаков, С.И. Ванин, И.В. Тюрин (почвовед) закладывали опыты в бору и проводили свои научные изыскания. За более чем вековую историю значительные исследования были проведены сотрудниками БОРЛОС: А.П. Тольский, Е.Д. Годнев, В.М. Невзоров, М.А. Краснов, А.А. Хиров и др. Хозяйственную деятельность в Бузулукском бору осуществляли грамотные лесоводы-практики Ф.И. Винклер, М.Г. Цапкин, Д.В. Широков, которые одновременно вели опытно-исследовательские работы. Еще в 1868 г. Бузулукское лесничество в России считалось образцовым хозяйством, и многие его разработки осваивались другими хозяйствами. С 1903 г. стала работать Боровая опытная станция. К началу XX в. в бору был накоплен большой опыт по методам лесовосстановления и рубок, производству культур.

В 1903–1916 гг. в Бузулукском бору было создано 1,5 тыс. га удачных культур, около половины которых сохранилось и до настоящего времени. Однако и в этих насаждениях, в более сухих местах можно найти следы прошлого усыхания культуры сосны с последующим восстановлением вершин и нормальным развитием стволов. Временная суховершинность сосен в естественных насаждениях, свидетельствующая об изменении уровня грунтовых вод, была отмечена еще 130 лет назад (1868 г.) одним из первых лесоустроителей Бузулукского

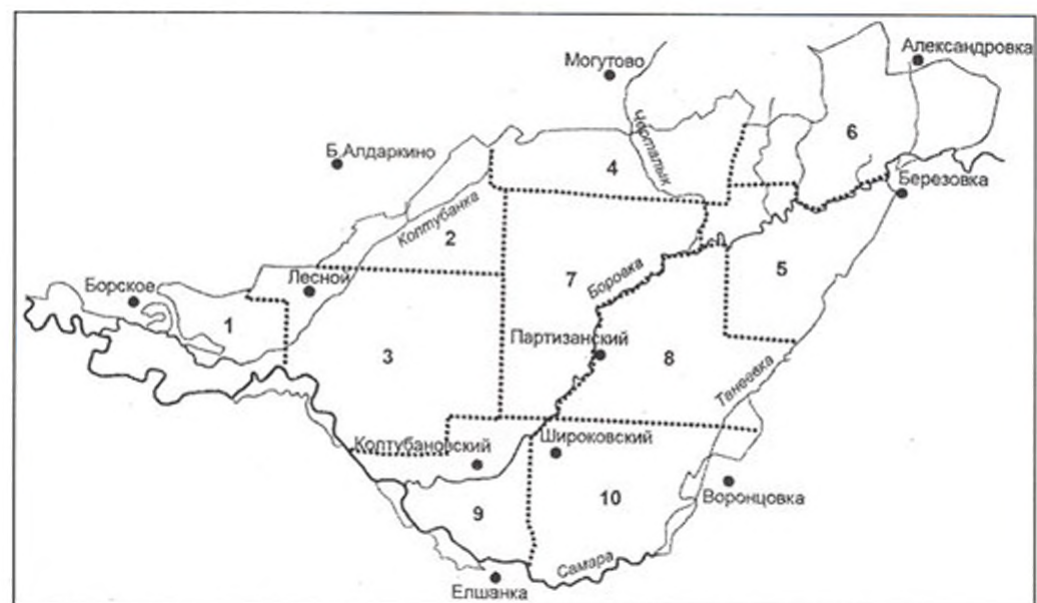


Рис. 3. Карта-схема расположения лесничеств в Бузулукском бору.

Лесничества: 1 – Борское, 2 – Красно-Зорькинское, 3 – Скобелевское, 4 – Комсомольское, 5 – Державинское, 6 – Челюскинское, 7 – Боровое опытное, 8 – Партизанское, 9 – Колтубановское, 10 – Широковское

бора Туцевичем, который в своем отчете писал о наличии в местных древостоях, особенно «на тощем песке», суковатых, уродливых и безвершинных деревьев. Через 100 лет Е.Д. Годнев отмечал усыхание до 59–64% в 60-летних посадках сосны «на вершине небольшой дюны и на южном пологом склоне». Уже в 1890 г. было ясно, что большинство экспериментов с естественным возобновлением сосны потерпело неудачу, поэтому было разработано новое направление в исследованиях – методы искусственного возобновления сосны и других культур. В 1927 г., после жестокой засухи 1921–1925 гг., исследователи отмечали, что бор «в последнее десятилетие пришел в катастрофическое состояние, благодаря частью стихийным пожарам, посещавшим его на значительной площади в течение нескольких лет, частью бессистемным рубкам и частью, наконец, массовому усыханию культур сосны и естественных сосновых молодняков» (Ткаченко, 1935).

В целях развертывания практических и научно-исследовательских работ в 1903 г. было создано Боровое опытное лесничество, реорганизованное в 1931 г. в Боровую лесную опытную станцию, входящую в систему ВНИИЛМа. В настоящее время станция носит имя первого ее научного руководителя А.П. Тольского. Современная площадь бора разделена на 10 лесничеств (рис. 3).

Многолетние исследования по широкому спектру ведения лесного хозяйства, изучению природы бора, способам лесовосстановления, изучению почвенного покрова и взаимосвязей типов леса с почвами и другими компонентами геосистем проведены двумя специально организованными научными экспедициями. Первая была организована в 1927 г. Ленинградским филиалом Центральной лесной опытной станции под руководством проф. М.Е. Ткаченко. Вто-

рая научная экспедиция (1944–1945 гг.) под руководством проф. В.Г. Нестерова была направлена ВНИИЛХом Минлесхоза СССР и состояла из пяти групп: лесоводственной, гидрологической, почвенной, физиологической и лесопатологической. Труды этих экспедиций стали крупным вкладом в комплексное, системное изучение естественно-исторических условий Бузулукского бора, создали научный фундамент, позволяющий осуществлять систему оздоровительных и лесовосстановительных мероприятий в бору. В исследованиях тех лет много внимания было уделено способам посадки сосны, формированию коллекции географических культур и культур-интродуцентов, а также методам выращивания посадочного материала и борьбы с вредными насекомыми и болезнями. Только подобные комплексные исследования могут дать объективные материалы для принятия адекватных управленческих решений по такому сложному объекту, каким является Бузулукский бор. Организованные 55 опытных участков не потеряли актуальности и в настоящее время. К сожалению, значительная часть работ не была закончена ввиду сокращения финансирования, не доведена до уровня нормативных документов и управленческих решений, не утверждалась на высших отраслевых уровнях и поэтому не могла быть внедрена в лесоводственную практику. Вместе с тем основным результатом научно-исследовательской, опытной и производственной деятельности в бору за последние 150 лет следует считать факт значительного сокращения непокрытых лесом площадей за счет искусственного лесоразведения и восстановления. Площадь вновь созданных лесных культур достигла более 26,0 тыс. га (рис. 4).

С каждой ревизией бора, вследствие постепенного объединения лесов, ранее находившихся в ведении других лиц или организаций, площадь бора увеличивалась. В результате ревизии в 1928 г. общая площадь возросла до 79,8 тыс. га, а при ревизии 1936 г. временно составляла 107,3 тыс. га.

В целях проведения исследований по оздоровлению и восстановлению Бузулукского бора Советское правительство постановило организовать в нем заповедник. Для этого специальная научная экспедиция Ленинградского филиала Центральной лесной опытной станции, занимающаяся изучением причин усыхания насаждений в Бузулукском бору, нашла необходимым выделить заповедные участки в кварталах с сохранившимися и типичными для бора насаждениями в центральной части бора – в нижней части долины р. Боровки (ее правого берега) и нижней части притока Черталык (Лаченков, 1940).

В 1928 г. дирекцией Бузулукского леспромхоза были выделены заповедные участки площадью 50 га. Однако, как показала практика работ по восстановлению лесонасаждений, выделенная площадь не соответствовала требованиям научной работы, кроме того, и режим заповедания не соблюдался. Учитывая необходимость выделения более значительной площади для развертывания научных работ и соблюдения режима заповедания, в августе 1938 г. Средневолжский крайисполком постановил организовать Бузулукский заповедник на площади в 369 га с окружающей километровой охранной зоной. Этим и было положено начало существованию Бузулукского заповедника.

В 1937 г. Постановлением СНК РСФСР Бузулукский заповедник признается государственным и включается в сеть Комитета по заповедникам при СНК РСФСР (Лаченков, 1940). К 1940 г. площадь государственного заповедника «Бузулукский бор» составила 1000 га. По конфигурации бор представляет собой



Рис. 4. Динамика площадей Бузулукского бора со времени первого лесоустройства

вытянутый с северо-востока на юго-запад треугольник, по середине которого от северо-восточной вершины к югу протекает р. Боровка, долина которой имеет вид лотка, впадающая в середине основания бора на юге в левый приток Волги — р. Самару. Со всех сторон бор окружен пашней.

Согласно последнему лесоустройству (2002 г.), собственно бор занимает площадь 79 834 га, а вместе с вдающимися узкими клиньями в примыкающие поля сельскохозяйственных землепользователей и расположенными вокруг колками площадь всего массива составляет 111 753 га. По меридиану линия равна 34 км, по широте — 53 км. Окружная граница бора равна 200 км. Бор расчленен на 1355 кварталов просеками протяженностью около 2000 км. Площадь квартала (1×0,5 версты) равна 50 га. Таким образом, из общей площади в 111 753 га лесопокрытая составляет 73 539 га, непокрытая лесом — 30 623 га, нелесная площадь (пашня, озера, реки, просеки и т. д.) — 7591 га.

Постановлением Совета Министров СССР от 7 мая 1948 г. № 1494 «О мерах по восстановлению лесов и улучшению лесного хозяйства в лесном массиве «Бузулукский бор»» (указанный массив был отнесен к первой группе с запрещением рубок главного пользования) было организовано Управление лесного хозяйства «Бузулукский бор» (пос. Колтубановский), а также 13 лесничеств. При этом заповедник был ликвидирован, созданы механизированная база для обеспечения тяжелых и трудоемких работ, противопожарная система и лесная охрана (пожарные вышки, телефонные линии, кордоны и дороги). Министерству лесного хозяйства СССР было вменено в обязанность производить на территории массива посадку леса до 2,0 тыс. га ежегодно, а в 1957 г. обеспечить облесение всех гарей, пустошей и необлесившихся вырубок.

За последние 50 лет доля лесопокрытых земель в бору увеличилась с 69% до 86%, а площади лесных культур — в 3,4 раза, особенно под основными культурами (кроме осины). Так, площадь под сосной с 1950 по 1998 г. возросла с 30,5 до 49,1 тыс. га (Самарская область — 16,7 тыс. га; Оренбургская — 32,4 тыс. га), под дубом — с 15,7 до 16,5 тыс. га, под березой — с 7,0 до 7,9 тыс. га, под осинкой — с 13,5 до 10,3 тыс. га, под липой — с 3,3 до 4,4 тыс. га, что носит в целом положительный характер. Площадь спелых пород достигла 40%, а молодняка первого и второго классов — около 15%.

Фактически вся средняя часть территории бора занята сосной, которую окружают лиственные породы, составляющие переход от степи к лесу. В середине массива лиственные породы встречаются в основном по пойменным полосам вдоль рек. Примыкающие к бору колки состоят из лиственных пород с господством дуба и единичными старыми соснами («матками») на черноземах типичных и оподзоленных³ различного, преимущественно опесчаненного, гранулометрического состава, подстилаемых пермскими мергелями. Естественный сосновый молодняк в них встречается в настоящее время исключительно редко, а дуб в основном порослевой, 2-й и 3-й генераций.

В 1978 г. в категориях защитности леса выделены особо ценные лесные массивы. Древесный состав бора представлен сосной – около 48%, средний бонитет I, II, а также дубом. Согласно проведенному в 1995 г. лесопатологическому обследованию, состояние 26% насаждений признано неудовлетворительным. Так как дуб в бору произрастает на границе своего ареала, то он в большей степени подвержен влиянию неблагоприятных условий, и 80% его насаждений находится в неудовлетворительном санитарном состоянии.

Созданные большие площади культур сосны (28 тыс. га) степным методом (Г.Ф. Морозов, 1930) при загущенном способе посадки по остепненным гарям при недостаточном уходе находятся в кризисном состоянии из-за распространения на больших площадях вредителей и болезней. Ежегодный (1959–1969 гг.) объем вырубki составил 250 тыс. м³ древесины, в последующие годы он сократился в 4–5 раз.

Благодаря проведенным многолетним опытным и научным работам был сужен и конкретизирован круг проблем, которые предстоит решать сегодня, так как оптимальной модели ведения хозяйства в Бузулукском бору пока, к сожалению, нет. Более того, современное экологическое и санитарное состояние бора определяется учеными и специалистами как весьма тревожное, ряд важных документов федерального уровня по обеспечению улучшения состояния лесов бора остаются нереализованными. Настоятельно потребуется современное научное обеспечение проектных разработок по всему комплексу проблем рационального ведения лесного хозяйства в изменившихся социально-экономических, а отчасти и природно-климатических условиях. Например, применение ГИС-технологий по созданию картографических материалов, компьютерных программ и банков данных по геоэкологическим и их компонентам, экологическому мониторингу может дать объективный материал для разработки комплексной программы рационального природопользования, для локального научно-технического обеспечения отдельных разработок в бору.

С 1984 г. в процессе реорганизаций прорабатывался вариант создания на территории лесного массива национального парка, который и был осуществлен распоряжением Правительства РФ от 23.04.1994 г. № 5720-Р, причем только на территории Оренбургской области. В последующем институте «Росгипролес» было разработано «Эколого-экономическое обоснование организации национального парка в Оренбургской и Самарской областях», утвержденное приказом № 304 от 23.05.2002 г. по Министерству природных ресурсов РФ.

³По: Классификация и диагностика почв России, 2004.

Несмотря на то, что Бузулукский бор находится в статусе «особо ценного» лесного массива, как имеющий уникальное государственное значение, значительная часть его насаждений имеет неудовлетворительное состояние. Последнее объясняется прежде всего весьма экстенсивным ведением лесного хозяйства, что приводит к накоплению проблем запущенности хозяйственных мероприятий и, как следствие, к снижению экологической устойчивости бора, увеличению удельного веса участков, зараженных вредителями и болезнями, особенно в сухие циклы климата. Значительная часть загущенных культур, где своевременно не проведены рубки ухода, повреждены корневой губкой, захламлены отпадом и представляют большую пожарную опасность. Ряд ценных научных разработок, а также богатый опыт местных специалистов слабо реализуются в практике лесного хозяйства бора из-за низких технологий, недостатка технических и финансовых средств, а также резкого сокращения бюджетного финансирования, особенно за последние 15 лет.

Работавшая в Бузулукском бору группа экспертов выдвинула ряд предложений (разработка берегающих технологий, мониторинг, маркетинг и т. д.). Вместе с тем отсутствуют экологические нормы, регламентирующие антропогенную нагрузку на экосистемы уникального генетического резервата, которому не подходят нормы, разработанные лесорубами. Не выработаны критерии антропогенной нагрузки, характеризующие как частные, отдельные виды хозяйственной деятельности, так и комплексные критерии. Решение этих и других проблем затруднено из-за отсутствия системы экологического мониторинга, основанного на детальных, системных стационарных исследованиях изменения элементов природной среды. Необходим поиск связей и взаимозависимостей показателей режима речного стока с эколого-физиологическими показателями состояния наземных и припойменных экосистем, экотонных и всего пойменного ландшафта. Это позволит разработать критерии пределов допустимости регулирования речного стока и будет являться фактором сохранения биологического разнообразия и биологической продуктивности леса на всех уровнях организации его естественной структуры и устойчивого функционирования.

Бор переживал периоды своего расцвета и упадка, следовавшие за колебаниями климата, развитием рельефа и формированием почв, а также за всплесками развития фауны и усиливающегося действия человека.

По мнению академика В.Н. Сукачева, в послеледниковый ксеротермический период песчаные пространства Бузулукского бора не были заняты сосной. Свободные пески частично перевеивались, а затем при наступлении влажного климата заселялись сосной. Резко выраженные колебания в развитии сосны на этих песках наблюдались и позднее. Сосна наиболее мощно развивалась в менее засушливые климатические периоды (плювиалы), ведя борьбу со степной растительностью.

Значительные климатические колебания различной периодичности и амплитуды на протяжении голоцена на Русской равнине вызывали соответствующие изменения ареалов зональных типов растительных формаций и трансформацию почв и ландшафтов. Наиболее резкие изменения произошли на границе плиоцена и плейстоцена. Граница между позднеледниковым и послеледниковым временем, или между поздним дриасом и предбореальным периодом, относящаяся к интервалу 12000–9900 л. н. (Борзенкова, 1992), – важнейший па-

леогеографический рубеж, отражающий значительные изменения физико-географической обстановки. Этот рубеж хорошо выражен на пыльцевых диаграммах: изменение спектров отражает переход от почти безлесных ландшафтов позднего дриаса к лесным формациям послеледниковья. Палеоботанические и палеогеографические исследования радиоуглеродным, кислородно-изотопным и гляциологическим методами показали, что и в послеледниковое время климат неоднократно менялся (Хотинский, 1977).

В древнем голоцене растительность современной лесостепи и северной степи в пределах регионов Приволжской возвышенности и Южного Урала носила лесостепной характер, среди степных фитоценозов небольшими островками произрастали широколиственные породы с сосной. На водоразделах в травянистых фитоценозах преобладали полыни и маревые, а также эфедра, свидетельствующие о сухости климата. Парковые сосновые и березовые редколесья концентрировались по долинам рек. Одновременно сохранялись следы перигляциальной растительности: карликовой березы, полыни, маревых, кохии.

В бореальном периоде (9000–7900 л. н.) растительность современной лесостепи была представлена вариантами перигляциальных дерново-злаковых степей и сосново-березовых лесов с незначительным участием широколиственных пород: липы, вяза. Конец предбореального – начало бореального периодов (10000–9000 л. н.), по-видимому, следует считать периодом зарождения Бузулукского бора.

Атлантический период (7900–4500 л. н.) как климатический оптимум голоцена отличался максимальным распространением березово-сосновых широколиственных лесов, хотя граница леса и степи на юге Русской равнины оставалась относительно стабильной. Бузулукский бор переживал свой оптимум развития.

Сценарий развития природной среды в суббореальном периоде голоцена разработан на основе применения палеоботанических и палеопочвенных реконструкций. Изучение разновозрастных пыльцевых спектров торфяников в Бузулукском бору (Кременецкий и др., 1998), а также сравнительный анализ подкурганых и современных почв Самарского Заволжья (низовья р. Сок вблизи границы лесостепной и степной зон) (Демкин, 2000) показали, что в пределах лесостепи и степи в начале суббореального периода голоцена сохранились климатические условия, аналогичные таковым финальной фазы атлантического периода.

Хроноинтервал 6000–4500 л. н. авторами выделяется здесь как единая эпоха, наиболее оптимальная по соотношению тепла и влаги во всем голоцене. Степень атмосферной увлажненности в первой половине суббореального периода голоцена (вплоть до 400 л. н.) была выше современной, черноземы в Среднем Поволжье были более мощными и более выщелоченными по сравнению с их инвариантами второй половины суббореального периода голоцена в связи с ухудшением почвенно-климатических условий (похолоданием и аридизацией климата), наступившим после 3900 л. н., т. е. в конце суббореального периода (Благовещенская, 2006).

Растительный покров суббореального периода был крайне неоднородным в связи с общим похолоданием. В средней полосе Русской равнины вплоть до Урала уменьшилось участие ильмовых в составе широколиственных лесов (Хотинский, 1977).

Средняя теплая и сухая фаза суббореального периода (4000–3200 л. н.), получившая название «ксеротермического периода», отличалась широким развитием «доисторических степей», характерных и для южной полосы современной лесной зоны Восточной Европы (Танфильев, 1953). Вся широколиственная подзона, а также камско-приуральский сектор подтайги оказались в гидротермических условиях не только южной лесостепи, но и северной разнотравно-типчаково-ковыльной степи (Коломыц, 2003).

Третья фаза суббореального периода отличалась прогрессирующим похолоданием и увеличением увлажненности климата.

Субатлантический период (начиная с 2500 л. н.) напоминал вторую половину суббореального времени: преобладали дубравы с чередованием участков разнотравно-злаковых степей. Во второй половине периода участие термофильных пород несколько сократилось. Для последнего 600-летнего отрезка субатлантического периода можно говорить о наступлении леса на степь с незначительным смещением южной границы лесостепной зоны – ксерофитной сосновой и березово-дубовой лесостепи на север.

Наличие пыльцы сорных растений уже в начале суббореального периода палинолог связывают с деятельностью человека. Преобразования растительного покрова в последние два-три тысячелетия были вызваны не только естественным изменением климата, но и в немалой степени активизацией хозяйственной деятельности человека (вырубка лесов, пастбищное скотоводство, земледелие), что нейтрализовало трансгрессию лесов на юг, вызванную естественным климатическим трендом. Этим объясняют также относительную устойчивость границы леса и степи на Русской равнине после оптимума голоцена.

Таким образом, с потеплением климата в конце древнего голоцена и бореальном периоде в современной структуре растительного покрова Приволжской возвышенности и Южного Предуралья преобладали широколиственные породы (липа и в меньшей степени вяз и дуб), которые в виде островных лесов распространились на север.

В соответствии с колебаниями палеоклимата протекали периоды расстройств и восстановления Бузулукского бора. Так, в бореальный период (9000–7000 л. н.) пострадала сосна, освободив часть песков, подвергшихся развеванию. В атлантический период (5000–3000 л. н.) наблюдалось восстановление сосны и почвенного покрова. В суббореальный период (3000–1000 л. н.) произошли новое расстройство сосновых боров, развевание песчаных почв, а 1000–500 л. н. – усиленное их развитие. В текущем тысячелетии Бузулукский бор развивается, по-видимому, в оптимальных условиях.

Академик П.С. Паллас (1809), проходя маршрутом от г. Самары до г. Бузулука через Борскую крепость, расположенную у юго-западной оконечности бора (с. Борское), писал: «От Борской крепости смешанный и сосновый лес простирался вниз по р. Самаре почти непрерывно даже до Красносамарска, да и лежащие от Борска к правому берегу р. Самары горные увалы по большей части обросли высоким смолистым лесом» (с. 196). В настоящее время на этом пути леса нет, лишь кое-где сохранились единичные старые сосны да небольшие участки посадок сосны. У села Борского сосна вся вырублена и уничтожена пожарами (Даркшевич, 1953).

Из-за отсутствия охраны в бору систематически случались стихийные пожары. Вот что сообщал местный лесной ревизор в Оренбургскую палату государственных имуществ: «На всем пространстве Бузулукского бора произрастающий лес чрезвычайно расстроен неправильной рубкою и до того истощен пожарами, что едва ли найдется одна сотая часть всего пространства, на которой лес не пострадал бы от огня». Только за период с 1793 по 1841 г. в бору выгорело более 31 тыс. га, в 1844 г. – более 30 тыс. га. В 1844 г. в бору была создана постоянная охрана, количество пожаров уменьшилось, хотя и наблюдались неоднократно. Крупнейшие пожары в 1879 и 1921–1926 гг. охватили свыше 32 тыс. га леса. В результате возникли пустоши на площади 20 тыс. га, которые подвергались перевеванию. В увеличении площади пустошей сыграла свою роль и применявшаяся система рубок, игнорировавшая возобновление леса на лесосеках, достигших площади 6000 га. Состояние лесонасаждений бора, особенно сосновых, усугублялось частыми засухами и действием вредителей, размножившихся в результате пожаров и неправильных рубок.

Несмотря на то, что общая лесопокрытая площадь бора возросла от 7,5% (1844 г.) до 27% (1944 г.), в абсолютных цифрах площадь, занятая сосной, уменьшилась за это время вдвое – с 34 тыс. до 17 тыс. га. Современная площадь сосны значительно возросла за счет сокращения рубок, лесокультурных и иных мероприятий (до 49,1 тыс. га). Сокращение лесопокрытых площадей приводило к высыханию и исчезновению многочисленных водоемов – озер, болот, стариц, что можно наблюдать по бордюрам кустарников ивы, когда-то окружавших кромку водоемов, и наличию остатков раковин мягкотелых. Исчезли медведь, бобр и выдра. По свидетельству Я.Н. Даркшевича (1953), нашествие болотных черепах – их переселение из пересыхающих водоемов возвышенной бортовой части к уцелевшим в поймах рек озерам и старицам, в начале 30-х, а затем в 40-х годах, наблюдавшееся в различных местах бора, еще одно свидетельство колебаний климата.

Только в 90-х годах XIX столетия с развитием лесокультурного дела в России были произведены успешные посадки сосны, многие из которых сохранились до наших дней. В начале XX в. мероприятия Г.Ф. Морозова по искусственному возобновлению сосны заняли доминирующее положение в Бузулукском бору. С 1929 г. научной экспедицией лесовода М.Е. Ткаченко положено начало научной лесокультурной работе. Особенно хорошо она велась в 1948 г. в связи с Постановлением Правительства «Об улучшении состояния лесов Бузулукского бора».

Специальным распоряжением Правительства РФ № 572-р от 23 апреля 1994 г. Бузулукский бор был включен в перечень государственных природных заповедников и национальных парков, рекомендуемых для организации на территории РФ в 1994–2005 гг. В марте 2001 г. Правительство РФ подтвердило целесообразность организации в Бузулукском бору национального парка, на что согласилась и администрация Оренбургской области. Ландшафтно-экологическое обоснование организации национального парка «Бузулукский бор» на всей его территории было разработано в 1997–2000 гг. институтом «Росгипролес» (Эколого-экономическое обоснование ..., 2000), а затем Институтом степи Уральского отделения РАН (2008 г.).

Как уникальный природный феномен Бузулукский бор обладает рядом достоинств благодаря наличию реликтовых ландшафтов – степных и сосново-широколиственных насаждений, резерватов сосны, а также своеобразных дерново-подбуров псевдофибровых, иногда слабоподзоленных альфегумусовых песчаных почв, являющихся ценнейшим объектом историко-культурного наследия и памятником лесокультурной деятельности России. Созданные здесь эталонные лесные резерваты являются не только российской, но и общемировой научной ценностью.

Таким образом, эксплуатация лесных ресурсов Бузулукского бора и опыт их использования имеют богатую и давнюю историю. При этом направление и размеры использования его ресурсного потенциала менялись в зависимости от статуса бора и социально-экономических условий общества и не всегда были разумными и отвечали его уникальности. В процессе эксплуатации уничтожались, как правило, самые ценные породы – сосна и дуб. Вместе с тем благополучие существования лесного массива зависит от благополучия сосновых насаждений. Решение хозяйственных вопросов в бору стандартными методами без учета его уникальности, санкции на разведку и добычу нефти без гарантий не нанести вреда бору приведут к экологической катастрофе – его гибели.

3.2. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВ БОРА

Первые сведения о Бузулукском боре содержатся в работе П.И. Рычкова (1762), который отмечал, что «Боровская крепость (на реке Самаре выстроенная) называется так потому, что в трех верстах от нее имеется немалый сосновый бор, какого во всех линейных крепостях не находится». Первая заметка о почвах Бузулукского бора имеется в работе В.В. Докучаева «Русский чернозем» (1947). Исследуя черноземы России и двигаясь по маршруту из Бугуруслана в Бузулук, он отметил: «... хотя местность почти все время оставалась, по прежнему, очень высокой, но она была значительно ровнее, особенно к югу от станции Зимних (Бузулукский уезд), от верховьев же Боровки и вплоть до Бузулука потянулась типичнейшая степь. Лес, и что особенно характерно, сосновый и притом в виде огромного участка, встречен был мной только один раз между селениями Александровка и Березовка, в бассейне реки Боровки. Здесь почвы, конечно, были сильно песчаные, светло-серые, тонкие (не свыше 23 см) и бедные гумусом (менее 2%)» (с. 353). Как видно из приведенных слов, В.В. Докучаев не дает подробного описания морфологии песчаных почв Бузулукского бора, однако первым подметил характерные признаки («тонкие», т. е. маломощные) песчаных почв.

С.С. Неуструев, изучая в 1898 г., а затем в 1904–1905 гг. естественно-исторические условия Бузулукского уезда, уделяет внимание и почвам Бузулукского бора. Работая по заданию Самарского губернского земства по сбору материалов для оценки земель губернии, С.С. Неуструев со свойственной ему наблюдательностью естествоиспытателя подметил и прекрасно описал до мельчайших подробностей геологию, рельеф, климат, растительность, грунтовые воды и почвы Бузулукского уезда, в том числе геологию, рельеф и лесные почвы бора. Проложив маршрут через весь Бузулукский бор в направлении с севера на юг,

он подметил значительную пестроту и сложность почвенного покрова, первым разделил почвенный профиль на генетические горизонты и дал описание морфологических признаков лесных почв бора, отнеся почвенную разновидность, выделенную в 4 верстах к югу от с. Могутово, к слабо подзолистой супеси. Проезжая маршрутом «от Могутово к югу», он описал «боровые пески со слабыми признаками деградации, а в образцах выемок дорог везде замечал корочки псевдофибр, во влажном песке теряющие твердость».

Помимо описания морфологии, в работе С.С. Неуструева (1916а) приведены данные химических анализов и гранулометрического состава верхних горизонтов почвы, на основании которых установлено, что почва является переходной от деградированных суглинистых, черноземовидных к слабоподзолистым боровым пескам. В отношении боровых песков он ограничился одним замечанием: двигаясь вверх на водоразделы, «слабо подзолистые супеси переходят в настоящие боровые пески, где еще меньше заметны следы деградации, чем в описанном образце» (с. 194). Следует особо отметить, что почвы долины р. Боровки он относит к деградированному чернозему благодаря выделенному морфологически деградированному и оподзоленному горизонту А2: «в долине р. Боровки, где бор уступает место полянкам и березникам, почвы темнеют, приобретая вид деградированного чернозема, песчаного». В целом работа С.С. Неуструева содержит сведения о морфологии профиля почв бора, типе почвообразования и названии почвенной разновидности.

П.А. Земятченский (1904) был первым исследователем, который наряду с исчерпывающим изложением физико-географических условий Бузулукского бора дал краткую характеристику почв и составил первую обзорную почвенную карту. Выделив пять почвенных типов: 1 – черноземные почвы; 2 – подзолистые северного характера; 3 – подзолистые известковистые; 4 – торфянистые (полуболотные); 5 – песчаные почвы дюнных холмов и грив, автор приводит и некоторый аналитический материал, на основании которого он определил, что песчаные почвы вершин холмов и верхних частей склонов беднее песчаных почв, залегающих у основания дюн, как по гумусу, так и веществами, извлекаемыми 10%-ным раствором соляной кислоты. По замечанию Г.Н. Высоцкого (1909), П.А. Земятченский, «очевидно, смешивает почвы черноземные с черноземновидными и деградирующими черноземами».

По П.А. Земятченскому, дюны и гривы покрыты самыми бедными слабогумусированными в бору песчаными почвами. В отношении минералогического состава почв он отметил, что «песчаные частицы состоят, главным образом, из зерен бесцветного кварца, к которым примешиваются в значительном количестве желтоватые, коричневатые и темные зерна роговика и кремня. Минералов, разлагаемых соляною кислотою, в них находится очень мало». В низинах встречаются «темные торфянистые почвы полуболотного характера, располагающиеся по окраинам болот. Похожие по внешнему виду на чернозем, они отличаются обилием углекислого кальция в горизонте В и сизоватым или голубоватым его оттенком». Темные глеевые почвы болотного характера П.А. Земятченский приурочивает к старицам Боровки и Самары.

В очерке Г.Н. Высоцкого «Бузулукский бор и его окрестности» (1909) впервые сделана попытка установить закономерности распространения леса в зависимости от характера рельефа, почвенного покрова и степени увлажнения.

В боровых песках Бузулукского бора Г.Н. Высоцкий впервые выделены и описаны псевдофибры – «едва заметные буроватые извилистые жилки, их толщина и ясность к низу постепенно возрастали Вскипания от кислоты не происходило» (с. 25), «... появляются с глубины 70–80 см. Хорошо заметны они с глубины 100 см. Причем верхние псевдофибры более извилисты, чем нижние» (с. 16). В этой работе он подверг сомнению наличие «северного характера» подзолистых почв в северной части Бузулукского бора, выделенных П.А. Земятченским.

Исследуя боровые пески, Г.Н. Высоцкий обнаружил в песчаных дюнах Бузулукского бора более значительное количество растворимых в 10%-ной соляной кислоте веществ по сравнению с Брянскими, Алешковскими и Привислянскими песками, обосновывая это слабой деградацией почв «в столь сухом климате». К этому следует добавить и высокую карбонатность яруса пестрых мергелей, выстилающих основание территории бора. Рассматривая вопрос о возможности передвижения бора в бывшую степь, Г.Н. Высоцкий писал: «...если же лесной покров будет уничтожен, то наступательное движение песчаной массы снова усилится, площадь песка увеличится, и бор будет в состоянии продвигаться затем еще дальше, в бывшую степь» (с. 45). Некоторые сведения о почвах Бузулукского бора имеются в «Трудах удельного съезда», созданного в области «сухого лесоводства» Среднего Поволжья, относящиеся к 1914 г. Однако эти сведения очень неполны, отрывочны и, по свидетельству М.А. Коршунова, «не отличаются необходимой грамотностью».

Ряд данных по морфологии и физико-химическим свойствам почв Бузулукского бора находим в работе А.С. Мачулина (1931), причем они сопровождаются почвенной картой (рис. 5). Помимо общей характеристики почв, приводится много данных по их химическому и гранулометрическому составу. Большое внимание уделено установлению зависимости лесовозобновления от почвенных условий. К сожалению, при изучении валового состава почв автор ограничился только анализами верхних горизонтов, что, конечно, не дает ясного представления об особенностях валового состава генетических горизонтов профиля.

Изложенные выше данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Песчаные почвы бора бедны гумусом и имеют малую мощность профиля («тонкие почвы» – по В.В. Докучаеву).

2. Почвенный покров бора отличается пестротой и сложностью (С.С. Неуструев).

3. Профиль боровых песчаных почв характеризуется наличием специфических новообразований, названных Г.Н. Высоцким «псевдофибрами».

4. Установлена некоторая зависимость морфологических признаков почв от условий залегания их по рельефу, кроме того, сделана попытка разделения почв бора по типам почвообразования (П.А. Земятченский).

В результате исследований почвенного покрова Бузулукского бора (Земятченский, 1904; Земятченский, Мачулин, 1931) были установлены его основные морфологические особенности и связь типов почв с элементами рельефа. Однако генезис почв на основе этих исследований был выяснен недостаточно. Характер почвообразовательного процесса считался близким к подзолистому при слабой степени его морфологической выраженности. Преобладающими почвами сухих боров являлись маломощные песчаные разновидности слабо

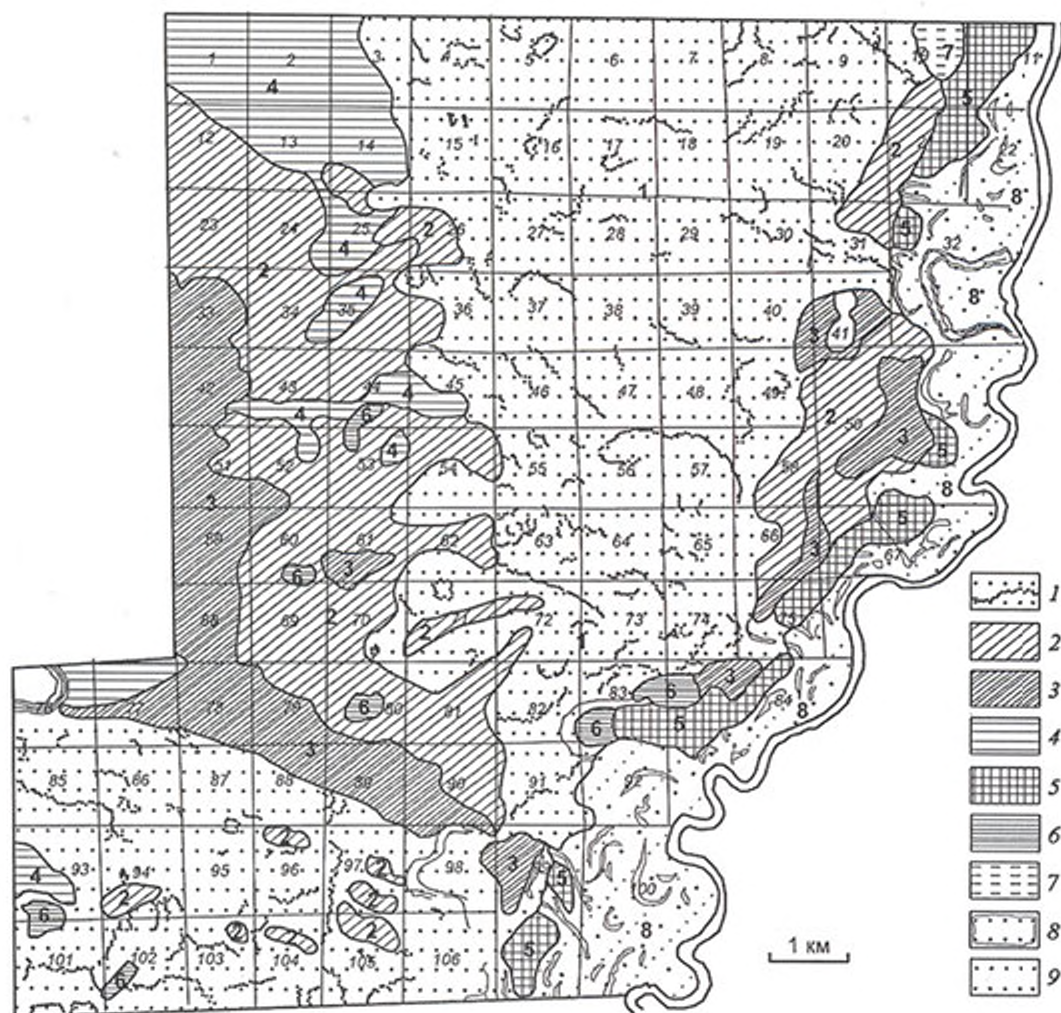


Рис. 5. Почвенная карта Борового опытного лесничества Бузулукского бора. Составил А.С. Мачулин (корректировка контуров А.И. Климентьева), под ред. проф. А.И. Землячского.

1 – маломощные песчаные почвы вознистого рельефа слабой подзолистости; 2 – темно-серые песчаные почвы; 3 – мощные темно-серые супесчаные почвы; 4 – подзолистые почвы (супесчаные); 5 – супесчаные и суглинистые черноземы; 6 – темно-цветные карбонатные супесчаные почвы; 7 – полуболотно-перегонные и полуболотно-лесные почвы; 8 – пойма р. Боровки, погребенные почвы, старицы и полуболота; 9 – современные песчаные перемещающиеся отложения

оподзоленные. Однако на склонах грив и холмов мощность гумусового горизонта возрастала и наблюдались признаки миграции веществ в виде ржавых пятен и псевдофибр. В замкнутых западинах подзолистый процесс был выражен более четко.

Б.П. Зайцев (1944) изучал морфологические и физико-химические особенности почв сухих местоположений, а также режим их влажности. Он указывает на отсутствие ясно очерченных горизонтов выноса и накопления веществ (A2 и B), слабую выраженность явлений миграции веществ по профилю почвы. Исключение составили западинные подзолы, где дифференциация горизонтов морфологически более резко выражена. Наличие псевдофибр он рассматривал

как результат меняющегося гидрологического режима местности – сезонного и векового. Им выделены светло-серые, серые, темно-серые и темновато-серые почвы сухих местоположений бора, а также вариант оподзоленных почв западин.

В работе В.Н. Сукачева (1931), посвященной вопросам растительных сообществ Бузулукского бора, приведены общие сведения о почвенном покрове: «Почвы бора сильно песчаные, местами переходящие в чистый дюнный песок; по низинам же находим болотные почвы ..., в долинах Самарки и Боровки встречаем долинный чернозем» (с. 196). Кроме того, в описаниях типов бора автор приводит также сведения о мощности генетических горизонтов почв.

Выдающийся исследователь в области лесохозяйственных и смежных с ними наук А.П. Тольский оставил после себя более 50 работ, посвященных Бузулукскому бору, и большое количество метеорологических и гидрологических материалов, еще ожидающих обработки. Отдельные работы А.П. Тольского, Е. Кнорре и М.А. Краснова посвящены влажности почв Бузулукского бора.

М.Е. Ткаченко с соавт. (1939) объясняет засухоустойчивость сосны не только приспособленностью ее хвои к экономному расходованию почвенной влаги, но и мощным развитием корневой системы, благодаря которой недостаток влаги и питательных веществ компенсируется большим объемом почвы, из которого сосна их извлекает. Определяющая роль при этом отводится массе тонких всасывающих корней, доля которых (< 1 мм) в общей массе корней (включая пеня) составляет в сосняках от 82% в возрасте 10 лет до 65% в возрасте 50 лет.

Наиболее полной работой, вскрывающей морфологию, химизм и генезис почв Бузулукского бора, является кандидатская диссертация М.А. Коршунова (1947), выполненная им в Казанском государственном университете. М.А. Коршунов пишет: «В 1940 г. научной частью заповедника было организовано проведение некоторых научно-исследовательских и лесоустроительных работ. В число первых входило изучение флоры и почв. Изучение растительности проводилось профессором Казанского государственного университета М.В. Марковым». М.А. Коршунов изучал почвы под руководством профессора М.А. Винокурова. Все аналитические работы выполнены аналитиком А.В. Колосковой, позже ставшей заведующей кафедрой почвоведения Казанского государственного университета, где автор настоящей работы защищал кандидатскую диссертацию.

Полевые работы проводились в течение лета 1940 г., но в связи с началом в июне 1941 г. Великой отечественной войны работа была прервана, так как М.А. Коршунов ушел на фронт. И только по возвращению с фронта, уже в 1946 г., он смог выполнить свою задачу – «дать подробную химико-морфологическую характеристику выделенных почвенных контуров и составить почвенную карту» (рис. 6). Полевые работы проводились без топографической основы на планшетах типов лесонасаждений. В заповеднике «Бузулукский бор» были заложены два пересекающихся профиля (с юга на север и с запада на восток), начиная с правого берега р. Боровки. В основу классификации лесных почв бора был положен проект «новой общей классификации почв» И.П. Герасимова, А.А. Завалишина, Е.Н. Ивановой и классификационная схема проф. И.В. Тюрина. Проект был разработан особой постоянной комиссией по классификации почв при Почвенном институте Академии наук СССР в 1938 г. и несколько раз обсуждался на ее пленарных заседаниях (1938, 1940, 1941 гг.). При разработке схемы

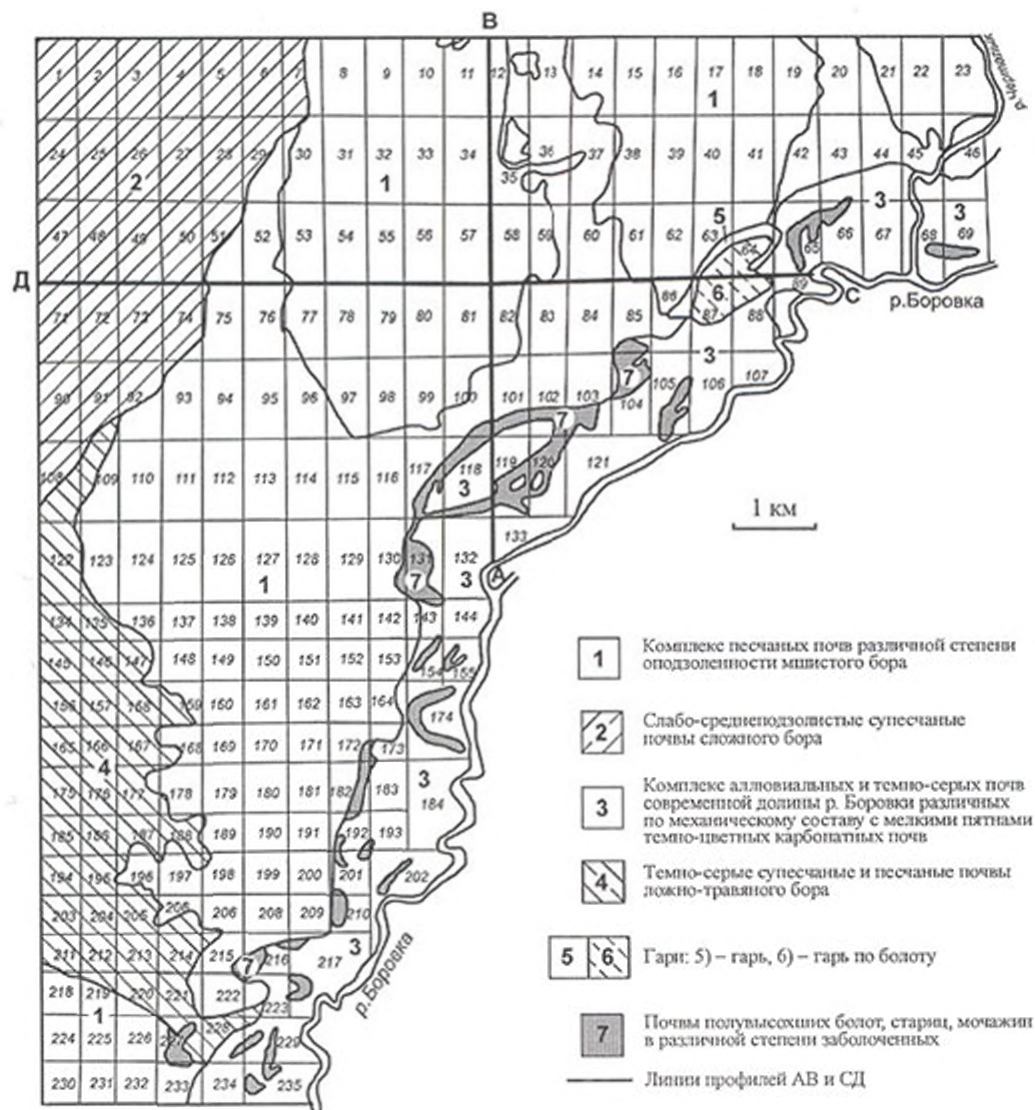


Рис. 6. Почвенная карта госзаповедника «Бузукский бор» (составил М.А. Коршунов)

классификации брали «наиболее существенные признаки, отражающие историю развития почв, их генезис». Из факторов почвообразования были взяты ведущие: «почвообразующие породы и степень расчлененности рельефа, обуславливающие различный ход почвообразования и вызвавшие значительную пестроту почвенного покрова». Характеризуя почвообразующие породы территории, М.А. Коршунов (1947) отмечает, что они «являются одним из главных факторов создания местного ландшафта, насаждения древесных пород и формирования распространения здесь почв» и что «на всей площади заповедника поверхностные отложения представлены песками, толща которых в различных местах неодинаковая. Песок в преобладающей своей части кварцевый с приме-

сью других минералов, желтоватых, коричневатых и темных зерен роговика и кремния. Окраска песка буро-желтая со светлым оттенком. Верхние слои нередко обнаруживают темноватый оттенок, обусловленный гумусированностью».

Песчаные частицы в большинстве случаев имеют округлую форму с гладкой поверхностью; изредка встречаются песчинки угловатой формы. По мощности песчаных отложений исследуемую площадь можно разбить на районы. Первый район расположен в северо-западной части заповедника (район с. Паники и левобережья р. Боровки. – А.К.). Он представляет собой относительно выровненную платообразную поверхность, сложенную пермской опокой, одетой песками. Мощность последних колеблется от 1 до 2,5 м. Второй район лежит в центральной части заповедника, занимает площадь между первым районом и современной долиной р. Боровки. Для него характерно глубокое залегание подстилающих коренных пород. Из 250 разрезов, заложенных на площади данного района, ни в одном не удалось обнаружить подстилающей коренной породы. Некоторые сведения о глубине и характере их подстилания в этом районе имеются в работе П.А. Земятченского (1904). Приведем описание скважины, заложенной автором в широкой долине северо-восточного угла кв. 414: «Буровая скважина прошла слои:

- а) мощный горизонт супесчаного чернозема;
- в) желтовато-бурый песчанистый суглинок с горизонтом обильного выделения CaCO_3 , превращающего суглинок в песчанистый мергель и, наконец,
- с) водоносные, коричневатые, грубозернистые пески, чередующиеся с гравием до семи сажен мощности» (с. 453).

Эти сведения нельзя считать полными. Во-первых, они ограничены данными одной скважины, которая заложена на окраине района. Во-вторых, не даны промеры выделенных горизонтов и слоев. Остается неясным также вопрос о мощности, приведенной им в конце описания: относится ли она ко всей глубине скважины или это мощность водоносных грубозернистых песков?

Третий район – современная долина р. Боровки, представляет собой равнинную полосу различной ширины, состоящую из центральной поймы и первой надпойменной террасы. Последняя сложена песчаными отложениями и характеризуется глубоким залеганием подстилающих коренных пород. Из 50 разрезов (глубиной 2–3 м), заложенных М.А. Коршуновым на первой террасе, ни в одном случае не удалось достичь подстилающих пород. Отсутствуют сведения о глубине их залегания и в работах предшествующих исследователей, изучавших геологическое строение Бузулукского бора.

Строение поверхностных отложений центральной поймы несколько отличается от песчаных отложений первой надпойменной террасы. Наряду с песчаными здесь встречаются отложения супесчаного и суглинистого механического состава. Подстилающие породы, залегающие на глубине от 2 до 5 м, иногда представлены суглинками. В качестве примера приведем описание разреза № 194 (кв. 133, центральная пойма р. Боровки) из работы М.А. Коршунова (1947):

- 1) темновато-серая гумусированная супесь – 50 см;
- 2) желтовато-бурый песок – 60 см;
- 3) песок рыхлый, буро-желтый, нижняя граница резкая – 90 см;
- 4) красно-бурый суглинок с прослойкой песка – 80 см.

Однако и здесь в качестве подстилающих пород чаще всего встречались песчаные отложения.

В предложенной М.А. Коршуновым схеме классификации «почвенные разновидности, имеющие распространение в области резковолнистого рельефа и современной долины р. Боровки, представлены на почвенной карте в виде комплексов». Автор отмечает, что резко континентальный климат с сильными колебаниями температуры и малым количеством выпадающих осадков предопределил своеобразие хода почвообразовательного процесса в целом и особый характер почвенного покрова. Почвы рассматриваемого района представляют собой верхний слой песчаной толщи, частично измененной почвообразовательными процессами. Характерными особенностями их морфологического строения являются малая мощность, слабо выраженная степень оподзоливания, бедность гумусом и очень слабая дифференциация их профиля на генетические горизонты. Общая мощность прямо зависит от условий залегания; на склонах, особенно южных, располагаются почвы с укороченным профилем. Почвы склонов находятся в худших условиях водного режима, чем почвы западин: если первые теряют часть атмосферных осадков в виде поверхностно стекающей воды, то вторые имеют возможность более полной ее утилизации. Различия в мощности почвенных профилей северных и южных склонов объясняются более благоприятным водным режимом первых. В силу особенностей склонов лесная растительность представлена различными типами сосняков. Условия гумусонакопления находятся в известной связи с этими типами, так как основным источником органического вещества в лесных почвах является опад древесной и травянистой растительности. Степень оподзоленности и гумусированности тесно зависит от элементов рельефа и характера лесонасаждения.

Интенсивность процесса оподзоливания ослабевает от междюнных понижений к вершинам высоких гряд, причем на последних она выражена очень слабо. Таким образом, почвы западин оказываются более оподзоленными. Однако и в почвах западин не удалось обнаружить типичный подзолистый горизонт А2 с ясно выраженными морфологическими признаками; оподзоленность представлена здесь общим посветлением, усиливающимся в нижней части горизонта.

Степень гумусированности увеличивается в обратном направлении. Наиболее бедны гумусом почвы вершин высоких гряд и их южные склоны, почвы северных склонов и ровных вершин пологих всхолмлений несколько богаче; наиболее гумусированы почвы западин. В такой же зависимости от элементов рельефа находится общая мощность генетических горизонтов и степень их выраженности.

В почвах вершин высоких гряд и их южных склонов горизонт А1 почти всегда отсутствует; непосредственно под лесной подстилкой залегает слабо оподзоленный горизонт, иллювиальный горизонт В1 выражен неясно.

В почвах северных склонов и ровных вершин пологих дюн выделяется гумусовый горизонт А мощностью 6–10 см, намечается горизонт оподзоливания, яснее выделяется благодаря желтовато-темно-бурому цвету иллювиальный горизонт В1.

И, наконец, в почвах западин мощность горизонта А достигает 10–16 см, появляются более ясные признаки горизонта оподзоливания, выраженные в виде

общего посветления, причем последнее усиливается книзу. Лучше выражен в этих почвах и иллювиальный горизонт; он имеет более плотное сложение и темновато-желто-бурый цвет; в его нижней части встречаются псевдофибры, представленные тонкими горизонтально расположенными извилистыми прожилками красно-бурого цвета.

К сожалению, сохранилась только рукопись работы М.А. Коршунова, являющаяся одной из наиболее значимых по почвам Бузулукского бора.

По данным А.Г. Гаеля и А.А. Трушковского (1962), А.Г. Гаеля и А.В. Хабарова (1971), песчаные почвы Бузулукского бора по сравнению с другими песчаными массивами наиболее богаты растворимыми веществами, включая CaO , K_2O , P_2O_5 и др. Они содержат все зольные элементы питания растений (К, Р, Са, Mg и др.), а также микроэлементы, включая Ti, W, Ni, Cr, Be, Cu, Ba, Sr, Mo, обеспечивающие высокопроизводительные насаждения сосны на полиминеральных песках I–II бонитетов даже при залегании грунтовых вод на глубине 4–5 м. На основании 17 почвенно-геологических разрезов в расширенной части долины р. Боровки А.Г. Гаель составил гидрогеолого-геоморфологический профиль протяженностью 10,5 км, на котором были показаны глубина залегания красноцветных пород коренной основы татарского яруса верхней перми (P_2t), состав и мощность перекрывающих их песчаных и суглинистых четвертичных отложений, глубина залегания верховодки и уровень грунтовых вод, дренируемых р. Боровкой, а также геоморфологические условия и сведения о лесной растительности (рис. 7). Детальное изучение минерального состава песков, выполненное А.Г. Гаелем и А.В. Хабаровым (1971), подтвердило предположение П.А. Земятченского (1904), что они образовались за счет вымывания материала речными водами из красноцветных пород (песчаники, алевролиты, известняки) татарского яруса верхней перми (P_2t), а затем были перевезены ветром в дюны. Пески также имеют красноватый оттенок, как и перемытые породы коренной основы, основной размыв которых происходил около 10–12 тыс. лет назад в конце плейстоцена (Q^2_{III}) – начале голоцена (Q^1_{IV}) в условиях сухого и холодного климата. В полиминеральных песках Бузулукского бора в результате почвообразования происходили разложение реликтовых минералов и синтез новых минеральных образований, накопление пылевато-илистых частиц и перераспределение химических элементов по почвенному профилю.

Изменения неустойчивых минералов выражаются в пелитизации и серитизации полевых шпатов, лимонитизации глауконита и магнетита, хлоритизации пироксенов и амфиболов, лейкоксенизации ильменита, сфена, анатаза и хромита, превращении кальцита и доломита в карбонато-глинистые агрегаты. Зерна эпидота, цоизита и андалузита переходят в буроватое литоморфное вещество, а слюды – в гидрослюды, серицит, хлорит. На поверхности зерен устойчивых минералов имеются лишь следы царапин или пленочки гидроокислов железа.

На древнезольных песках под сосновым лесом сформировались дерново-боровые почвы: песчаные сухие – по вершинам дюн, связнопесчаные – на волнистых равнинах, легкосупесчаные влажные – в понижениях. Различие этих почв определяется степенью развития перегнойного горизонта А и накоплением в нем гумуса, а также глубиной выщелоченности почв от карбонатов. Морфологически выраженных признаков оподзоливания в почвах на дюнных песках не обнаружено; не выявлено оно и химическими анализами.

Учитывая, что формирование песков из коренных пермских отложений и их переотложение на речных террасах происходили в недавнем геологическом прошлом (в плейстоцене), они не успели выветриться: в них сохранилось много обломков горных пород – двуслюдяных сланцев, кварцево-полевошпатовых, железисто-глинистых, кремнистых пород. На изменении минералогического состава песков несущественно сказалась и их оловая переработка в конце плейстоцена.

В преобладающих (до 60%) по размеру зернам песка (0,25–0,10 мм) содержится 3–7% минералов, относящихся к тяжелой фракции, доля которой уменьшается снизу вверх – от материнской породы (гор. С) к гор. А и В. Еще больше их содержится (до 25%) в зернах размером 0,10–0,01 мм. Тяжелая фракция является эпидотово-ильменитовой с довольно значительным участием гидроокислов железа, играющих важную роль в формировании гидрохимического режима подземных вод.

Содержание легкой фракции в частицах песка той же преобладающей размерности (0,25–0,10 мм) составляет 97–93% с уменьшением от горизонтов А и В к горизонту С. Легкая фракция характеризуется полевошпатово-кварцевым составом с преобладанием (до 60%) обломков кремнистых, кварцево-полевошпатовых, железисто-глинистых пород и двуслюдяных сланцев.

При достаточном увлажнении в песчаных почвах накапливается много мягких форм гумуса и азота. Все это сказывается на высокой продуктивности соевых древостоев в Бузулукском бору.

В процессе изучения почвенного покрова Бузулукского бора и при написании настоящей работы нами были частично использованы материалы почвоведов А.С. Мачулина, Б.Д. Зайцева и М.А. Коршунова, а при изучении грунтовых вод – опубликованные материалы В.И. Рутковского и Н.А. Воронкова. При исследовании почв любое изменение почвы должно рассматриваться как суммарное, включающее эволюционную и актуальную составляющие. Объектом эволюционного рассмотрения является биогеоценоз, в котором компоненты (растительность, почвообразующие (материнские) и подстилающие породы, рельеф, грунтовые воды и приземная атмосфера) объединены постоянным обменом веществом и энергией (Роде, 1947; Козловский, 2003). Знание почвы, как основного интегрального показателя ландшафта, позволяет судить нам о генезисе ландшафта в целом.

В процессе изучения и картографирования почв бора выявлено, что в системе элементарных почвенных процессов (ЭПП) «ядром» являются достаточно тесно функционально и коррелятивно связанные литолого-геохимические, ландшафтно-гидрологические и организационно-структурные признаки, свойства и режимы, определяющие почву как естественно-историческое тело природы. Известная формулировка А.А. Роде (1947): «Почвообразовательный процесс есть часть круговорота вещества и энергии, происходящего между приземным слоем атмосферы, верхними слоями литосферы, грунтовыми водами и организмами, именно та его часть, которая представляет совокупность явлений превращения и перемещения веществ и энергии, идущих в верхних слоях коры выветривания», достаточно ясно объясняет действие факторов почвообразования и формирование совокупности элементарных почвенных процессов. Вместе с тем в этой формулировке прослеживается подчиненность частной группы

процессов, формирующих почвенный профиль, более общей группе процессов массо- и энергообмена (любой природы), связанных с дневной поверхностью – «пространством Роде» (по: Козловский, 2003) или «функционально-почвенным пространством» Ф.И. Козловского (2003). Принципиальная важность всей совокупности таких процессов подчеркивается в концепциях педогенеза как части экзогенеза (Герасимов, 1973; Ливеровский и др. 1973; Таргульян 1987; Соколов, 1997).

Некоторые морфологические и физико-химические (реликтовые и актуальные) свойства и процессы в почвах бора нашли отражение в мощности, своеобразной слабой текстурной дифференциации профилей почв, образовании и наличии псевдофибр, степени оподзоленности и карбонатности некоторых почв и др. Морфология профиля выступает как результат повторения во времени определенных циклов почвенных процессов, влияющих на состав и взаимное расположение в нем горизонтов, распределение твердой фазы, виды и характер нахождения новообразований (псевдофибр, карбонатов и др.), разнонаправленность характера миграции солей по профилю.

На исследуемой территории к наиболее изменчивой «обменно-транзитной» (по Крауклису, 1979) компоненте экосистем следует отнести грунтовые воды, определяющие гидрологический режим почв. Любое функционирование и изменение ландшафта и почвы оказываются связанными или отражаются на ходе процессов трансформации влаги, влияя на эволюцию, режимы, свойства, состав почвы и определяя тип и подтип бора. Еще Н.А. Соколов (1884) справедливо заметил, что «в Северной Германии много песков, но сосны там нет, потому что ее росту мешает влага. Очень много песков в Средней Азии, но сосновых боров там нет». Следовательно, для успешного развития сосны необходимы и определенные биоклиматические условия.

Говоря о роли почвообразующих пород, можно процитировать и высказывание В.В. Докучаева (1948), который писал: «Как бы сама по себе хороша материнская порода не была, какой бы седой геологической древностью она не обладала, но раз эта порода покрыта ледниками или тундрой, раз она лежит в полосе без дождя, где растительность крайне бедная или ее вовсе не бывает, там могут пройти десятки, сотни тысячелетий и, разумеется, никаких почв на таких породах не образуется».

Таким образом, генетический тренд почв и ландшафтов Бузулукского бора включает сложную совокупность факторов почвообразования, соотношения между которыми не были постоянными. Исследователь почв Поволжья и Урала М.А. Винокуров (1936) справедливо писал: «В дни младенческого возраста почвы отношения между ними были проще, т. к. их было меньше: с появлением же новых (например, растительности, животных, человека) факторов почвообразования эти отношения все более и более усложнялись». С появлением растительности направление и интенсивность почвообразования в значительной мере стали определяться характером растительного покрова; последний, как и почвы, зависит в свою очередь от климата, микрорельефа местности и уровня грунтовых вод.

Возникновение почвообразовательного процесса в Бузулукском бору связано с обсыханием и образованием аллювиальных террас рек Прасамары и Праборовки, на которых имели место старицы, озера, болота и мочажины, о чем

свидетельствуют меандры древних и современных их русел. Со временем поверхность вокруг этих сильно увлажненных мест покрывалась кустарниковой растительностью. В.Н. Сукачев (1931), изучая генезис припойменного сосняка и касаясь вопроса заселения террасы растительностью, писал: «Эти места, выходя постепенно из сферы интенсивного воздействия половодий, заселяются кустарниками...». Характерной особенностью данного периода, как указывает М.А. Коршунов (1947), является накопление в почвах органического вещества, так как процесс почвообразования шел тогда по болотному типу. С понижением базиса эрозии и грунтовых вод песчаные почвы, обсыхая, заселялись сосной, а почвообразование пошло по подзолистому типу. Развитию травянистой растительности препятствовали бедность песков элементами минерального питания растений и неблагоприятные условия их водного режима вследствие большой водопроницаемости. Последняя в значительной степени обуславливает вынос из почвы растворимых солей щелочно-земельных оснований, появление в ППК ионов водорода, способствующих подвижности органо-минеральных коллоидов и их выносу из верхней части профиля почвы с образованием иллювиального горизонта, хотя и слабо выраженного.

По нашему мнению, очень слабая дифференциация профиля супесчаных почв и неодинаковое развитие в разных почвах бора горизонта оподзоливания обусловлены местными экологическими условиями, препятствующими развитию подзолообразования: жесткий термический режим, преобладание испарения над осадками и влияние жестких гидрокарбонатно-кальциевых грунтовых вод, циркулирующих на относительно водоупоре – пермских мергелях и карбонатных глинах.

В бору временное поверхностное переувлажнение характерно только для почв западин. Ранней весной и в периоды выпадения ливневых атмосферных осадков в почвах нижних третей склонов и западин кратковременное скопление воды способствует развитию в верхней части профиля кратковременных восстановительных процессов. В остальное время, и особенно в периоды иссушения, во всех почвах бора преобладает окислительная обстановка. Такое чередование окислительных и восстановительных условий приводит к развитию в основном слабых процессов оподзоливания и дифференциации почвенного профиля. Наряду с этим, к причинам, тормозящим и устраняющим процессы оподзоливания, как было сказано, следует отнести также и жесткость грунтовых вод гидрокарбонатно-кальциевого типа, особенно вод комплекса пестрых мергелей перми. Многочисленные данные химического состава вод, полученные нами, и данные гидрологических отчетов подтверждают и ранее сделанные замечания П.А. Земятченского (1933), что «в Бузулукском бору развитию и накоплению кислого гумуса под лесом препятствует значительная жесткость грунтовых вод, углекислая известь которых нейтрализует перегнойные вещества кислого характера». Об этом также свидетельствуют данные описаний многочисленных разрезов, в которых М.А. Коршунову (1947) «не удалось встретить типичного подзолистого горизонта» (с. 158).

Современный цикл формирования почв и направление почвообразовательных процессов в почвах бора уже в некоторой степени являются продуктом разносторонней человеческой деятельности, часто непродуманной. Это прежде всего сведение лесов (рубки) там, где они были, сопутствующие им пожары,

влияние нефтедобычи и обилия дорог в пределах Бузулукского бора. Происходят изреживание леса, смена одного типа сосняка другим и образование безлесных полей. Исследуя флору Бузулукского бора, М.В. Марков (1945) отмечал, что «заросли степных кустарников на первой террасе возникли в Бузулукском бору в результате разрушения человеком исходного сложного бора», а «обезлесение поймы не есть ли результат его вырубki и сплава по руслу Боровки?» Развитие травянистой растительности стимулирует дерновый процесс, который по характеру и направленности является противоположным подзолистому. И.В. Тюрин при изучении однотипных боровых песков в окрестностях г. Казани пришел к заключению, что «почвообразование на песчаных буграх происходит при участии растительности двоякого рода: более длительное время существующего сухого бора и развивающихся за сравнительно короткий срок травянистых ассоциаций степного типа, ... и что... в период развития травянисто-степной растительности, очевидно, осуществляется процесс, аналогичный черноземообразованию, что и сказывается в описываемых почвах формированием ясно выраженного перегнойного горизонта».

Исходя из выдвинутой С.С. Неуструевым (1916) гипотезы об одновременном облесении всей территории, представляет интерес генезис псевдофибр и некоторых других неконкреционных образований в профиле почв бора. Псевдофибры расположены в профиле дерново-подбуров, часто с глубоким уровнем грунтовых вод, экраном которых служат карбонатные коренные породы перми (мергели, доломиты, известняки) татарского яруса и более молодые (триас, юра, неоген) карбонатные породы. Поэтому псевдофибры как реликты более влажных эпох приурочены к почвам, сформированным на участках, где грунтовые воды во влажные эпохи стояли выше, чем сейчас. Неконкреционные новообразования в луговых и лугово-болотных оторфованных почвах (известь, псевдомицелий и др.), напротив, образованы при непосредственном участии грунтовых вод (транспортная функция) и подстилающих пород как источника карбонатов.

Таким образом, на исследуемой территории решающую роль следует отдать песчаным почвообразующим породам, определившим вместе с другими факторами среды развитие специфических почв и типов сосновых боров. Полагаем, что в динамике свойств и режимов почв наряду с эволюционными значительную роль играют и современные сезонные (циклические) колебания климата, грунтовых вод и других компонентов геоэкосистем.

Рекогносцировочное обследование почв Бузулукского бора проводилось нами при исследовании почвенного покрова Оренбургской области (1963–1975 гг.) в системе «Росгипрозем», в составе лаборатории экологии и мониторинга почв Института степи УрО РАН в 1998–2004 гг., при сборе и подготовке материалов для монографии «Почвы и земельные ресурсы Оренбургской области», а также при разработке Красной книги почв Оренбургской области (Климентьев и др., 2001). Полевым исследованиям предшествовала работа в архивах, где были изучены опубликованные и рукописные материалы, касающиеся почв бора.

В процессе полевых работ на всей современной территории Бузулукского бора было заложено более 150 почвенных разрезов и отобрано 356 образцов почв по генетическим горизонтам. Некоторые разрезы вскрывали уровень грун-

товых вод. Топографической основой служил план лесоустройства с горизонталями сечением через 5 м (М 1:25 000, цветной вариант) и карты с рельефом более мелкого масштаба (1:200 000 и 1:100 000). Опорные разрезы закладывали на репрезентативных участках или по геоморфологическим профилям (трансектам), сообразуясь частично с профилями М.А. Коршунова (см. рис. 6). Разумеется, они не охватывали все разнообразие почв, сформировавшихся под лесом. Использованы также опубликованные, рукописные и фондовые материалы. Проведена статистическая обработка данных, выполнены расчеты достоверных показателей мощности гумусовых горизонтов, содержания гумуса и др. Построены тренды и графики динамики осадков, ГТК, определены зависимости уровней грунтовых вод от факторов среды.

Образцы исследуемых почв подверглись следующим анализам: гранулометрический состав – пипеточным методом по Качинскому; гигроскопическая влага – весовым методом; реакция почвенного раствора (рН водный и солевой) – потенциметрически; содержание гумуса – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); лабильные органические вещества – по Н.Ф. Ганжара и Б.А. Борисову; содержание обменных оснований (Ca, Mg) – трилонометрически в 1 и NaCl, обменного натрия – на пламенном фотометре (вытеснение по Гедройцу) в модификации ЦИНАО (ГОСТ 36950-86); емкость поглощения – по методу Бобко-Аскинази в модификации Алешина; углекислота карбонатов – по методу ЦИНАО; подвижные формы фосфора – по Мачигину (в карбонатных почвах) в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91), калия – по Мачигину и Пейве, азот – по Кьельдалю; содержание легкорастворимых солей (анионно-катионный состав) – в водной вытяжке по ГОСТ 26423-85 – 26428-85). Подвижные формы тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Cd) определяли в вытяжке ацетатно-аммонийного буферного раствора (рН 4,8) атомно-абсорбционным методом на АА-спектрофотометре СС-115М1; валовой, минералогический состав – в лабораториях Геолкома Оренбургской области и других лабораториях.

При расчетах среднестатистических показателей морфогенетических и некоторых химических свойств почв использовался по возможности весь массив данных, в том числе и часть материалов предыдущих исследователей, указанных в работе. При расчетах некоторых показателей морфогенетических свойств почв, построении трендов погоды и динамики грунтовых вод помощь оказали докт. географ. наук, проф. В.Е. Тихонов и канд. техн. наук Е.Н. Сквалецкий, при систематизации аналитических материалов – ведущие инженеры-почвоведы лаборатории Т.Т. Воронкова и И.М. Маслова, а полевых картографических – канд. географ. наук В.П. Петрищев. Выражаем благодарность директору государственного предприятия «Оренбургский агрохимцентр», канд. с.-х. наук А.П. Березневу за возможность проведения части анализов, а также инженеру-исследователю лаборатории Е.В. Павлейчик за компьютерную подготовку материалов книги. Автор постоянно пользовался фондами библиотек Оренбургского областного краеведческого музея (зав. библиотекой Н.М. Выставкаина) и Института степи УрО РАН (зав. библиотекой Т.Н. Савинова), а также материалами и фондами гербария лаборатории биogeографии и мониторинга биоразнообразия (канд. биол. наук Н.О. Кин и О.Г. Калмыкова), за что выражаем им свою благодарность.

Благодарим также заведующего Отделом геоэкологии Горного института УрО РАН, док. географ. наук Ю.М. Нестеренко и канд. техн. наук Е.Н. Сквалецкого за совместные поездки и исследования динамики уровня грунтовых вод бора, его гидрогеологических условий с применением механического бура.

Выражаем большую благодарность Н.А. Цуканову, обеспечившему командировку в бор, а также канд. биол. наук С.И. Жданову, безотказно предоставлявшему личный транспорт при изучении псевдофибр.

Особую благодарность приносим бывшему директору БОРЛОС Л.В. Камышовой за возможность пользования всеми материалами библиотеки и фондов, за предоставление сотрудникам лаборатории экологии и мониторинга почв Института степи помещения для работы, ночевки и отдыха. Наша благодарность работникам библиотеки БОРЛОС, постоянно предоставлявшим нам материалы. Особо благодарим заведующего БОРЛОС И.Н. Смирнова, хорошо знающего бор и его расположение, много раз сопровождавшего нас при экспедициях по бору, а также других сотрудников станции за безотказную помощь.

Выражаю свою благодарность бывшему начальнику управления «Бузулукский бор» П.А. Кобзеву, уделившему внимание и нашедшему время для посещения и показа генетических резерватов сосны и отбора участков для закладки реперных разрезов при составлении Красной книги почв Оренбургской области и Красной книги почв России. Особая признательность Российскому фонду фундаментальных исследований, в том числе Ю.Б. Иванову, начальнику Отдела науки при правительстве Оренбургской области, за постоянную поддержку и заботу по финансированию исследовательских и издательских работ вообще и настоящей монографии, в частности.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И ДИНАМИКА ФАКТОРОВ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ БУЗУЛУКСКОГО БОРА

Природа сомкнулась для меня в единое целое, которое можно познать, только стоя на исследовании тех факторов, взаимодействие которых и дает этот великий синтез окружающей нас природы. Правда, дело касается преимущественно почвы, но мне кажется, что и нет в природе никакого другого тела или явления, которое бы в данное время так конкретно показало значение географического синтеза.

Г.Ф. Морозов

Известно, что структура и функционирование лесного покрова полностью определяются условиями внешней среды. В этой связи Г.Ф. Морозов (1931) писал: «Все стороны жизни леса как сложного организма, как социального целого — и степень энергии борьбы за существование, и степень изменения обстановки под пологом, и соотношение между породами, и характер живого и мертвого почвенного покрова, рост, плодоношение и возобновление леса ... — все это находится под железной властью окружающих местных, или, лучше сказать, географических условий среды» (с.88–89).

Бузулукский бор как геосистема представляет собой целое, состоящее из взаимосвязанных компонентов, подчиняющихся закономерностям, действующим в географической оболочке или ландшафтной сфере. На языке кибернетики геосистема — это особый класс управляющих систем, земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом (Сочава, 1963, 1978).

Функционирование ландшафта представляет собой множество физических, химических и биологических процессов вещественно-энергетического обмена между природными компонентами. Геоэкологический смысл таких процессов может быть вскрыт более отчетливо, если каждый из них рассматривать как определенное звено более сложного процесса, как составную часть механизмов взаимодействия между компонентами природного комплекса. При изучении единый физико-географический процесс целесообразно «расшить» на составляющие его звенья, рассматриваемые как процессы внешнего и внутреннего вещественно-энергетического обмена, определяющие субстантивно-функциональные и генетико-эволюционные особенности почв.

Компонентный анализ состояния, динамики, взаимосвязи и всего сценария взаимодействия факторов природной среды Бузулукского бора невозможен

но представить без участия локального, но весьма существенного фактора почвообразования – эолового и флювиального седиментогенеза. В процессе исследований мы пытались применить системный подход – выявить механизмы взаимосвязей составляющих элементов, дать анализ следующим взаимосвязанным блокам: а) геолого-геоморфологическому (геологическое строение, геоморфология и рельеф, подстилающие и материнские (почвообразующие) породы); б) климатическому (динамика современного климата и палеоклимата); в) гидрогеологическому (состав, свойства и динамика грунтовых и поверхностных вод); г) фитоценоотическому; д) антропогенному, в том числе пирогенному.

Первый блок (литогенный), отличающийся более длительным временем развития, выступает как ведущий, определяющий консервативное начало ландшафтообразования на Общем Сырте, создающий жесткий макросубстратный каркас, в граничных условиях которого осуществляется динамика транзитных (гидроклиматических) микросубстратных компонентов и формируется облик почвенно-фитоценоотического макросубстрата (Крауклис, 1979; Солнцев, 2001). Литогенные свойства почв унаследованы от исходных пород, а педогенные появились позже в результате почвообразования. Важным моментом в данной ситуации является анализ как «внешнего», так и, особенно, «внутреннего» рельефа, во многом определяющего уровень грунтовых вод и лесорастительные условия бора, а также генезис почв.

Климатический (в том числе палеоклиматический) блок отображает не только зонально-региональный фон атмосферных процессов, но и палеоклимат, а также местные особенности климата и микроклимата на Общем Сырте, определяющие ниши фитоценозов и почв отдельных частей территории, их эволюцию, а также внутриландшафтную и внутрипрофильную дифференциацию. Кроме того, климат (и палеоклимат) служат первостепенными передаточными звеньями техногенного загрязнения почв и других компонентов ландшафта, а также факторами формирования геохимических барьеров.

Гидрогеологический блок обуславливает локальные параметры и интенсивность геопотоков (водных, воздушных, литодинамических, биогенных), влияющих наряду с рельефом и другими компонентами на эволюцию, экологические свойства и режимы ландшафтов, почв и растительности бора. Состояние и динамика фитоценозов, как наиболее динамичной системы бора, характеризуют результирующий эффект формирования природного комплекса, служат хорошим индикатором его устойчивости и средством оценки режимов почв и других компонентов ландшафта. Только при ведущей роли литогенно-гидроклиматического блока произошло формирование генетического природно-территориального единства ландшафта почв и растительности, связанных общей историей развития. Таким образом, три фактора – порода, климат и биота – являются носителями вещества и энергии и вправе рассматриваться как прямые факторы среды, участвующие в почвообразовании.

Антропогенез (в том числе пирогенез) выступает как фактор внутриландшафтной и почвенной дифференциации, формирующий структуру и динамику фитоценозов, микроландшафтов, почв и других систем в пределах того или иного природного фона. В результате возникают антропогенные ландшафты, техногенные почвы и другие компоненты, происходит тех-

ногенная генерация определенных процессов массо-энергопереноса в ландшафтах, которая часто приводит к гибели фитоценозов из-за сильного загрязнения среды.

Почва и почвенный покров считаются основными, приоритетными природными компонентами, индицирующими ландшафтно-геохимическую среду. В структуре почвенного покрова интегрированы сведения о межкомпонентных экологических связях и ландшафтообразующей роли факторов среды. В генезисе почв отражена история ландшафта, особенности вещественного состава и другие важные признаки, в том числе касающиеся загрязнения среды. Как заключительное звено малого биологического круговорота и резервный фонд экосистемы (Одум, 1975) почвенный блок является репрезентативным объектом исследования, принимает и отражает в себе кумулятивный эффект сложного взаимодействия природных компонентов и антропогенных воздействий, принимающих часто нелинейный характер⁴.

Представляя собой пограничное тело – верхнюю часть литосферы, поверхностный слой (органо-минеральная матрица) выступает как сложная педо-экзогенная структура, определяющая многие свойства и режимы почв: содержание и состав обменных катионов, влагоемкость, структуру и т. д. В условиях Бузулукского бора формирование почв, их свойств и режимов в значительной мере определяется минеральной основой (матрицей) песчаных отложений (кварц, полевые шпаты, гидрослюда и т. д.). В почвах бора, имеющих слабо развитую педоматрицу, содержание и запасы гумуса незначительны по сравнению с более развитой матрицей почв прилегающих степных плакоров. От степени развития минеральной матрицы зависят образование и накопление в почве гумусовых веществ, миграция органо-минеральных соединений, создание геохимических барьеров на пути природно-техногенных потоков, закрепление и инактивация загрязнителей, охрана подземных вод. Таким образом, матрица песчаных почв (вместе с органической) ответственна за многие почвообразовательные процессы и экологические функции почв бора, а сами почвы выступают как управляющее звено экосистем и биосферы.

4.1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ (МАТЕРИНСКИЕ) И ПОДСТИЛАЮЩИЕ (КОРЕННЫЕ) ПОРОДЫ

4.1.1. Геологическое строение территории

Бузулукский бор относится к Волжско-Уральскому массиву песков, расположенному на границе степи и полупустыни. Геологическое строение массива определяется положением его на юго-западных склонах Общего Сырта в обширной Присамарской котловине, являющейся северной частью Прикаспийской синеклизы – древней тектонической впадины, сниженной на 100–150 м по сравнению с окружающей местностью. Мощная толща осадков (от палеозойских до четвертичных) является ложем песков бора, которое представлено из-

⁴Почвенные горизонты и профили «писались и стирались» многими факторами среды согласно «стреле времени».

вестняками, доломитами и верхним ярусом мергелей и песчаников, сформированных в каменноугольное и пермское время. В триасе и начале юры территория Общего Сырта была сушей, континентальный теплый климат формировал субтропические коры выветривания. Абразия доломитов и других пород транспортировала, сортировала и откладывала (отмучивала) продукты, сортируя и кварцевые мелкозернистые пески. В палеогеновое время существовало мелкое и холодное море.

До конца палеогена здесь преобладали морские условия. В неогене вследствие интенсивных тектонических поднятий наступил цикл континентального развития. С этого времени под действием различных процессов денудации и аккумуляции образовался покров континентальных отложений мощностью до 100–120 м. Большая часть водоразделов и склонов покрыта четвертичными лёссовидными тяжелыми суглинками, на Общем Сырте – легкими глинами. Генезис четвертичных лёссовидных почвообразующих пород мощностью около 10 м – аэриально-эоловый. После каждой из ледниковых эпох территория Предуралья испытывала сильное иссушение. Эрозия (абляция) сопровождалась понижением возвышенностей и образованием делювиального чехла за счет временных потоков, образованных в результате зимних снегов и летних ливней. В четвертичном периоде в периоды ликвидации ледникового покрова при сухом, холодном, но теплеющем климате появилось множество временных потоков, усиленно преобразовывавших рельеф.

Изучая глины Приволжской возвышенности и Сыртового Заволжья, И.И. Плюсин (1931) выделил возрастные генерации делювия в строгом соответствии с возрастом и ходом развития склонов (табл. 2). На южных соляных склонах делювий обычно более грубозернистый и богат солями (главным образом карбонатами и сульфатами), а делювий пологих северных позиций менее засолен и более тяжел по гранулометрическому составу. Последледниковый делювий в основной своей массе характеризуется относительно тяжелым составом, что объясняется многократностью переотложения и разноса древнего материала с последующим выравниванием форм поверхности.

Бузулукский бор расположен в обширной котловине (низине), представляющей собой голоценовую аккумулятивно-эоловую равнину, сложенную преимущественно полиминеральными среднезернистыми полимиктовыми песками (0,25–0,1 мм) мощностью более 20 м. Котловина сопровождается правый берег р. Самары, где в нее впадает наиболее значительный приток р. Боровка с довольно отчетливыми террасами, спускающимися с обеих сторон к ее современной пойме. Долины рек врезаются своими руслами более чем на 115 м ниже водораздельных плато (рис. 8–10).

Рельеф котловины представлен поймой р. Боровки, двумя террасами различного уровня и возраста (миндел и ресс соответственно) и склонами коренных берегов (правого и левого), прикрытых песчано-суглинистым шлейфом различной, в основном незначительной (до 20–30 м), мощности. Сложена она позднеледниковыми песчаными и супесчаными отложениями аллювиально-морского (возможно) и дельтового происхождения при смене высоты стояния уровня вод мирового океана, подпиравшего прареки. В процессе эволюции пески подвергались пустынной дефляции, особенно размытым протекавшими здесь реками (ПраСамарой и ее притоками), осложнялись наносами кратковременно

Таблица 2

Физико-химические свойства глин (по: И.И. Плюснин, 1931)

Глины	Содержание, %			Уд. вес, г/см ³	Об. вес, г/см ³	Скважность, %	Плотность по Аттербергу, %	Потеря при прокаливании, %	Валовой состав, % на прокаленную навеску					
	песка	пыли	ила						SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	CaO	MgO
Акчагыльские	12	75	13	2,5	2,0	19,5	—	8,3	70,2	20,5	1,0	0,5	1,0	1,0
Сыртовые	5	47	48	2,7	1,9	41,8	30	6,5	64,3	16,3	5,0	0,2	6,0	2,1
Делювиальные	23	67	10	2,6	1,5	42,0	22	7,7	65,1	11,7	11,8	1,8	6,7	2,2
Элювиальные	6,5	45,8	38	—	—	—	—	13,2	57,8	15,2	5,2	0,6	7,5	1,8
Древнеаллювиальные	9	91	—	2,6	1,8	22,4	49,1	6,8	64,7	14,3	6,0	0,8	5,2	1,4

существовавших дельт, береговыми валами, террасами, образованными трансгрессивными и регрессивными стадиями Каспия и подпором прарек Волжского бассейна, наступавшим (или отступавшим) при вариациях уровня вод мирового океана. Согласно П.А. Земайтченскому (1904), дюны Бузулукского бора — наследие более сухой эпохи, когда в низовьях долины в то время уже существовавшей р. Боровки размывавшиеся ею постплиоценовые (а может быть, и плиоценовые) суглинки и пески подвергались развеванию. Он склонен был считать бор реликтом древних боров, существовавших во времена более влажного климата, и предвещал ему близкую гибель с прогрессом сухости климата и ростом антропогенного пресса. В.В. Сукачев также высказывал мысль о замене бора лиственными лесами. Г.Н. Высоцкий полагал, что условия климата и почв соответствуют необходимым для произрастания бора. Во всяком случае, он не видел прогрессивной естественной гибели бора и резкого иссушения климата. Причиной исчезновения болот и озер в бору он ошибочно считал рост площадей лесных насаждений при наличии охраны их лесными ведомствами. С.С. Неуструев указывал, что «громадная площадь дюн Бузулукского бора — не современная. Она произошла в несколько сухую, предшествовавшую нашему времени эпоху. Интересные находки доисторического человека в дюнах у с. Борского быть может прольют свет на это время. Быть может, дюны бора древнее».

Мы склонны придерживаться концепции водного генезиса рельефа. По мере снижения уровня вод мирового океана формировались подпрудные перигляциальные озера на разных уровнях рельефа. Соединяясь протоками, они дали начало руслам рек. Основные «руководящие» «дюны», холмы и гривы — результат преимущественно водных делювиальных потоков и праозер, сформировавших «внутренний» рельеф территории и наложивших на него песчаный чехол различной мощности. Последующая водно-эоловая моделировка расположенных на разных уровнях террас проходила в более поздние эпохи и продолжается в настоящее время.

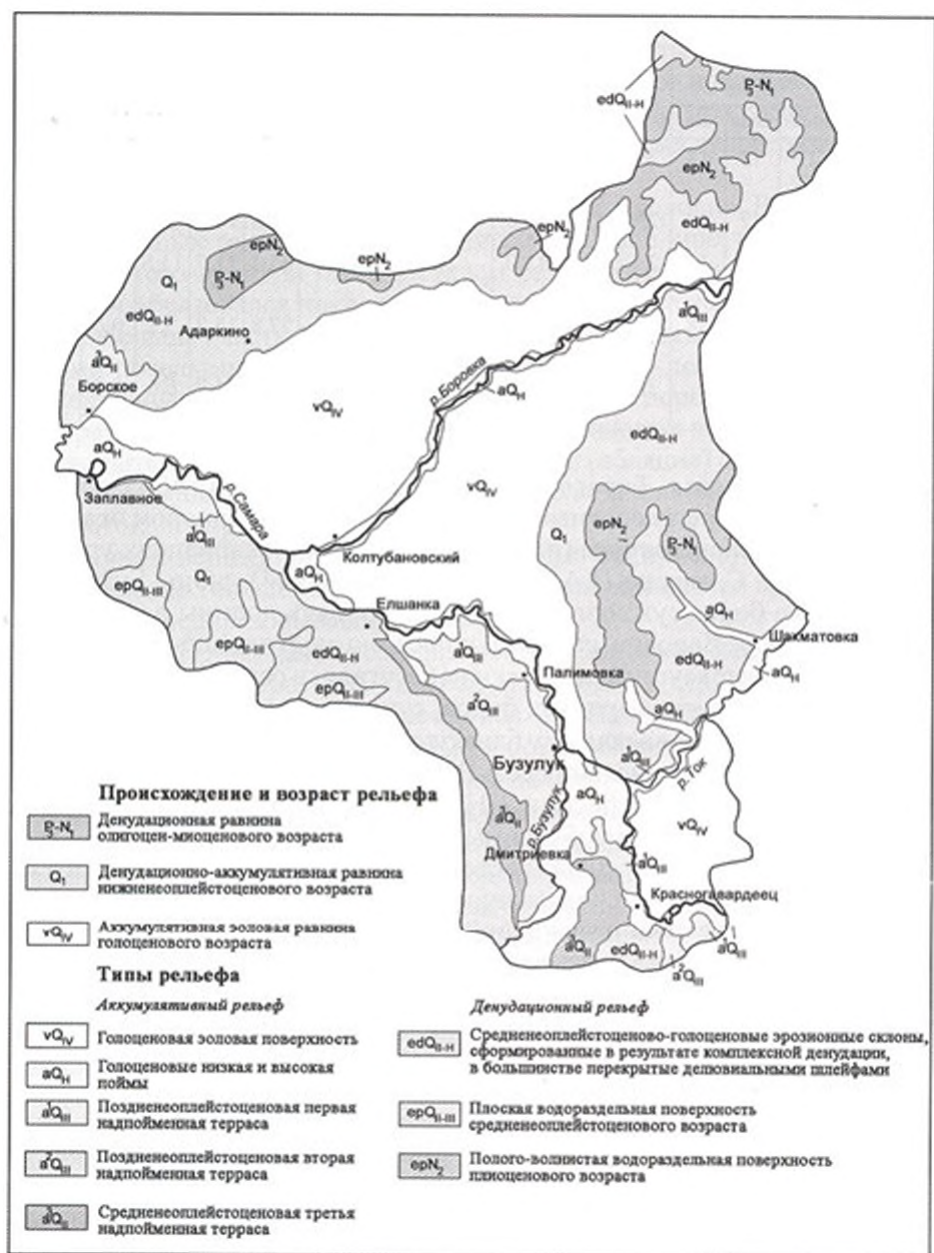


Рис. 8. Геоморфологическая схема территории Бузулукского бора (по материалам Г.М. Белья, 2003)

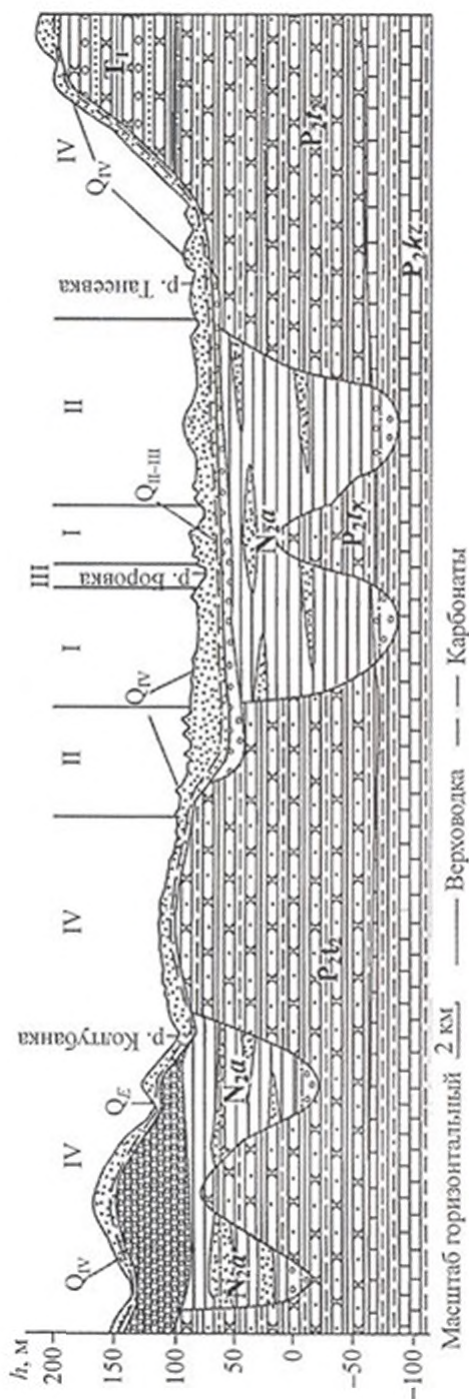


Рис. 9. Экологический профиль в расширенной части р. Боровки через пос. Опытный.

I – первая надпойменная терраса р. Боровки с волнисто-равнинным рельефом. Моховой бор I и II бонитета на подбурках дерновых оподзоленных, пседофибровых слабогумусированных и слабогумусовых маломощных супесчаных и песчаных. По «высокому» рельефу – вершинам и южным третям склонов – лишайниковый сухой бор III и II бонитета, гари на подбурках дерновых слабогумусированных мало- и среднемошных песчаных (комплекс сочетаний).

II – вторая надпойменная терраса р. Боровки с высокими и средними долинами всхолмленными. На остальных части территории – моховой бор II и III бонитета на подбурках дерновых пседофибровых слабогумусированных мало- и среднемошных песчаных (комплекс сочетаний).

III – пойма р. Боровки, припойменный сосняк на аллювиальных серогумусовых дерновых (иногда с пседофибрами и карбонатами) среднемошных супесчаных почвах.

IV – плажеры и склоны берега, прикритые песчано-углинистым иллейфом; дубняк и липово-сосновый или бор дубово-липовый влажный и свежий на черноземных супесчаных и подбурках литоберьерных слабоподзоленных средне- и легкосуглинистых с двухчленным профилем, подстидаемых мергелями.

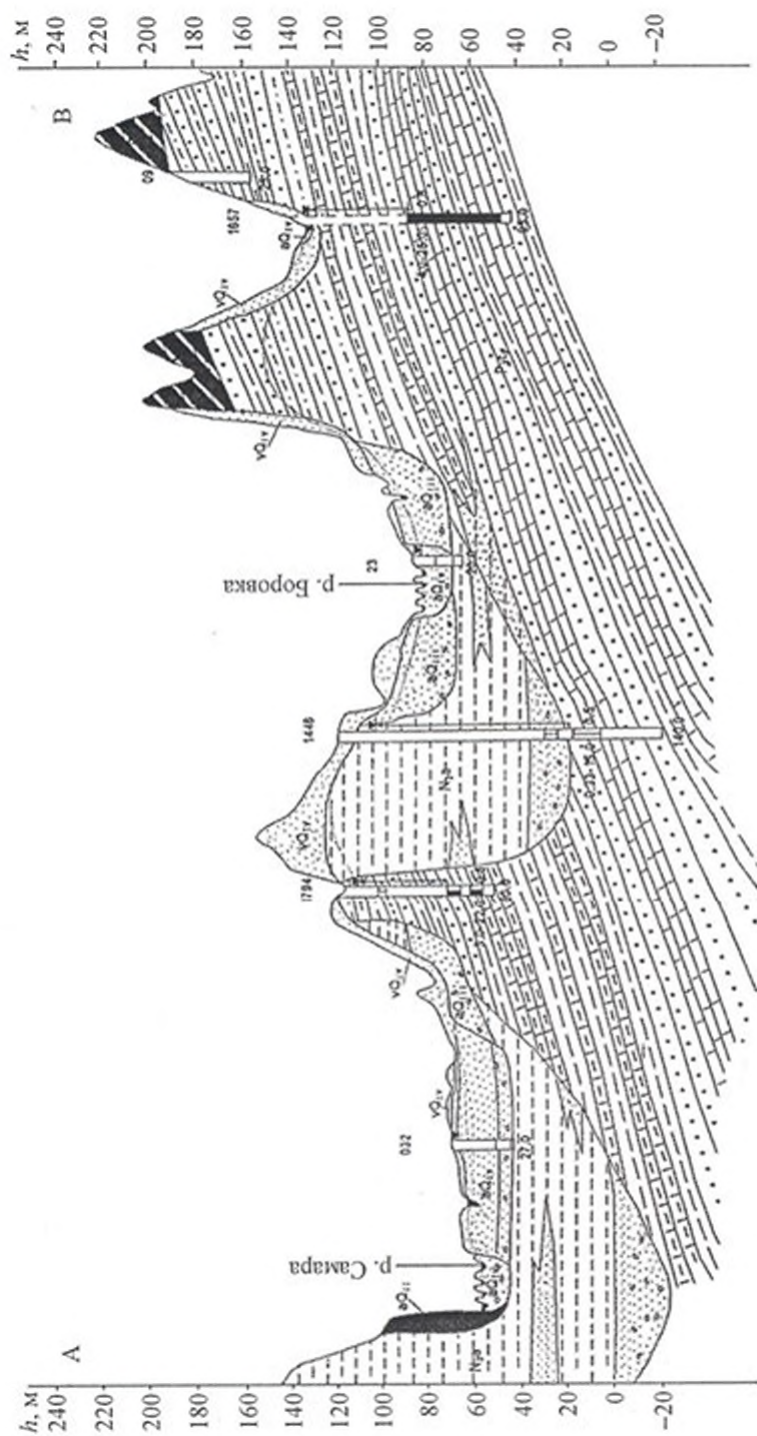


Рис. 10. Геолого-геоморфогидрологический разрез по линии АВ (рис. 12).

аQ_{4-n} – четвертичный (среднелейстоцен-голоценовый) аллювиальный комплекс (пески, гравий, галечники с отдельными прослоями супесей, суглинков и глин); аQ₄ – четвертичный (зоплейстоценовый) озерно-аллювиальный комплекс (гравий, галечники, глины); N_{3a} – неогеновый (плиоценовый, апшеронский ярус) комплекс (глины с линзами песков и галечников на базальном уровне); T_{3kr} – триасовый (нижний триас, копанский горизонт) комплекс (пески, глины, песчаники, конгломераты); P_{3s} – пермский (верхнетатарский) комплекс (алевролиты, глины, песчаники, известняки); P_{3i} – пермский (верхнеказанский) комплекс (аргиллиты, алевролиты, песчаники, слои известняков, конгломератов с прослоями мергелей); P_{3kz} – пермский (верхнеказанский) комплекс (алевролиты, аргиллиты с прослоями известняков, песчаников, доломитов, линзами мергелей, гипсов, конгломератов).

4.1.2. Почвообразующие (материнские) и подстилающие (коренные) породы

Днище и склоны котловины подстилают пермские (татарский ярус) отложения, а также более поздние – глины и суглинки триаса и юры, из которых сформирован «внутренний» рельеф территории и на которых покоятся древнеаллювиальные (плейстоценовые) песчаные образования. Пески, являющиеся в свою очередь материнскими почвообразующими породами для почв Бузулукского бора, в конце плейстоцена–начале голоцена подверглись дополнительной эрозийной переработке с окончательным формированием современного дюнно-грядово-холмистого рельефа («внешний» рельеф). Впрочем, происхождение песков различно. В период размыва восточной и центральной частей Общего Сырта все породы до перми (юра, триас, мел, неоген) были смыты, перемыты и переотложены в делювий. Более молодые, чем пермские, породы сохранились лишь в западной и юго-западной частях Общего Сырта (Голубой Сырт).

Общей чертой пермских отложений является литологическая неоднородность, пестрый гранулометрический состав и красноцветность. Красные тона – от нежно-розовых до ярко красных и малиновых – преобладают во многих фациях перми и триаса. Разнообразие оттенков красного цвета и примесь иногда серых, серо-зеленых, голубоватых оттенков мергелей, опок и глин создали ту сложную гамму цветов, за которую пермские отложения получили название «пестроцветной перми». Только сырцовые глины представлены тяжелыми шоколадно-бурыми отложениями с конкрециями извести и массовым распространением мелких кристаллов гипса. С.С. Неуструев считал их субкальвальными отложениями. Мы считаем их, кроме того, древними почвами. Действительно, сырцовые глины водоупорные всегда занимают понижения в рельефе, причем к окраинам они включают грубый обломочный материал и, выклиниваясь, переходят в прослой галечников. Сбегавшие с возвышенностей потоки воды времен окончанья ледниковой эпохи широко разливались по равнине, унося с собой мелко отмученный илистый материал, который осаждался из воды.

В Бузулукском бору фактору «почвообразующая порода» принадлежит особая роль, благодаря чему генезис почв не отделим от генезиса материнской породы. Представляя собой твердофазную основу, почвообразующие породы передают почве литогенно-унаследованные признаки, сформировавшиеся еще до этапа голоценового почвообразования, обусловленные сложным сочетанием эндогенных и экзогенных факторов.

Почвообразующие породы Бузулукского бора представлены флювиогляциальными, хорошо отсортированными песками и значительно отличаются от подстилающих их глин и суглинков (табл. 3, 4, рис. 11). В них резко преобладает песчаная фракция (1,0–0,05 мм), мало физической глины (< 0,01 мм) и ила (< 0,001 мм). Почвообразующая порода в бору остается неотъемлемой частью всех горизонтов, затронутых почвообразованием, образуя «каркас самой почвы». Богатство песчаными фракциями (более 80%) и бедность глинистыми – атрибутивные свойства материнских пород, определяющие бесструктурность, очень низкую поглотительную способность, составляющую 5–7 мг-экв на 100 г, и незначительную буферность. Это способствует быстрому вымыванию вглубь продуктов выветривания. В общем гранулометрический состав почвообразующих

Таблица 3

**Гранулометрический состав материнских пород госзаповедника «Бузулукский бор»
(по: М.А. Коршунов, 1947)**

№ разреза/ квартала	Приуроченность разреза к элементу рельефа	Глубина отбора образца, см	Гигроскопи- ческая влага, %	Количество частиц, %, размером, мм			
				> 0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	< 0,01
197/132	Центральная пойма р. Боровки	200–210	0,74	0,58	97,30	1,00	1,12
251/118	Первая надпойменная терраса р. Боровки	200–210	0,70	0,73	98,03	0,66	0,68
225/52	Вершина пологой дюны	190–200	0,66	1,85	96,81	0,19	1,15
48/100	Склон высокой гряды (резко волнистый рельеф)	200–210	0,65	7,05	91,74	0,38	0,83

пород характеризуется преобладанием частиц диаметром от 1 до 0,05 мм (фракция «физического песка»). Соотношение в содержании мелкого песка (0,25–0,05 мм), с одной стороны, и среднего и крупного (0,25–1 мм) – с другой, неустойчиво и дает при анализах значительные колебания. На долю мелких фракций («физической глины») приходится всего 2–3%. Содержание скелетных частиц (более 1 мм) обычно не превышает 1%. Почвообразовательные процессы приводят к увеличению содержания «физической глины» (частицы 0,01 мм) в верхних горизонтах почвы, но оно сравнительно невелико. Лишь почвы западин дают право отнести верхние горизонты к супесям (по содержанию частиц < 0,01 мм).

Гранулометрический состав этих почв определяет их легкую водо- и воздухопроницаемость. Следует, однако, отметить, что наличие псевдофибр может существенно влиять на условия передвижения влаги в профиле почв. Вместе с тем относительно легкий гранулометрический состав песчаных почв при наличии псевдофибр обеспечивает довольно медленное движение грунтовых вод. Условия капиллярного подъема влаги в этих грунтах, очевидно, малоблагоприятны, однако пока неясна роль в данном процессе псевдофибр. Запасы неусвояемой влаги здесь невелики. Относительно медленный отток грунтовых вод при наличии капиллярной влаги должен обеспечивать в условиях нормального выпадения осадков достаточное для сосновых лесов количество влаги, что и наблюдается в действительности. Аэрация почв здесь также вполне благоприятна. Высокая водопроницаемость (более 100 мм/ч) и малая водоудерживающая способность ($HV = 2,5–10,0\%$) обуславливают прерывистый неустойчивый «маятниковый» водный режим песков. Преобладание стыковой влаги приводит к процессам растворения, гидролиза, но она не способна переносить продукты выветривания к поверхности, при влажности более наименьшей влагоемкости эти продукты выносятся на определенную глубину (до 1,5–5,0 м) и почти не возвращаются капиллярным путем, так как высота капиллярного поднятия незначительная – до 70–80 см над уровнем грунтовых вод. Растворенные в воде карбонаты формируют в почвах временные слабые вторичные новообразования (кристаллики, мука, псевдомицелий) непосредственно над грунтовыми водами, которые при подъеме уровня исчезают. Пески имеют высокую воздухопроницаемость, связанную с их крупностью, порозность также высока и

Таблица 4

**Гранулометрический состав почвообразующих и подстилающих пород
Бузулукского бора**

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, размером, мм							Гигропласта, %
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01	
Вторая надпойменная терраса р. Боровки (высокий рельеф)									
1004	C2 130-140	9,0	87,9	0,2	1,1	1,0	0,8	2,9	0,82
	C3 205-215	7,0	89,7	0,4	1,2	1,0	0,7	2,9	0,87
1104	C1 140-150	12,3	84,2	0,8	0,4	0,9	1,4	2,7	0,84
	C2 190-200	12,4	84,2	0,8	0,4	0,8	1,4	2,6	0,79
1204	C1 165-175	12,9	82,8	1,1	Не опр.	0,9	2,3	3,2	0,86
	C2 230-240	13,8	81,6	1,2	0,3	1,0	2,1	3,4	0,79
Вторая надпойменная терраса р. Боровки (слабоволнистый рельеф)									
1404	C 190-200	21,06	73,01	0,39	0,18	0,14	4,54	5,54	0,80
1504	C1 150-160	9,0	79,97	1,73	0,20	1,00	8,10	9,30	0,86
	C2 190-200	9,0	80,04	1,69	0,74	0,44	8,09	9,27	0,88
1304	C1 160-170	11,9	78,6	4,8	1,2	1,4	2,1	4,7	0,79
	C2 250-260	12,8	77,5	4,9	1,3	1,2	2,3	4,8	0,79
Первая надпойменная терраса р. Боровки (собственно бор)									
1-2000	C 165-170	3,51	78,89	4,4	1,6	2,8	8,8	13,2	Не опр.
9604	C 80-90	77,2	13,3	2,2	0,7	0,6	6,0	7,3	0,25
7-2001	C 190-200	30,04	56,76	0,8	1,6	0,2	10,6	12,4	1,11
251	C 200-210	0,73	98,03	0,66		Не опр.		0,68	0,72
300	C 130-140	9,58	88,16	0,68		Не опр.		2,58	0,64
Первая надпойменная терраса р. Боровки, расположенная выше бора (верховья)									
139	C 160-170	1,6	0,1	37,5	7,0	22,6	31,2	60,8	2,5
122	C 90-100	0,1	35,6	15,5	5,0	16,3	27,5	48,8	5,3
51	C 190-200	0,2	42,7	20,4	5,3	12,8	18,6	36,7	2,9
119	C 180-190	0,6	14,6	35,9	7,8	11,3	30,3	48,9	0,75
Аллювиальные отложения поймы р. Боровки									
38	C 200-210	0,7	33,7	27,7	3,5	13,1	21,3	37,9	2,5
16	C 200-210	10,2	40,1	19,8	2,7	13,3	13,9	29,9	2,6
14	C 200-210	15,8	29,2	35,3	1,6	7,9	10,2	19,7	1,5
73	C 190-200	0,1	25,4	29,9	4,6	17,0	23,0	44,6	2,8
141	C 220-230	4,2	20,2	33,6	6,7	17,0	18,3	42,0	2,6
Аллювиальные отложения поймы р. Самары									
91	C 150-160	50,8	32,0	0,4	1,9	6,2	8,7	16,8	1,2
Выходы на поверхность опок у с. Паники (подстилающие породы)									
1к	C 200-210	0,14	19,06	58,4	3,2	8,0	11,2	22,4	Не опр.
2к	C 200-210	0,14	9,46	26,4	32,0	3,6	28,4	64,0	—“—
3к	C 200-210	0,22	45,38	29,6	5,6	4,4	14,8	24,8	—“—

Окончание табл. 4

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почв, размером, мм							Гигропла-га, %
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01	
Желто-бурые карбонатные глины и суглинки приборовых водоразделов									
9-2001	С 140-150	0,9	4,7	22,4	12,0	12,4	47,6	72,0	Не опр.
163	С 190-200	2,1	1,9	20,2	9,1	20,9	45,8	75,8	4,0
164	С 160-170	6,6	17,0	19,0	8,2	12,1	36,4	56,7	3,8
135	С 170-180	1,6	22,1	40,1	7,5	13,4	15,3	36,2	2,6
16	С 180-190	1,8	13,9	34,1	12,9	13,5	24,7	51,1	8,2
40	С 170-180	2,8	4,3	33,1	7,8	16,1	35,9	59,8	4,5
132	С 50-155	12,7	57,6	8,4	3,9	7,6	9,8	21,3	2,4
1101	С 180-190	13,4	43,4	16,9	3,6	8,8	13,9	26,3	2,0
156	С 190-200	9,4	45,5	13,0	3,6	6,3	22,2	32,1	2,3
111	С 150-155	17,5	30,7	17,6	3,6	11,1	19,5	34,2	1,8
1184	С 110-120	9,0	43,7	12,3	3,0	9,6	22,4	35,0	2,8
190	С 190-200	22,8	66,7	4,2	0,2	0,6	5,5	6,3	3,1
134	С 190-200	55,3	25,3	9,8	1,7	3,6	4,3	9,6	3,5
127	С 180-185	16,5	45,3	10,5	4,2	5,6	17,0	27,7	2,6
177	Д 180-190	4,8	15,4	30,8	12,5	9,2	27,3	49,0	3,8
143	С 140-150	21,8	65,7	1,1	2,6	4,0	4,8	11,4	1,6
11	С 150-155	29,9	44,8	8,3	2,3	5,7	9,0	17,0	1,0

составляет более 50%. Раннее прогревание их весной, особенно остепненных безлесных участков бора, и глубокое промерзание зимой создают особый микроклимат (Гаель, 1952). Низкая теплоемкость и высокая теплопроводность песков, в составе которых преобладают кварц и полевые шпаты, определяют контрастный термический режим почв.

4.1.3. Минералогический состав почвообразующих и подстилающих пород

Результаты минералогического анализа фракции 0,1-0,001 мм в образцах наиболее распространенных подстилающих пород Бузулукского бора приведены в описаниях двух разрезов и в табл. 5, 6.

Разрез 1к – красно-бурая опесчаненная глина с прослоями мергеля. Микроскопически – алевроито-пелитовая структура. Основная масса состоит из частиц размером 0,05-0,01 мм и меньше: криптокристаллического кальцита – до 40%, глинистой массы – до 50%, кварца – 9%, рудных и других минералов – до 40%. Кроме кварца, в образце обнаружены чешуйки серицита, хлорита, мусковита и рудного минерала. В числе единичных минералов – эпидот, доломит. Очень своеобразна окраска обломков кварца и других минералов гидроокисью железа. Многие минералы, в том числе и роговая обманка, хорошо сохранили свою первоначальную структуру. Роговая обманка – руководящий минерал татарского яруса (Саркисян, 1949).

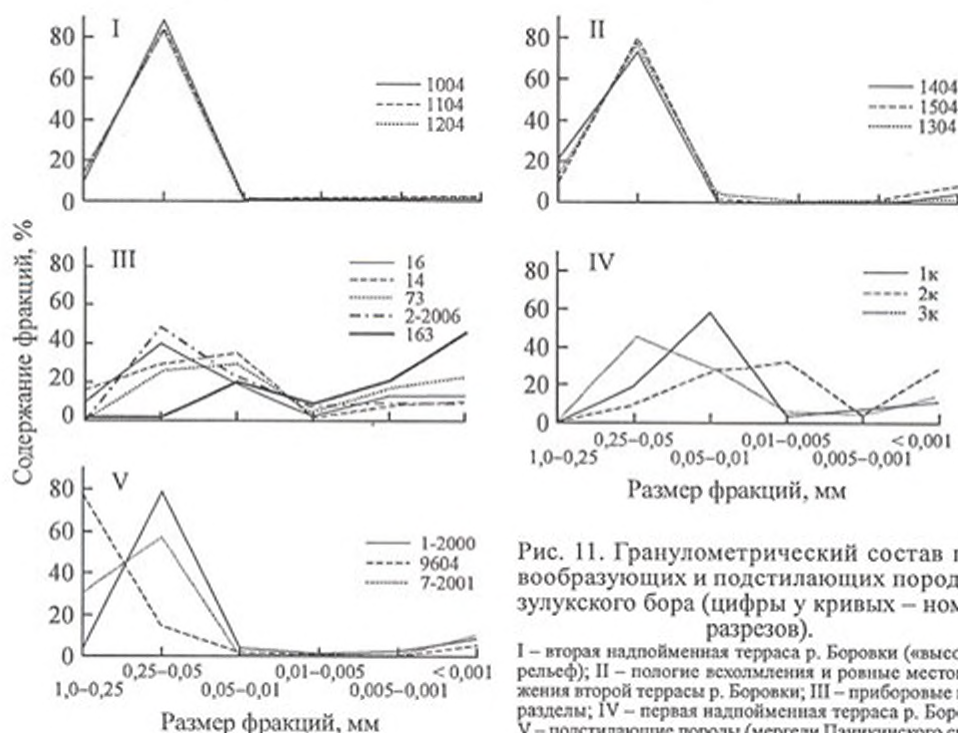


Рис. 11. Гранулометрический состав почвообразующих и подстилающих пород Бузулукского бора (цифры у кривых – номера разрезов).

I – вторая надпойменная терраса р. Боровки («высокий» рельеф); II – пологие всхолмления и ровные местоположения второй террасы р. Боровки; III – прибрежные водоразделы; IV – первая надпойменная терраса р. Боровки; V – подстилающие породы (мергели Паникинского сырта)

Разрез 2к – пермская глина (розово-красная) алевроито-пелитовой структуры. Выветрившиеся аргиллиты. Основная масса – плитчато-угловато-призматические агрегаты, поверхность которых блестящая, на изломе – матовая. Сильно набухает. Однородная пелитомофная структура, листочки гидрослюдистых минералов, угловатые зерна кварца $< 0,01$ мм, единичные чешуйки роговой обманки, хлорита, гидрогематита, обломки эффузивных пород, крупные обломки кварца – угловатые, белые, прозрачные, мелкие – окрашены в красноватый цвет, криптокристаллический кальцит. Основными компонентами илистых фракций являются гидрослюды (иллит), каолинит, смешанно-слоистые иллит-монтмориллонитовые образования, а также высокодисперсный кварц и хлорит.

Минералогический состав илистых фракций, выделенных из песчаных пород Бузулукского бора по методике Н.И. Горбунова, изучен А.Г. Гаелем и А.В. Хабаровым (1971) на основании данных дифференциального термического (табл. 6) и рентген-дифрактометрического (рис. 12) анализов. Соотношение отдельных фракций минералов в трех пробах песка почти одинаковое. Содержание тяжелой фракции минералов находится в пределах 0,7–1,8%, породообразующих минералов – от 92,4 до 99,1%, а легкой фракции не превышает 2,6%. Фракция породообразующих минералов складывается в основном из резко преобладающего кварца («кварцевые пески») – 69–72%, полевых шпатов – 12% и обломков различных пород – 9%. В тяжелой фракции обнаружено присутствие карбонатов (Ca^{++} и Mg^{++}) в виде кристаллических зерен, но в основном в виде обломков раковин, незначительное содержание роговой обманки (ее количе-

Таблица 6

Минералогический состав песчаных отложений (по: Гаель, Хабаров, 1971), %

Фракция породообразующих минералов	Фракция тяжелых минералов (уд. вес. > 2,75)	Фракция легких минералов (уд. вес. < 2,44)
Кварц – 72	Магнетит и ильменит – 3	Обломки глинистых пород и минерал. гр. глин – 80
Полевой шпат – 12	Окислы железа – 5–8	Кремнезем аморфный – 2
Слюды < 1	Нерудные непрозрачные минералы – 50	Растительные углистые остатки – 1
Карбонаты (Ca) – 6	Гранат – 3	
Обломки пород (роговики, сланцы) – 9	Апатит < 1	
	Карбонаты (Ca и Mg) – 8	
	Роговая обманка – 2	

ство колеблется в пределах 0,5–4,0%, в среднем 2,3%), устойчивых метаморфических минералов (8%). Нерудных, непрозрачных минералов до 52% и в среднем 8% красно-бурых окислов железа.

На термограммах илистых фракций песков Приуральской провинции обнаружены значительный эндотермический эффект при максимуме температуры 110–130° и небольшие эффекты – при других температурах. Термограммы указывают на присутствие довольно значительного количества аморфных веществ. Умеренный по интенсивности эндотермический среднетемпературный максимум, а также наличие эндотермической высокотемпературной (860–900°) остановки при слабом экзотермическом эффекте в области высоких температур свойственны фазовым превращениям минералов типа 2:1 с небольшим количеством их набухающих форм. Низкотемпературные эндоэффекты обусловлены обезвоживанием аморфных соединений и монтмориллонитовых пакетов смешаннослойных образований. Эндотермические эффекты при 230–330° свидетельствуют о присутствии окристаллизованных полутонких окислов – гетита и гиббсита. Наибольшее их количество отмечается в илистых фракциях. Эндоэффекты при 550–580° связаны с дегидроксилизацией слюдистых, хлоритовых и монтмориллонитовых пакетов (Гаель, Хабаров, 1971). Экзотермическая реакция между 900–1000°, возможно, обусловлена перекристаллизацией продуктов разрушения гидрослюды.

Пески Бузулукского бора содержат 83–87% SiO₂. Количество R₂O₃ возрастает до 7,2%, а молекулярное соотношение SiO₂:R₂O₃ снижается до 1,0–2,8% (табл. 7). Наибольшее количество SiO₂ здесь приурочено к перевеянным пескам вершин дюн. В них же и самое высокое соотношение SiO₂:R₂O₃ и самое низкое количество полутонких окислов (2,02–5,33%). Содержание CaO даже в выщелоченных от карбонатов песках достаточно высокое (0,5–2,9%), что связано с присутствием плагиоклазов. В карбонатных горизонтах песков CaO еще больше в связи с тем, что, кроме плагиоклазов, в них сохранился и кальцит. Вследствие увеличения в песках калий- и натрийсодержащих минералов (полевых шпатов, слюд) повышается также содержание K₂O и Na₂O.

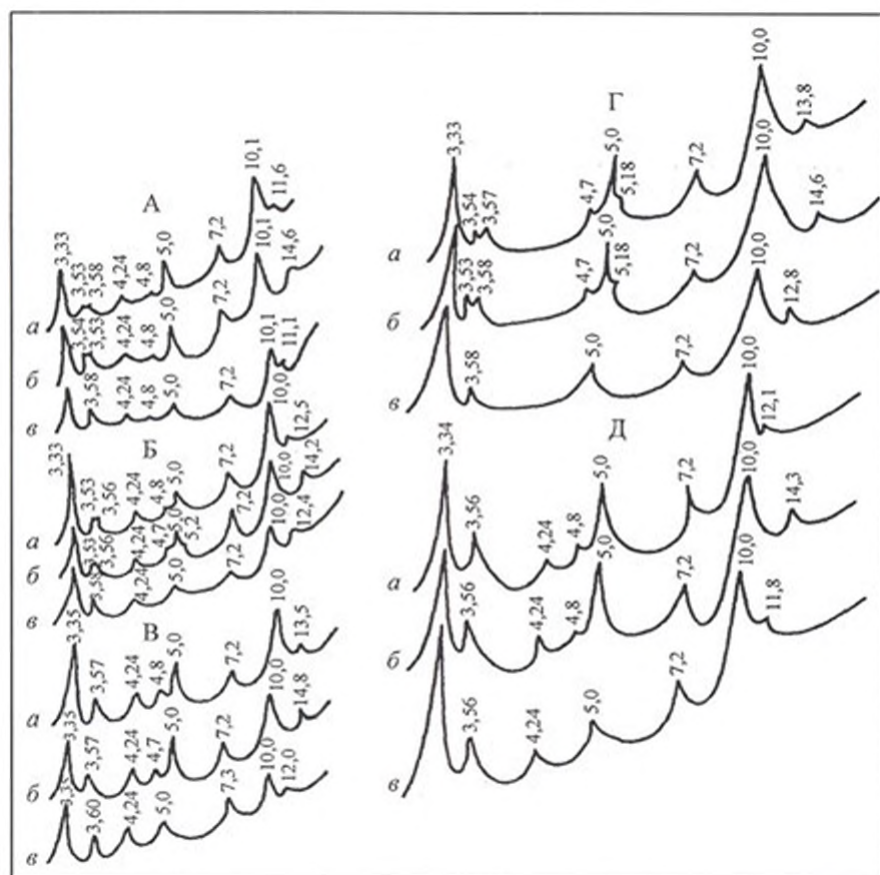


Рис. 12. Рентген-дифрактограммы илестых фракций, выделенных из песчаных почвообразующих пород Приуральской провинции:

А – разрез 10; Б – разрез 4; В – разрез 12; Г – разрез 6; Д – разрез 2; а – воздушно-сухой препарат; б – насыщенный глицерином; в – прокаленный при 550° (по А.Г. Гаселю, 1971)

В песках очень мало P_2O_5 , так как участие апатита и фосфорита в них незначительно. Мало и MnO в связи с тем, что основные его источники – пиролизит, псиломелан и спессартин – встречаются в песках весьма редко. Количество TiO_2 находится в прямой зависимости от титаносодержащих минералов (ильменита, анатаза, рутила, брукита и сфена). Эоловая дифференциация очень мало сказалась на изменении их состава: увеличилось лишь содержание SiO_2 и уменьшилось – Al_2O_3 и SO_3 . Снижается и количество CaO .

Валовой химический состав илестой фракции (табл. 8) подтверждает результаты минералогических исследований. Соотношение $SiO_2:R_2O_3$ в основном равно 3,0–3,8. Такие соотношения характерны для гидрослюд в смеси с незначительным количеством каолинита и монтмориллонита. Частично это соотношение расширяется за счет высокодисперсного кварца. О незначительном содержании каолинита и преобладании гидрослюды свидетельствует количество калия в илестых фракциях. Известно, что калий в каолините отсутствует, а в

Таблица 7

Валовой химический состав почвообразующих пород второй надпойменной террасы р. Боровки

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	% на 100 г безуглеродистой почвы										Молекулярное отношение		
		SiO ₂	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$		
Лишайниковый бор														
48	C 200–210	87,29	5,34	3,31	2,02	0,549	1,00	0,10	0,01	9,89	25,4	7,28		
1004	C 200–210	85,21	7,19	2,46	4,72	0,506	0,907	0,12	0,01	12,99	10,62	5,28		
Сложный бор														
1204	C 205–215	87,20	5,79	3,09	2,69	0,59	1,01	0,10	0,01	10,6	19,1	2,8		
220	C 190–200	84,01	7,53	3,36	4,16	0,61	0,78	0,170	0,01	9,4	12,1	2,1		
1104	C 230–240	85,30	11,46	5,86	7,69	1,12	1,90	0,29	0,01	5,5	6,5	1,4		
1304	C 250–260	80,19	14,15	7,99	6,85	2,99	1,97	0,26	0,01	3,8	6,9	1,0		

Таблица 8

Валовой химический состав илистых фракций песков Бузулукского бора

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Потери при прокаливании, %	% на 100 г почвы												Молекулярное отношение		
			SiO ₂	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /R ₂ O ₃
4	C 200-210	3,98	59,80	32,93	9,32	22,83	1,05	1,90	0,06	0,67	0,16	0,11	1,67	1,25	17,00	4,75	3,72
10	C 190-220	7,14	58,07	33,64	9,42	22,98	1,62	3,70	0,23	1,09	0,17	0,15	1,78	0,33	16,12	4,23	3,35
12	C 130-160	15,66	56,51	30,08	11,12	17,12	1,92	6,29	0,30	1,12	0,03	0,11	2,95	0,87	13,57	5,55	3,80

Таблица 9

Химический состав подстилающих пород – карбонатных мергелей – водоупоров с. Паники

№ разреза	Емкость поглощения, м-экв	Обменный Na, м-экв	CaCO ₃ , %	Гипс, г/кг	pH _{водн}	Плотный остаток, %
1к	20	0,42	9,4	0,32	8,0	0,20
2к	23	0,30	15,8	0,27	8,0	0,18
3к	20	0,32	7,9	0,19	8,2	0,20

гидрослюдах составляет 5–6%. В илистых фракциях K₂O обнаружено 2,0–3,6%. Это можно объяснить присутствием в илистых фракциях каолинита, смешаннослойных образований, хлорита и аморфных веществ.

Подстилающие породы обладают значительной емкостью поглощения, имеют высокий процент карбонатов и гипса, небольшое количество обменного натрия и легкорастворимых солей (табл. 9). Анализ водной вытяжки почвообразующих пород (табл. 10) показал их промытость от легкорастворимых солей. Плотный остаток не превышает 0,20%. Из солей преобладают сульфаты и гидрокарбонаты кальция. Содержание тяжелых металлов невысокое и не выходит за пределы допустимых концентраций (табл. 11).

Выводы

1. В формировании дерново-подбуров в разной степени оподзоленных альфегумусовых и других песчаных почв бора ведущую роль играет литогенная основа – флювиогляциальный песчаный материал, лежащий на коренных мергелистых породах, характеризующихся плотным строением, присутствием в глинистой массе кварца, полевых шпатов и криптокристаллического кальцита.

2. Песчаные почвообразующие породы на 80% состоят из кварцевых песков, отличаются рыхлым строением, часто слоистой текстурой, низкой влагоемкостью и водоудерживающей способностью. От подстилающих пермских карбонатных пород почвы наследуют карбонаты, элементы минерального питания, гипс и легкорастворимые соли, определяющие ряд их свойств и режимов. В основном это касается почв, сформированных в понижениях с близким расположением грунтовых вод. Двучленность профиля пород является причиной формирования сложных боров.

3. Специфика почвообразования на кварцевых песках бора связана главным образом с минералогическим составом почвообразующей породы, в основном состоящей из устойчивых в зоне гипергенеза кварца, кислых плагиоклазов и микроклин-ортоклазов. Минералов, сравнительно легко поддающихся внутрипочвенному выветриванию, очень мало. Поэтому для дерново-подбуров слабооподзоленных, псевдофибровых на кварцевых песках характерно ослабление процессов ферриалитизации, оглинения, закрепления вымытого органического вещества в почвенной толще, а также усиление процессов внутрипрофильного транспорта R₂O₃, ила и гумуса. Исключение составляют почвы с временным застоем атмосферных осадков, где наблюдается незначительное внутрипрофильное перераспределение указанных компонентов. От подстилающих карбонатных пород почвы с близким залеганием грунтовых вод наследуют карбонаты,

Таблица 10

Химический анализ водной вытяжки почвообразующих и подстилающих пород

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Плотный остаток, %	% от абс. сухой почвы							мг-экв							Сумма, %
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	
Материнские почвообразующие породы																	
1-2000, кв. 60	С 165-170	0,094	—	0,049	0,011	0,062	0,020	0,015	0,003	—	0,80	0,30	1,30	1,00	1,25	0,15	0,135
1-2003, кв. 176	С 80-90	0,16	0,001	0,037	0,04	0,830	0,015	0,008	0,002	0,05	0,60	0,10	0,83	0,750	0,75	0,08	0,135
7-2001	С 190-200	0,08	—	0,006	0,014	0,003	0,005	0,001	0,004	—	0,20	0,40	0,055	0,25	0,125	0,18	0,03
8-2001	С 110-120	0,1	—	0,037	0,012	0,004	0,005	0,003	0,013	—	0,60	0,35	0,1	0,25	0,25	0,55	0,055
9-2001	С 140-150	0,1	—	0,049	0,005	0,007	0,012	0,004	0,002	—	0,80	0,15	0,15	0,625	0,375	0,10	0,054
10-2001	С 90-100	0,1	—	0,046	0,007	0,001	0,012	0,003	0,002	—	0,75	0,20	0,025	0,625	0,25	0,10	0,975
Подстилающие породы (с. Паника)																	
1к		0,20	0,001	0,046	0,012	0,007	0,015	0,004	0,004	0,005	0,75	0,35	0,155	0,75	0,375	0,18	
2к		0,18	0,001	0,040	0,005	0,012	0,012	0,004	0,002	0,05	0,65	0,15	0,25	0,625	0,375	0,10	
3к		0,20	0,001	0,052	0,009	0,003	0,012	0,006	0,002	0,05	0,85	0,25	0,055	0,625	0,50	0,08	

Таблица 11

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в подстиляющих породах с. Паники*,
мг/кг

№ разреза	Cu	Zn	Co	Mn	Ni	Pb	Cd	Cr
1к	0,36	2,64	0,16	46,6	0,539	0,613	0,06	0,58
2к	0,5	2,79	0,57	329,6	1,789	0,795	0,15	1,52
3к	0,31	1,39	0,12	43,9	0,348	0,695	0,05	0,45
2-2006	0,81	0,86	0,91	43,5	0,79	0,55	0,03	0,69
	8,40**	47,8	28,6	468,8	48,1	5,8	0,12	31,0

*Содержание тяжелых металлов рассмотрено в гл. 11 (раздел 11.3).

**Валовые формы.

элементы минерального питания, гипс, легкорастворимые соли, определяющие ряд их свойств и режимов.

4. Двучленность профиля пород – главный фактор формирования сложных боров. Породы здесь наглядно иллюстрируют свое ведущее геоэкологическое значение в формировании всего генетического разнообразия почв, их свойств и режимов, определяют модели и темпы почвообразования, а также и приемы управления плодородием почв. В сочетании с другими факторами среды (грунтовые воды, рельеф, микроклимат и др.) породы определяют биологическое разнообразие почв и фитоценозов, биоэкологическую устойчивость бора как сложной геоэкосистемы.

4.2. ГЕОМОРФОЛОГИЯ И РЕЛЬЕФ

Территория Бузулукского бора является частью Урало-Волжской антеклизы – южной оконечности Русской платформы. С севера она ограничивается Оренбургским сводом, южнее – обращенной морфоструктурой Бузулукского прогиба, на юге – Токаревским сбросом, упирающимся в северный борт Прикаспийской низменности. Бор занимает пониженную территорию, окруженную возвышенностями Общего Сырта. Особенность современного рельефа и характер почвообразующих пород определены неотектоникой и разнохарактерностью эрозионно-аккумулятивных процессов Общего Сырта, чрезвычайно динамичных в третичный и четвертичный периоды (см. рис. 8–10, 13).

Предполагается, что глубокорасчлененная возвышенность (от г. Бузулука до с. Тепловки) в преакагыльское время (миоцен) подверглась резкому, но дифференцированному опусканию, сопровождавшемуся трансгрессией аккагыльского моря, влияние которого ограничилось отметками 180–200 м. В последующем – от среднеапшеронского до начала четвертичного времени – район погружался с трансгрессией на юге апшеронского моря при локальном проявлении подъема местности. Скорость ее подъема, определенная нивелировкой железной дороги Оренбург – Бузулук, составила 2–6 мм/год.

Бузулукский прогиб в прошлом – глубокий тектонический мезозойский залив Прикаспийской синеклизы. В современном рельефе – это обращенная морфоструктура с мощностью осадков 4,0–4,8 тыс. м, волнообразные подня-

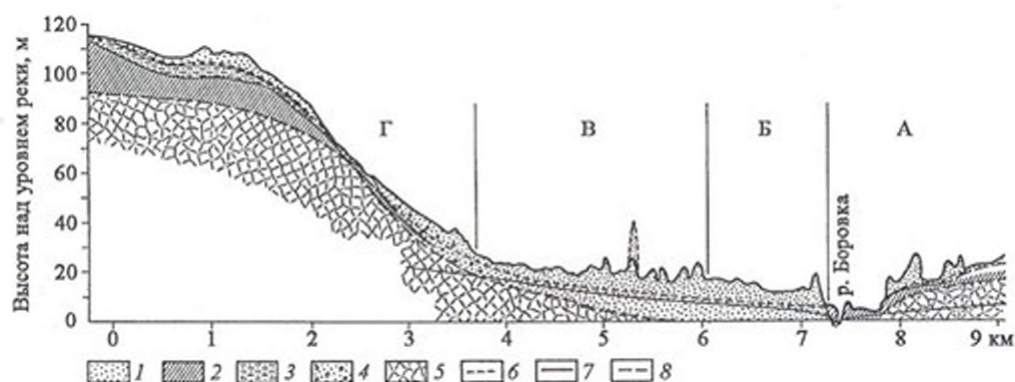


Рис. 13. Профиль нивелировки через Бузулукский бор (по А.Г. Гаслю, 1929).

А – пойма р. Боровки, Б – первая надпойменная терраса, В – вторая надпойменная терраса с высокими и средними донными вихолами, Г – склон южного берега, покрытый песчано-суглинистым шлейфом; 1 – песок, 2 – суглинок, 3 – суглинок с прослойками песка, 4 – песок с галькой; 5 – коренные породы, 6 – карбонаты, 7 – уровень грунтовых вод, 8 – верховодка

тия которой обнажают более древние отложения, скрытые процессами денудации.

Возвышенный и сильно расчлененный рельеф платформенной морфоструктуры Общего Сырта сформировался в новейший тектонический этап при взаимодействии экзогенных и эндогенных процессов. Длительное развитие в условиях тектонического воздымания и преобладания эрозионно-денудационных процессов привело к образованию здесь расчлененного холмисто-увалистого рельефа с достаточно густой эрозионной сетью. При этом амплитуда относительных высот составляет несколько десятков метров, а порою достигает и сотни метров. Соответственно велико геотопологическое разнообразие природных геосистем. Для междуречий возвышенных равнин Общего Сырта характерны останцово-водораздельный, плакорный и склоновый присетевой (придолинный и прибалочный) типы местности. Речные долины включают склоновый, надпойменно-террасовый и пойменный типы местности, как следствие – хорошо развиты ландшафтные катены. Преобладают автоморфные элювиальные и трансэлювиальные геосистемы, а из них плакоры – эталоны ландшафтной зональности, сформированные на суглинистых лёссовидных покровах, часто перекрытых песчаными отложениями, с черноземами типичными и дерново-подбурами слабоподзоленными, покрытыми лесом. На водораздельных останцовых массивах и склонах эрозионных форм рельефа из-под плаща рыхлых четвертичных отложений нередко вскрываются коренные породы (известняки и доломиты, песчаники, мергели и мел), что в свою очередь обуславливает литоэдафическое разнообразие геосистем.

Южная часть Общего Сырта представляет собой невысокую пластово-денудационную возвышенность высотой 200–250 м, в средней части она уменьшается до 180–160 м, а на юге, у границы с Прикаспийской низменностью, не превышает 75–90 м. В основном спокойное, с падением к югу, залегание пластов коренных пород сильно осложнено здесь соляно-купольной тектоникой, оказывающей заметное влияние на рельеф (Доскач, 1971; Петрищев, 2000, 2004). Выделяются два основных равнинных денудационных уровня высоких водо-

разделов: 200–220 и 160–180 м. Склоны водоразделов к долинам нередко ступенчатые и расчленены балками и неглубокими оврагами. Особенно сильно понижено правобережье р. Самары ниже г. Бузулука. Длинные пологие склоны, сложенные древними коренными породами яруса пестрых мергелей, выходят на поверхность у с. Паники. В этой части они смягчены и сnivelированы в краевых частях морскими и субаэральными отложениями, довольно постепенно переходящими в аллювиальные террасы, сложенные слоистыми песками.

Источником песчаного материала, накапливающегося в древних руслах прарек, могли служить огромные объемы плохо отсортированных осадков, поставлявшихся в бассейны перегляциальными ледниковыми водами. Их перемывание сильным придонным течением могло привести к уменьшению содержания тонких фракций и обогащению разреза отмытым песчаным материалом.

При впадении в р. Самару ее правобережный приток р. Боровка образовала глубокую (100–150 м) совкообразную долину, представленную песчаной, «дюнной», холмистой лесной местностью, асимметрия которой ослаблена и исчезает со сменой широтного направления на меридиональное. Структура террас р. Боровки, как и р. Самары, представляет собой серию сходящихся участков дельты, образованных аллювиальными отложениями.

Территория Бузулукского бора, как и Общий Сырт и все Оренбургское Предуралье, относится к экстрагляциальной области, не связанной с прямым действием ледника. Ф.Н. Мильков (1953) считает, что Общий Сырт и Высокое Заволжье – области древней суши, не покрывавшейся морями с конца мезозойской эры. В самом конце третичного периода долины рек и низкие водоразделы были покрыты водами акчагыльского моря, но высокие сырты и весь район Бугульминского плато и тогда оставались сушей. В четвертичное время лесостепное Высокое Заволжье не покрывалось материковыми льдами, оставалось вдали от юго-восточной границы самого мощного – днепровского оледенения. Очевидно, лесостепной ландшафт с участием широколиственных лесов существовал в Высоком Заволжье уже в конце третичного периода. В ледниковую эпоху, в частности во время днепровского оледенения, ландшафт Высокого Заволжья приобрел черты холодной плейстоценовой лесостепи; вместо широколиственных лесов, частично сохранившихся на юге, широкое распространение получили березово-сосново-лиственные леса, лучше приспособленные к сухому и холодному климату внеледниковых районов. После отступления ледника и изменения климата в сторону потепления и увлажнения, березово-сосново-лиственная лесостепь постепенно замещалась современной: сосна и лиственница были вытеснены дубом, липой и кленом, из представителей холодной плейстоценовой лесостепи сохранила в значительной степени свои позиции одна береза. Процессы, обусловившие выработку форм современного рельефа этой территории, можно отнести к эрозионно-аккумулятивным. Эоловая деятельность была незначительной.

Эрозия в четвертичном периоде обусловила всю сложную моделировку поверхности территории. Высокие точки Общего Сырта, достигающие на юге до 500 м (в среднем 350–400 м), до горизонтали 180 м сохранили следы древнейшего рельефа, остальная пониженная часть заполнена акчагыльскими осадками. Таким образом, четвертичная эрозия работала в речных долинах и по склонам возвышенностей, оставляя высокие водоразделы вне сферы своего влия-

ния. Ее направление заранее было предопределено древнейшими артериями стока.

В миндельскую ледниковую эпоху размыв был незначительным — он обозначен налеганием миндельских песков и сыртовых глин на миоцен и более древние породы. Сыртовые глины, залегающие на различных горизонтах плиоцена и заполняя впадины, на поверхности размыва полого переходят и на коренные породы.

Конец миндель-рисского межледниковья характеризуется крайне интенсивным размывом. Днища балок и речных долин переуглубляются, опускаясь значительно ниже дна современных рек, речек и балочных русел. Базис эрозии был значительно ниже современного, что видно из характера наложения древнеаллювиальных толщ на коренные породы. Именно на склонах наблюдается интенсивно размытая поверхность коренных пород перми с резкими высокими увалами, холмами и котловинами, свидетельствующими о более интенсивном дорисском размыве, чем современный, при этом он был приурочен к более низко расположенному базису эрозии. Очевидно, что и поверхность территории Общего Сырта в это время была более пересечена, чем в настоящее время. Теперь этот рельеф во многих случаях является погребенным, «внутренним». Долина р. Боровки, как и Самары и других рек, проходит как раз по зоне сочленения акчагыла и древних, более или менее плотных пород. При этом дно долины располагается значительно ниже дна акчагыльских выполнений, так как она оказалась врезанной в коренные породы перми, что видно в обнажениях берега р. Боровки. Перемещение русла внутри котловины, дно которой редко находится выше современного уреза воды, — дальнейшее проявление уже современного цикла эрозии.

В долинах Самары и Боровки предвюрмский размыв очень резко обозначен образованным обрывом II террасы и вымыванием русла в древнем аллювии рисского возраста. Характерная особенность этого размыва — уклонение оси русла от центральной части впадины, выполненной рисскими песками. Современный размыв происходит здесь при более повышенном базисе эрозии, чем в предвюрмское время, причем русло р. Боровки значительно смещено в сторону как вюрмской, так и, особенно, рисской впадины, причем отчетливо видно, как оно стремится вдоль стыка древнеаллювиальных накоплений и коренных пород.

Лоткообразная долина р. Боровки, являясь плиоценовой впадиной, в результате размыва подверглась расширению и выполаживанию. Ее абсолютные отметки на 100–160 м ниже окружающих сыртов, что считается важнейшим фактором жизнестойкости бора, обеспечивающим, по мнению В.Г. Нестерова (1949), само его существование.

Наложение песков, мощность которых была незначительной, сформировало так называемый «дюнный» рельеф, обязанный своим происхождением древней эрозии, многократному переувлажнению и перевыванию древнего аллювия, интенсивной очаговой дефляции. Таким образом, бугристый ландшафт песков, который издавна слыт за дюнный, обязан своим существованием в значительной степени текучей воде, эрозии, шедшей на различных уровнях над современной рекой. «Дюны» представляют собой не что иное, как пойменные гривы и всхолмления, связанные с перемещением русел проток и прарек.

Песчаные шлейфы мощностью до 10 м, одевающие склоны и переходящие через высокие приборовые водоразделы (сырты), включают в себе линзы и прослои суглинков, имеют аллювиальный генезис и залегают на коренных породах, являясь как бы продолжением второй террасы Боровки вверх по склону. Очень возможно, что эти шлейфы местами представляют собой многократно перемещенные по склону и перемытые коренные пески водоразделов, местами это сближенные и слившиеся конусы выноса постоянно перемещавшихся овражных русел, а местами их следует отнести за счет перемива непостоянными потоками при таянии несомненно существовавших в рисскую эпоху снежных полей (Мазарович, 1935). Таким образом, плащ аллювиальных песков разной мощности нивелирует значительно более резкий доледниковый «внутренний» рельеф Бузулукского бора. Рассматривая рельеф Общего Сырта и бора в целом, мы должны отметить его важную роль вообще, а «внутреннего» рельефа, в частности, как «хозяев» распределения влаги и активных участников при формировании всей совокупности почвообразователей на территории.

По характеру строения рельефа в долине р. Боровки выделяются следующие геоморфологические элементы:

- современная пойма р. Боровки (aQ_1) шириной 0,25–3,0 км, располагаясь на завершающих каскадах геохимической катены, является специфической экологической системой, состоящей из нескольких подсистем, выделившихся по комплексу природных условий (центральная, приусловная части поймы и при-террасное понижение);

- первая надпойменная терраса (aQ^2_{III}), представляющая собой ровную местность, переходящая во вторую ясно выраженным невысоким уступом;

- вторая надпойменная терраса (aQ^1_{III}) прислонена к правому склону долины р. Боровки, отграничена от первой резко очерченным высоким уступом, у основания которого на дневную поверхность часто выходят грунтовые воды. Второй террасе свойственны наиболее мощные песчаные гряды и холмы, местами копирующие «внутренний» рельеф и занимающие основную часть ее территории (см. рис. 9, 10, 13).

Таким образом, генезис рельефа бора тесно связан с геологическим и геоморфологическим строением Общего Сырта и определился в результате деятельности эрозии. Территория, включающая пойму, I и II надпойменные террасы, представлена глубоко выработанной речной долиной р. Боровки, заполненной новейшими аллювиальными отложениями (наносами), главным образом песчаными, с накоплением местами полуболотных оторфованных отложений, а на современной пойме – погребенными аллювием почвами. Наиболее древние породы, являющиеся ложем долины – пермские карбонатные пестрые мергели с прослойками известняков и известковистых красных песчаников (P_2t_{am} – вк), скрыты под мощной толщей речных наносов, и только кое-где, на перекатах и обнажениях русла р. Боровки, а также на сыртовых перегибах и западинах «внутреннего» рельефа эти коренные карбонатные породы выступают на дневную поверхность, прикрытые тонким плащом песка.

По площади преобладает II надпойменная терраса, занимающая правобережье Боровки и переходящая в относительно ровное плато. Эта возвышенная и наиболее контрастная по рельефу территория сложена древним аллювием, подстилаемым теми же породами перми, залегающими на верхнем склоне долины

на разной глубине (1,5–10,0 м и более). Мощность песков неравномерна от центра долины Боровки к водоразделам, они маркируют, смягчают пластику рельефа склонов – ложа песков, консервируют «внутренний», скрытый рельеф от последующей денудации. Рельеф окраин бора представлен высокими плато, сложенными породами перми, залегающими под тонким плащом делювия – лёссовидных карбонатных суглинков, а также супесей и песков, часто прерывающихся выходами коренных пород на поверхность.

П.А. Земятченский (1904) так определяет значение для Бузулукского бора двучленного геологического строения территории: «Подобное геологическое строение, при котором при песчаном водопроницаемом покрове на небольшой глубине залегают породы водоупорные, какими является пестрый мергель, обуславливает особенности гидрологических условий, характера и вида растительности, травянистой и древесной, процессов почвообразования, а отсюда и вопросов лесоводства и лесного хозяйства. Во многих случаях, при кажущемся поверхностном единообразии между собой тех или иных участков, наблюдается резкое различие в характере растительности и почвенного покрова. Влияние пород, лежащих под почвой на довольно значительной глубине, в Бузулукском бору выступает весьма резко».

П.А. Земятченский в Бузулукском бору выделяет следующие типы рельефа: 1) приречные равнины – правобережья Самарки и других речек и равнины высоких мест; 2) слабо развитый дюнный рельеф; 3) рельеф высоких дюн; 4) рельеф резко выраженных грив, ложбин и болот. Соответственно этим типам рельефа, определяющим характер увлажнения и тип почв, В.Н. Сукачевым (1931) и Г.Н. Высоцким (1909) были выделены типы растительности. Г.Н. Высоцкий считал, что в северной окраине бора («равнин» и склонов «высоких мест») с «богатыми» почвами к породам татарского яруса приурочены дубравы с сосною – «подборовый дубняк с сосною», однако он не соглашался с утверждением В.Н. Сукачева о существовании ранее здесь бора. По его мнению, смена сосны дубняком и сопровождающими его листовыми породами (осина, береза, липа, вяз, клен и др.) происходит постепенно, по мере смены дюнных песков суглинистыми лёссовидными породами и продуктами выветривания пород яруса пестрых мергелей. Для северных и восточных окраин бора П.А. Земятченский выделил черноземные почвы «нормального» типа (т. е. типичные и дерновые подбуры слабоподзоленные. – А.К.), различного гранулометрического состава. Вместе с тем Г.Н. Высоцкий склонен признавать в этих почвах «деградирующие» черноземы, несмотря на то что во многих случаях процессы деградации весьма трудно заметить и охарактеризовать, однако они хорошо выражены в подборовых дубняках и особенно ясно выступают при изучении глубоких разрезов. Лесные суглинки и деградированные супесчаные черноземы в лесных дачах северной части Бузулукского района отмечал и С.С. Неуструев (1916). Он совершенно объективно указал на «слабые светлые пятна в черноземовидном горизонте А и большую плотность, красноватый оттенок горизонта В, подстилающего черноземовидный горизонт» (с. 191).

На дюнном рельефе В.Н. Сукачев (1931) выделяет следующие типы боров: сосновый бор с лишайниковым покровом (*Pinetum cladinosum*) с преобладанием *Cladonia rangiferina*; сосновый бор преимущественно с моховым покровом (*Pinetum hylocomiosum*); сосновый бор с сильно развитым травя-

ным покровом (*Pinetum herbosum*). По Г.Н. Высоцкому (1909, с. 35), первый — лишайниковый бор — «занимает преимущественно вершины дюн и песчаных гряд», «на склонах, если насаждение не слишком изрежено, находится обыкновенно моховый бор, а низины, если они поросли сосновым лесом, представляют собою травянистый бор». По его мнению, «моховый и лишайниковый покровы в бору развиты в довольно слабой степени (кажется, преимущественно лишь в выше и севернее других расположенном Могутовском лесничестве)». Бузулукский бор Г.Н. Высоцкий называет «пристепным бором» и характерным для него «вместо мхов и лишайев» полагает «песчано-степные виды трав и кустарников», что и подтверждено В.Н. Сукачевым и нами при описаниях растительности лишайникового и мохового боров. Эти боры нашей степи с сухим климатом Г.Н. Высоцкий называет «ублюдками» настоящих моховых и лишайниковых боров.

На более ровных местах с более богатыми почвами В.Н. Сукачев выделяет боры с липовым ярусом, к которому примешаны дуб, клен, рябина и др., и считает их первоначальной стадией смены соснового леса лиственно-дубовым. Г.Н. Высоцкий подверг сомнению это положение, полагая, что липа может иметь самостоятельное значение. Низины между холмами дюн, по В.Н. Сукачеву, представляют собой или открытые места, лишенные древесной растительности, или заросли лиственного леса, или болота и даже озера, реже и преимущественно мелкие низины, покрытые сосною.

Биогеохимические элементарные почвенные процессы (ЭПП) протекают в толщах песков, ограниченных плотным водоупором — пермскими породами, их элювио-делювиом — «внутренним» рельефом, роль которого в генезисе почв и ландшафтов территории заключается в сосредоточении атмосферных осадков и грунтовых вод в ограниченном пространстве, что способствует повышению интенсивности их геохимической агрессии. «Внутренний» рельеф, т. е. формы поверхностей раздела отдельных слоев горных пород и почвенных горизонтов, поскольку эти поверхности раздела влияют на скорость и направление передвижения веществ в почвенной толще, должен рассматриваться как один из важнейших почвообразующих факторов, создающий условия, в которых развиваются и существуют биоценозы и почвы. «Внутренним» рельефом контролируются состав, характер и особенности перемещения жестких гидрокарбонатно-кальциевых вод по элементам геохимического ландшафта, что определяет ряд генетических черт почвенного покрова: карбонатность, гранулометрический состав, степень оподзоленности, мощность профиля и т. д. Преимущественно локальными климатическими факторами определяются интенсивность суточной пульсации, сезонной и вековой цикличности вертикального и латерального водно-солевого переноса. Для грунтовых вод характерен «маятниковый» тип сезонных и внутривековых циклов динамики, что отражается на почвообразовательном процессе и динамике фитоценозов.

Мы полагаем, что большинство элементов «внешней» орографии подчинено геопластике «внутреннего» рельефа, вероятно, копирующей блоки тектонических структур и формирующей современную скульптуру рельефа территории. Наиболее контрастно влияние «внутреннего» рельефа проявляется на возвышенностях северо-восточной и центральной частей территории бора, где развиваются сложные боры, а также в понижениях, где плащ песков минимален

или совсем отсутствует. В последнем случае здесь развиваются также сложные боры, а на заболоченных участках — ольшаники.

Рельеф северо-восточной части, где в р. Боровку впадают правобережные притоки, представлен чередованием параллельно ориентированных неравно-склонных гряд, совпадающих с направлением притоков р. Боровки (Карачев-Муштай и Сидоркин Муштай), сочетающихся с ячеистыми и котловинными формами рельефа. Огромное скопление дюнных холмов и длинных высоких песчаных гряд придает прилежащей местности своеобразный, почти гористый ландшафт. В меньшем масштабе подобный характер выражен в узких долинах, которые можно назвать балками, прорезывающими левый, большей частью крутой берег р. Боровки. Меридионально ориентированные узкие (20–40 м), длинные (1–3 км) гряды, раздуваясь, плавно переходят в сыртовые увалы. Эоловой моделировкой затронуты в основном элементы микрорельефа — ячеи и котловины выдувания.

Значительная относительная высота параллельно-грядового эрозионного рельефа определяет склоновую микрозональность типов леса, где на вершинах высоких гряд (более 30 м) распространены лишайниковые, на склонах — моховые сосняки, а межгрядовые ложбины покрыты травянистыми сосняками. В развитии склоновой микрозональности типов леса главенствующую роль играет базис грунтовых вод, копирующий «внутренний» рельеф, создающий благоприятные условия для минерального питания растений. Периферийные оконечности гряд, благодаря близкому к поверхности выстиланию водоупоров, имеют относительно более благоприятный водный и пищевой режимы. Южные оконечности этих гряд, особенно их вершины, отличаются большей сухостью и заняты лишайниковым сосняком, имеющим наиболее бедный водно-пищевой режим.

Роль рельефа параллельно вытянутых дюн проявляется в интенсивности альфегумусового почвообразовательного процесса, энергия которого увеличивается вниз по склону, от лишайниковых боров к сложным. Для комплексов сочетаний элементарных почвенных процессов этого типа рельефа, как впрочем и для других типов бора, характерна сезонная периодичность, «маятниковость» цикла увлажнения — иссушения, проявляющаяся в торможении подзолообразования, особенно на песчаных отложениях вершин и южных склонов высоких дюн, холмов, увалов и гряд. Однако и на равнинах энергия почвообразования замедлена, в западинах альфегумусовый процесс нейтрализуется обратным действием (снизу вверх) жестких гидрокарбонатно-кальциевых грунтовых вод. На вершинах дюн и верхних частях южных склонов почвы — альфегумусовые дерново-подбуры средне-мелкие (малоразвитые) песчаные, на склонах и равнинах — дерново-подбуры слабоподзоленные псевдофибровые мало- и среднемошные песчаного и супесчаного гранулометрического состава.

Сыртовый рельеф с характерными для него куполообразными останцами и полого-выпуклыми, часто расчлененными эрозионными врезами-склонами в центральной (левобережной) части бора представлен Паникинским Сыртом и рядом периферийных боровых плакоров, сложенных верхнепермскими породами, одетыми тонким (0,8–2,0 м) плащом песчаных и супесчаных пород с чернотемами типичными, иногда дерново-подбурами слабоподзоленными (нагорные дубравы и сложные боры — во втором случае), а по распаханым склонам —

с черноземами типичными, обыкновенными карбонатными и эродированными. Здесь же встречаются и байрачные дубравы. Сырты обычно асимметричны, их восточные склоны короче западных и более крутые, ограничены общей горизонталью: 200 м – на севере и 150 м – на юге. Склоны периферийных сыртов являются рубежом (переходной микрозоной) от типов сосновых боров к лиственным, основу которых составляют дуб, липа, береза и осина. Склоны, где мощность песчаных отложений более значительна, чем на вершинах сыртов, заняты травянисто-моховыми и липово-моховыми сосняками, которые с повышением уровня грунтовых вод в результате снижения мощности песков сменяются дубово-липовыми сосняками. Ближе к границе бора сосняки уступают место липово-сосновым и травяно-сосновым дубнякам, возникновение которых, возможно, связано со значительными вырубками сосны на окраинах бора. Можно полагать также, что смена соснового леса лиственным обусловлена усилением влияния карбонатных пород, находящихся в зонах, доступных корневой системе лиственных пород, и в первую очередь дуба.

Почвы приборовых плакоров представлены черноземами типичными (выщелоченные – Классификация..., 1977) и иногда слабооподзоленными среднегумусными под влажными борами, типичными и обыкновенными сегрегационными средне- и малогумусными – под сухими борами (байрачные дубравы) и пашней с сочетанием различных типов черноземов (Классификация ..., 2004).

Структура почвенного покрова левобережной части повторяет общую для бора ландшафтную дифференциацию: вершины холмов, занятые лишайниковыми сосняками, имеют дерново-подбуры слабооподзоленные, часто псевдофибровые песчаные либо дефлированные с неразвитым гумусовым горизонтом, склоны и выровненные участки – дерново-подбуры слабооподзоленные псевдофибровые мало- и среднемощные песчаные, котловины – эти же почвы, но иногда глееватые, а обширные понижения – дерново-подбуры оподзоленные псевдофибровые среднемощные супесчаные с уровнем грунтовых вод 2–3 м. Вниз по склону котловин почвам свойственно некоторое усиление степени оподзоливания (до определенного предела), увеличение мощности гумусового горизонта и содержания гумуса и утяжеление гранулометрического состава – от песчаного до супесчаного и легкосуглинистого за счет латерально-наклонного перемещения влаги, минеральной и органической массы и отложения более богатого илом материала вниз по катене.

На второй террасе р. Боровки вычленяются массивы мелкобугристого ламинарного рельефа гарей, расположенных преимущественно на правобережье (местами – на левобережье), – продукт пирогенных явлений и современных (и древних) активных дефляционных процессов, постоянно сопровождающих бор и сформировавших невысокие (15–20 м) и небольшие по размерам (100–200 м) округлые симметричные бугры, сочетающиеся с котловинами выдувания и узкими, глубокими и извилистыми понижениями. Такие бугры, котловины и понижения заняты разновозрастными сосновыми культурами на бывших гарях. Почвенный покров представлен сложными комплексами сочетаний дерново-подбуров неполноразвитых, маломощных слабогумусированных и малогумусных, слабооподзоленных, псевдофибровых, иногда глееватых почв песчаного и супесчаного гранулометрического состава. В профиле почв всегда встречаются кусочки углей, часто окремненных, и прослойки (0,5–1,2 см) золы. Замкнутые

наиболее глубокие западины в нижней части почвенного профиля содержат карбонаты, привнесенные грунтовыми водами или образованными при пожарах.

В работах Г.Н. Высоцкого (1909, 1911) было показано, что влияние леса сопровождается летним иссушением под ним почв, накоплением зимних осадков, изменением микроклимата на территории, примыкающей к лесу. В дальнейшем было установлено неоднозначное влияние леса на почву, наличие прямо противоположных изменений в свойствах почв под влиянием лесной растительности. Генетические варианты эволюции почв под лесом оказались самыми разнообразными. Результаты почвообразовательных процессов под лесом обнаруживаются в свойствах почв: формирование подстилки, гумусонакопление, подкисление, специфические изменения структуры верхних почвенных горизонтов и снижение плотности. В целом лес способен как усилить, так и ослабить зональные почвенные процессы.

Одним из главных следствий влияния леса на почву, особенно в условиях глубокого залегания грунтовых вод, можно считать создание специфической структуры почвенного покрова, как это показано на гаях второй террасы. Здесь парцеллярная структура леса формирует совокупность тессер, представляющих собой объемы почв, характеризующиеся определенной анизотропностью, изменением свойств по профилю почв и радиусу парцеллы (Карпачевский, Травлев, 1991). Закономерности анизотропности определяются в первую очередь эдификатором парцелл, а в сложных борах – травяным и кустарниковым ярусами. Для лесов гарей бора характерно образование специфических ветровальных почвенных комплексов, в которых почва перемешана и формируется микрорельеф – сочетание микрозападин и микроповышений, иногда за счет выдувания, создающих своеобразные комбинации почв, профили которых разновозрастны (Скворцова и др., 1983) и обладают различной плотностью.

В условиях Бузулукского бора при ветровалах, особенно увеличивающихся после пожаров, анизотропность песчаных почв, формируя микрорельеф, ведет к перераспределению осадков, подстилки и травяного покрова. При сильных ветровалах горелого леса происходит не только перемешивание почвенных горизонтов, но и возникают избирательная эрозия и дефляция, особенно сильные в местах тессер, разуплотняющих почву. Формируется бугристый, лунковый, микрозападинный микрорельеф. Анизотропность почв в тессерах, пожары и ветровалы – пусковые механизмы формирования различных структур микрорельефа, ведущие к усложнению общей структуры и экологических функций почвенного покрова и ландшафтов.

С древним руслом Боровки связано формирование невысоких (10–20 м) параболических (параболоидных, серповидных) дюн, ориентированных в основном с северо-северо-запада на юго-юго-восток, с которыми связана цепь заболоченных впадин и озер (Светлейшее, Лебяжье), возникших в результате блуждания, перегораживания, подпруживания отмирающих русел и притоков дюнами. Здесь также четко выражена ландшафтно-почвенно-растительная дифференциация. Моховые сосняки с дерново-подбурями, иногда слабоподзоленными песчаными приурочены к вершинам и верхним южным третям склонов параболических дюн, ниже по склонам с улучшением увлажнения моховые сосняки сменяются травянистыми с дерново-подбурями слабоподзоленными

псевдофибровыми. В заболоченных междюнных впадинах, где уровень грунтовых вод находится близко к поверхности, преобладают участки березы и осины. Почвы здесь – луговые, лугово-болотные карбонатные и болотные оторфованные. Морфологически полукруглые параболаидные дюны можно отнести к лунковым формам флювиогляциального рельефа.

Южная и юго-западная части бора представляют собой обширную, очень слабо затронутую дефляцией, песчаную полого-волнистую котловину, рельеф которой осложнен неглубокими (5–7 м) и небольшими (диаметр до 100 м) котловинами, к югу еще более осложненную глубокими заболоченными ложбинами блуждавших русел рукавов дельты р. Боровки и ее исчезнувших притоков, а также существующих стариц, являющуюся переходной зоной от флювиогляциального рельефа террас к аллювиальному-пойменному. На выровненных участках равнин с глубоким (5–7 м) уровнем грунтовых вод и дерново-подбурами слабооподзоленными, псевдофибровыми малогумусными среднемогучными супесчаными распространены моховые сосняки, на пониженных участках с уровнем грунтовых вод 2,5–4,0 м и дерново-подбурами слабооподзоленными псевдофибровыми малогумусными среднемогучными супесчано-легкосуглинистыми – травянистые сосняки. В западинах, где уровень грунтовых вод не превышает 2 м от поверхности, преобладают сложные боры с подлеском из березы, почвы здесь преимущественно дерново-подбуры оподзоленные малогумусные среднемогучные глубококарбонатные легкосуглинистые в комплексе с лугово-болотными и торфяно-болотными карбонатными по понижениям различного, но преимущественно легкого гранулометрического состава.

Выводы

1. Территория Бузулукского бора в геоморфологическом отношении представляет собой голоценовую аккумулятивную эоловую равнину, сложенную полимиктовыми песками, в минералогическом отношении состоящими из кремнистых кварцево-полевошпатовых пород, происхождение которых связано с размывом пермских и триасовых песчаников и перемыванием в течение перигляциальных эпох накопившихся ранее акчагыльских ингрессивных отложений.

2. В сложной морфоструктуре современного дюнно-котловинного мезорельефа Бузулукского бора отразились неотектонические и денудационно-аккумулятивные процессы, происходящие на Общем Сырте, с последующей его флювиогляциальной моделировкой во время позднеплейстоценовой перигляциальной аридизации. Ведущую роль играли реки Самара и Боровка, сформировавшие систему сопряженных единиц рельефа – террасы и поймы.

3. Литогенная основа Общего Сырта, наложение песчаных пород на коренные породы перми сформировали сопряженные «внутренний» и «внешний» рельефы территории, определяющие объем, условия циркуляции и химический состав подземных и поверхностных вод в почвогрунтах, влияющих вместе с другими факторами среды на весь ход почвообразовательных процессов и дифференцирующих ряд режимов и параметров дерново-подбуров оподзоленных альфегумусовых и других почв территории: мощность гумусового горизонта, карбонатность, степень оподзоленности и глееватости, гранулометрический состав.

4. Степень оподзоленности, гумусированности и мощность гумусового горизонта почв находятся в тесной зависимости от элементов рельефа и характера лесонасаждения. Интенсивность оподзоливания ослабевает от междюнных понижений к вершинам высоких гряд.

5. Типы фитоценозов, их производительность и разнообразие связаны с рельефом и степенью увлажнения песчаных отложений и сформированных на них почв. Исключительное разнообразие рельефа, контрасты по условиям увлажнения создали в бору сложные, уникальные комплексы сочетаний степных (черноземов), лесных (дерново-подбуров оподзоленных), пойменных аллювиальных, луговых и лугово-болотных оторфованных, карбонатных почв, отраженных в фитоценозах.

6. Несмотря на известные геоморфологические различия, все элементы ландшафта находятся здесь в тесной гидрологической взаимосвязи. Поэтому изменение водного режима поймы или террасы может стать основной причиной, определяющей комплекс глубоких последующих трансформаций на всей территории бора. Следовательно, лесоразведение может быть достаточно эффективным только в том случае, если оно учитывает особенности гидрологического режима и экологию почв. Последние пока слабо изучены.

4.3. АТМОСФЕРНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ, ИХ ДИНАМИКА И РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ПОЧВЕННО-БИОЦЕНОТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Климат территории в каждый момент времени описывается множеством переменных метеорологических величин – элементов погоды (температура, осадки, влажность воздуха и т. д.), имеющих непосредственное отношение к потокам влаги, лучистой, тепловой и кинетической энергии в природной среде. Фактические данные о значениях этих переменных и составляют основу описания климатического режима, крупные перестройки которого бывают различными для разных отрезков времени и пространства. В определении характера их изменчивости играют существенную роль как внешние факторы (астрофизические и небесно-механические, т. е. циклические орбитально-обусловленные вариации притока солнечного тепла к Земле – циклы Миланковича), так и внутренние, формирующие потоки энергии между элементами климатической системы.

Согласно синергетическому ландшафтному принципу подчинения Н.А. Солнцева (2001) о ведущей роли литогенной основы, как самого консервативного (долгоживущего), инертного природного компонента в территориальной организации ландшафтов и других региональных систем, литосфера Общего Сырта подчиняет своей внешней оболочке ландшафтную оболочку, сложенную осадочными пермскими породами. Высотная ландшафтная дифференциация, латеральная сопряженность разноуровневых природных геосистем, энергия рельефа Общего Сырта, обусловленные длительным развитием тектонического воздымания и преобладания эрозивно-денудационных процессов, оказывает заметное орографическое влияние на процессы атмосферной циркуляции. При этом на его наветренных склонах благодаря обострению фронтальных явлений атмосферное увлажнение иногда в разы превосходит аналогичные показатели

соответствующей широтной зоны или сектора. Здесь часто выпадает свыше 1000 мм осадков в год. Обильное атмосферное увлажнение – главная причина формирования леса (Николаев, 2006). На наветренных склонах возвышенных равнин (Бугульминско-Белебеевская, Общий Сырт и др.), как правило, все факторы среды (осадки, испарение, ветер), сходясь в одном фокусе с одной направленностью трендов, образуют аномальную климатическую обстановку с вытекающими отсюда последствиями и особенностями формирования почв и растительности.

Суть ландшафтного принципа подчинения Н.А. Солнцева сводится к следующему: в территориальной организации наземных геосистем эволюционно мобильные природные компоненты и факторы, обладающие сравнительно малыми характерными временами, подчиняются консервативным компонентам и факторам, которые отличаются более длительными характерными временами развития. К первым относятся растительность, животный мир, почвы, ландшафтные воды, местный (ландшафтный) климат. Вторую группу образуют геолого-геоморфологические и макроклиматические компоненты – как наиболее долгоживущие и «сильные» факторы, участвующие в региональной физико-географической дифференциации суши и морфологической организации ландшафта.

Факторы почвообразования как независимые переменные во многом имеют пространственно-временную изменчивость действия (Иенни, 1961).

Принцип ведущего фактора в организации открытых систем нашел подтверждение в теории синергетики, основоположниками которой были Г. Хакен (1980) и И. Пригожин (1985). Г. Хакен установил, что в самоорганизующихся системах, когда взаимодействуют переменные с разными характерными временами, реальное поведение системы в целом описывается главным образом медленно изменяющимися переменными, тогда как мобильные переменные подстраиваются, приспосабливаются к более устойчивым, действуя когерентно, т. е. совместно.

Орографическая обстановка Общего Сырта, определяющая благоприятные процессы атмосферной циркуляции, наличие леса и относительно замкнутая с трех сторон «лоткообразная» долина р. Боровки, открытая с юга, обуславливают умеренно засушливый климат бора. Общий Сырт с массивом леса играет роль локального климатического барьера на пути движения жарких и сухих воздушных масс с юга по открытому климатическому коридору – меридионально вытянутым долинам Волги и ее притоков. По количеству осадков эта возвышенная территория наиболее обеспеченная по сравнению с другими районами переходной зоны Южного Урала и Заволжья (рис. 14–17). Среднегодовое количество осадков (за 1905–2002 гг.) в бору составляет 528,2 мм. По материалам Боровой метеостанции за 25 лет (1905–1929 гг.) среднегодовое количество осадков составило 475 мм, за 10 лет (1930–1940 гг.) – 385 мм, за 5 лет этого же десятилетия (1936–1940 гг.) – 347 мм. Последние 10 лет отличались значительным дефицитом влажности и малоснежными зимами, а в последующие годы, хотя они и были по осадкам более выровнены, также наблюдались колебания. Со второй половины XX в. количество осадков возросло по сравнению со средними многолетними за 100 лет (530 мм) до 570 мм, характеризуя их относительно оптимальный режим.

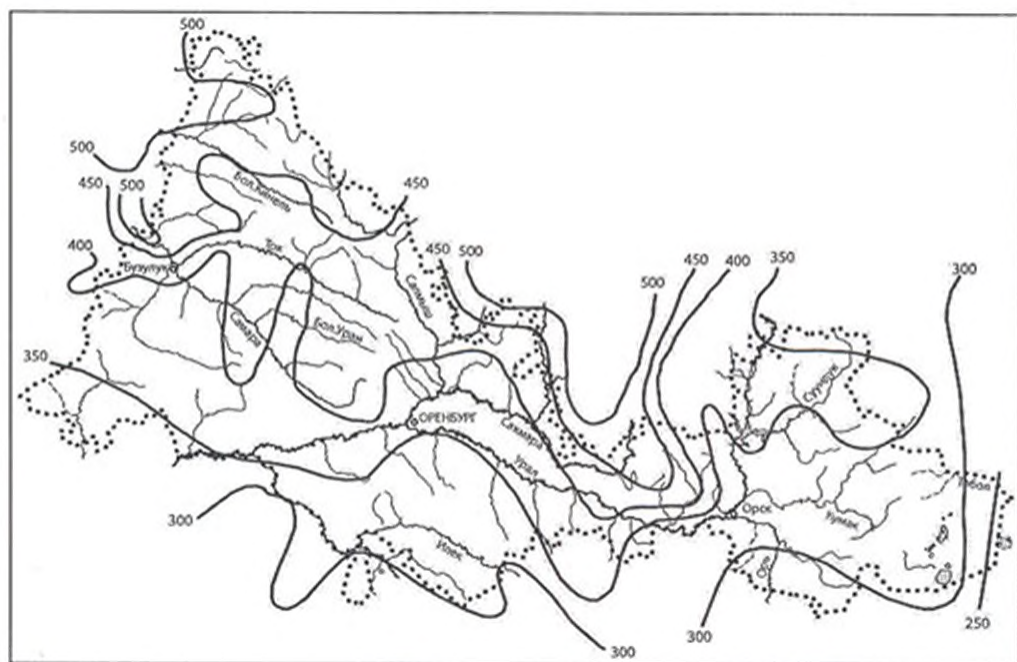


Рис. 14. Норма годовых атмосферных осадков в Оренбургской области (цифры у кривых — мм)

Высокая испаряемость (643,2 мм в год и 533,1 мм — за вегетационный период) приводит к постоянному дефициту осадков в сумме 157 мм. Дефицит осадков за май — сентябрь (302 мм) превышает в 2,5 раза количество осадков за это время. В этих условиях говорить о значимом влиянии бора на факторы почвообразования, почвы и фитоценозы окружающих бор территорий вряд ли приходится, хотя в ближайшем окружении климат мягче.

Широкое варьирование по годам осадков приводит к установлению периодически промывного типа водного режима ранней весной после таяния снега и осенью при обильных и продолжительных дождях. Однако характер распределения осадков и интенсивность периодически промывного режима, как и характер растительности, а также интенсивность биологического круговорота энергии и вещества на исследуемой территории определяются рельефом и историей развития ландшафта. В силу этого в специфике распределения растительности и почвенного покрова на ней широтная зональность проявляется слабее.

Климат территории подвержен температурным инверсиям, сильно расчлененный характер рельефа приборовых водоразделов и второй террасы способствует интенсивному стоку жидких осадков, холодного воздуха со склонов возвышений на равнинные участки и в пойму, обуславливая тем самым амплитуды колебаний температуры воздуха и почвы как в ночное и дневное время суток, так и в более длительном цикле вегетационного периода. Отсюда вершины, склоны, их угол наклона и экспозиция, как активные факторы перераспределения количественных показателей климата, служат также критерием ландшафтно-экологической дифференциации ландшафтов и почв.



Рис. 15. Динамика по тренду среднегодовых показателей климата в степной Заволжской провинции (г. Бузулук), Бузулукском бору (с. Боровое) и южной лесостепи Предуральской провинции (г. Бугуруслан). а – сумма осадков, б – температура воздуха, в – гидротермический коэффициент теплого периода (май – июнь) для Бузулукского бора

Наибольшее количество осадков выпадает с июня по октябрь (рис. 18). Среднее из многолетних сумм осадков по сезонам и за вегетационный период выражается следующими показателями: зима – 100,9 мм, весна – 99,5, лето – 143,7, осень – 134,2 мм. Среднегодовая температура воздуха составляет $+3,8^{\circ}\text{C}$, вегетационного периода $+16,8^{\circ}$, зимняя $-12,4^{\circ}$, весенняя $+4,1^{\circ}$, летняя $+19,5^{\circ}$, осенняя $+3,8^{\circ}\text{C}$. В качестве параметров климата, влияющих на весь сценарий почвообразовательных процессов, в частности и на функционирование почвенной биоты, обычно рассматривают показатели обеспеченности теплом и влагой. Вместе с тем критическими являются не средние условия, а максимальные и минимальные их показатели, сдвигающие оптимальные условия функционирования экосистем боров, условия разложения их подстилок и т. д. Абсолютный максимум температуры равен $+42^{\circ}$, а абсолютный минимум -53° при годовой амплитуде $95,4^{\circ}\text{C}$, что подчеркивает континентальность климата – очень холодная зима и жаркое лето, а также резкий переход от зимы к лету. Наиболее холодный месяц – февраль.

Среднегодовое давление воздуха составляет 1018 мб. Зимой преобладает высокое давление под влиянием сибирского антициклона, лето характеризуется пониженным давлением термического типа с преобладанием сухой и ясной погоды. Преобладающее направление ветров зимой – преимущественно южное, а летом – северо-западное, переходящее в июле в северное. Для бора характерно обилие штилей, а с другой стороны – сильных ветров и даже бурь, нередко вызывающих ветровалы деревьев, особенно на горяях.

Мощность снегового покрова равна 64 см: максимум – 100 см, минимум – 29 см. Постоянный снежный покров устанавливается в ноябре, средняя многолетняя его продолжительность составила 153 дня. Среднегодовая абсолютная влажность воздуха равна 5,5 мм, а относительная влажность – 73%. Наименьшая относительная влажность воздуха отмечается летом в дневные часы.

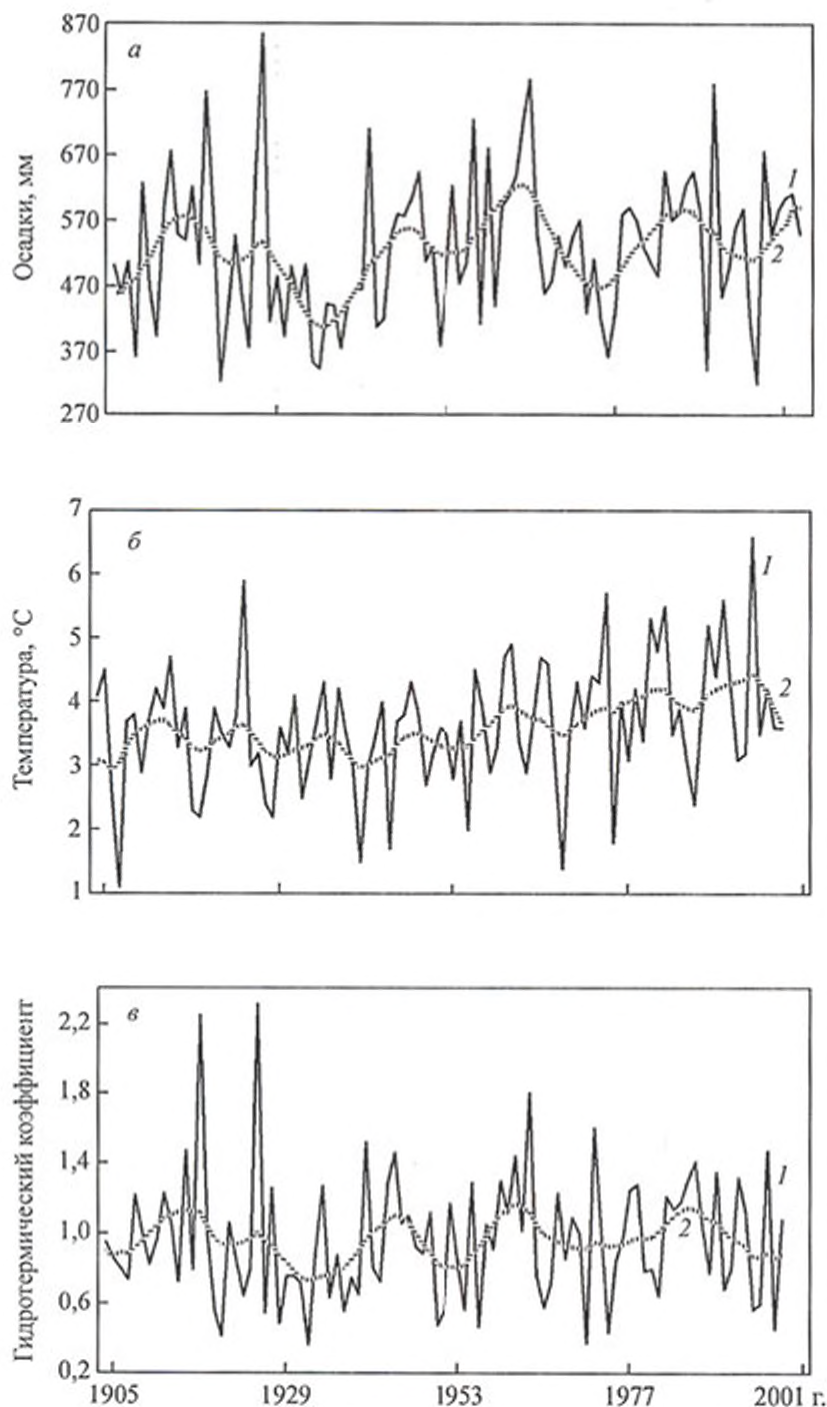


Рис. 16. Динамика климата.

a – динамика годовых сумм осадков по Бузулукскому бору за период 1905–2002 гг.; *б* – динамика среднегодовой температуры воздуха по Бузулукскому бору в 1905–1999 гг.; *в* – динамика гидротермического коэффициента по Бузулукскому бору за период 1905–1999 гг.; 1 – фактический ряд наблюдений, 2 – тренд

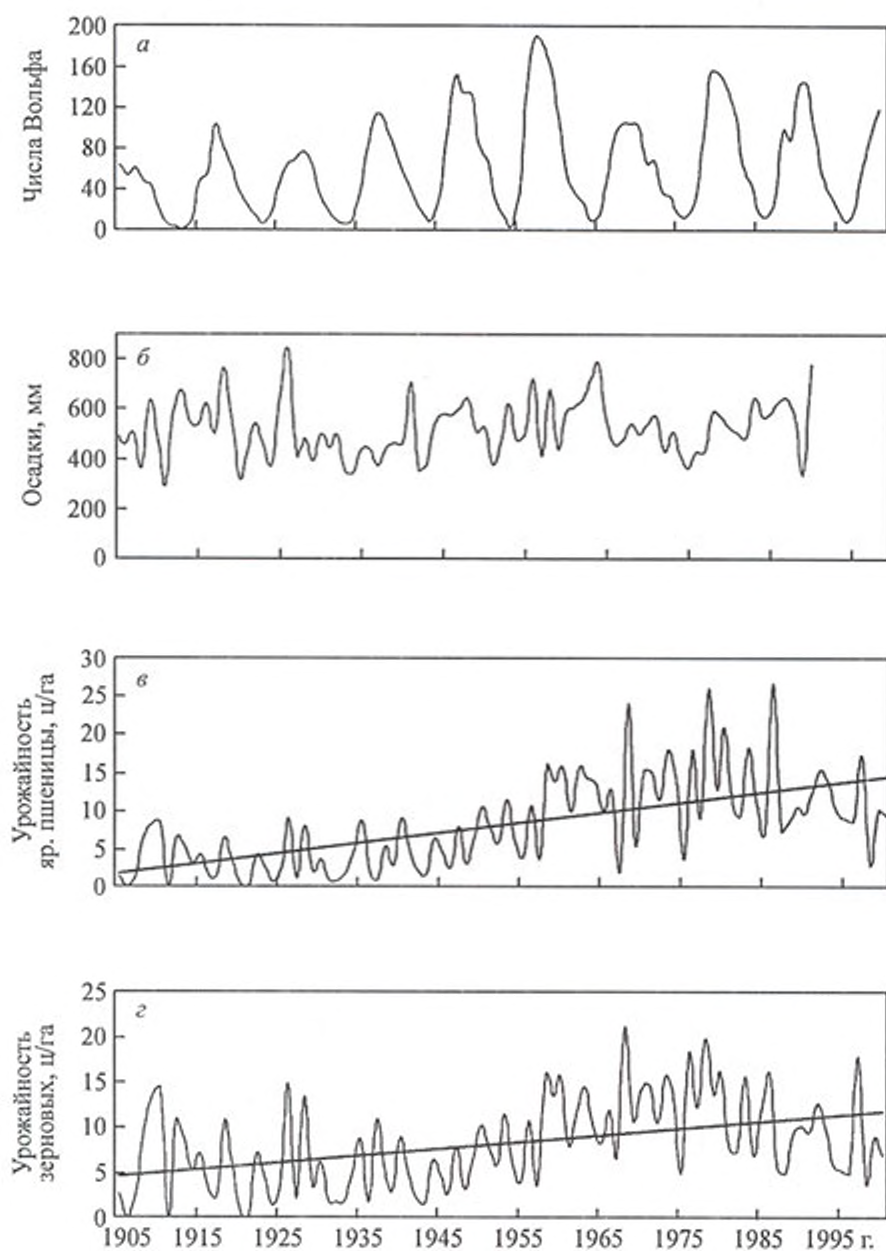


Рис. 17. Солнечная активность (*a* – числа Вольфа), осадки в Бузулукском бору (*б*), урожайность яровой пшеницы (*в*) и зерновых (*г*) в Бузулукском районе Оренбургской области

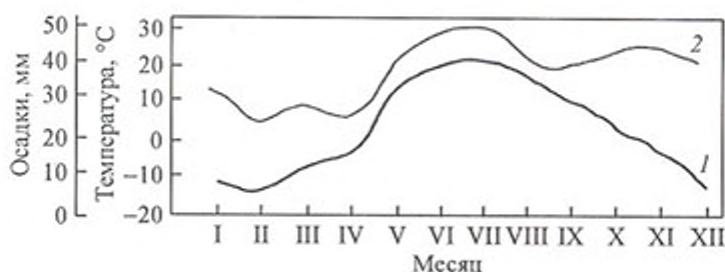


Рис. 18. Среднегодовой ход температуры (1) и осадков (2) в Бузулукском бору

На устойчивость природных компонентов в первую очередь влияют такие показатели, как количество осадков, отношение суммы осадков к испаряемости и сумма активных температур, характеризующих тепло- и влагообеспеченность территории. Кроме того, необходимо учитывать повторяемость ветров, показатели их скоростей и направлений, а также дефицит влажности воздуха.

В соответствии с этими данными Бузулукский бор относится к поясу континентального климата умеренных широт с характерными вторжениями арктического и тропического воздуха. Под влиянием сибирского антициклона зимой в бору преобладает высокое атмосферное давление.

Судя по высокой продуктивности сосновых древостоев бора, климат вместе с почвенно-гидрологическими условиями в целом благоприятен для произрастания сосны и ее спутников. Но часто повторяющиеся засухи, резко повышая пожарную опасность и снижая устойчивость сосняков, в первую очередь молодых посадок, к вредным насекомым и болезням серьезно осложняют ведение лесного хозяйства, особенно на «высоком» рельефе второй террасы р. Боровки (район гарей).

Температура воздуха. По многолетним наблюдениям (табл. 12), средняя годовая температура воздуха в бору составила $3,6^{\circ}\text{C}$ (пределы колебаний $1,1^{\circ}$ и $5,9^{\circ}$), а теплого периода (май – сентябрь) – $16,2^{\circ}$ (пределы колебаний $14,3^{\circ}$ и $18,7^{\circ}$), самый холодный месяц – январь ($-13,8^{\circ}$, пределы колебаний: $-25,1^{\circ}$ и $-6,5^{\circ}$), самый теплый – июль ($20,4^{\circ}$, пределы колебаний $26,0^{\circ}$ и $15,9^{\circ}$). Анализ годового хода температур воздуха свидетельствует о ровном подъеме их весной, что заставляет торопиться с лесопосадочными работами, и более сглаженным снижении – от осени к зиме. Наиболее динамичны среднемесячные температуры в ноябре и октябре ($CV = 71\text{--}68\%$) и более стабильны летом – в июне, июле и августе ($CV = 10\text{--}11\%$). Варьирование среднегодовых температур довольно высокое ($CV = 32\%$), характерна низкая ($CV = 7\%$) изменчивость показателя для периода май – сентябрь. Сумма среднегодовых температур воздуха выглядит следующим образом: 2874° – положительные, 2780° – $\geq 5^{\circ}\text{C}$ и 2520° – $\geq 10^{\circ}\text{C}$ при средней продолжительности периодов с этими температурами соответственно 195, 169 и 138 дней.

Безморозный период продолжается в среднем 108 дней. Почти 40% последних утренних весенних заморозков приходится до 12 июня, причем две трети их бывает до 7 июня. Средняя дата последнего заморозка на почве – 21 мая, а первого – 13 сентября.

Средняя дата наступления вегетационного периода, когда среднесуточная температура воздуха постоянно превышает 5°C , – 15 апреля, окончания – 30 сентября. Продолжительность периода вегетации составляет 169 дней (от 146 до 190).

Таблица 12

Температура воздуха (1905–1983 гг.)*

Месяц	Температура					
	средняя, °С	CV, %	минимальная, °С	по годам	максимальная, °С	по годам
Январь	–13,8	29	–25,1	1969	–6,5	1983
Февраль	–13,7	27	–24,9	1954	–5,1	1983
Март	–6,5	45	–12,2	1928	–0,5	1962
Апрель	5,1	49	0,1	1926	11,5	1975
Май	13,6	15	6,9	1918	18,7	1957
Июнь	18,4	10	14,5	1979	23,1	1921
Июль	20,4	11	15,9	1926	26,0	1931
Август	18,1	10	15,1	1944	22,4	1940
Сентябрь	11,7	15	7,8	1939	15,8	1971
Октябрь	3,7	68	–8,9	1976	9,7	1905
Ноябрь	–3,7	71	–13,0	1907	1,2	1971
Декабрь	–10,6	38	–19,0	1938	–4,5	1913
За год	3,6	32	1,1	1908	5,9	1925
За май – сентябрь	6,2	7	14,3	1926	18,7	1957

*Все числовые материалы по климату, кроме графиков с трендами, заимствованы из работы «Метеорологический обзор по Бузулукскому бору за 1905–1983 годы». М., 1985. 28 с.

Атмосферные осадки. В Бузулукском бору за 1905–2002 гг. в среднем за год выпало 530 мм осадков (пределы 324 и 856 мм), за теплый период – 236 мм (пределы 96 и 506 мм), или 45% годовых (табл. 13, рис. 19). Коэффициенты изменчивости среднегодовых сумм осадков за май – сентябрь довольно велики (22 и 36%), что свидетельствует об их непостоянстве, особенно в период вегетации растений. Это подтверждают и очень большие амплитуды колебаний годовых и летних осадков, равные соответственно 532 и 410 мм, а также динамика и тренд многолетних осадков. Распределение годовых осадков по месяцам неравномерное (см. рис. 18): самые дождливые – июль и октябрь (11–10% годовой суммы), а сухие – февраль и апрель (6%).

По исследованиям А.П. Тольского (1904а – в, 1905, 1912–1915), практическое значение для сосняков бора имеют летние осадки свыше 10 мм в сутки. Их доля от месячной суммы в мае составляет 56%, в июне – 54%.

Первый снег выпадает 4 октября, постоянный снежный покров устанавливается 10 ноября, исчезает на открытых участках 12 апреля, а в лесу – 19 апреля. Средняя продолжительность залегания снежного покрова составляет 152 дня на полянах и 159 дней – под сосновыми древостоями. Максимальная мощность снега отмечена в марте (56 см), в ноябре она не более 6 см.

Относительная влажность воздуха по многолетним данным равна 71%, за период вегетации – 63% (табл. 14). Наиболее динамична она в августе и июле и стабильна в ноябре. Самая низкая относительная влажность воздуха отмечена в мае (59%), т. е. в период посадки и приживания сосновых насаждений.

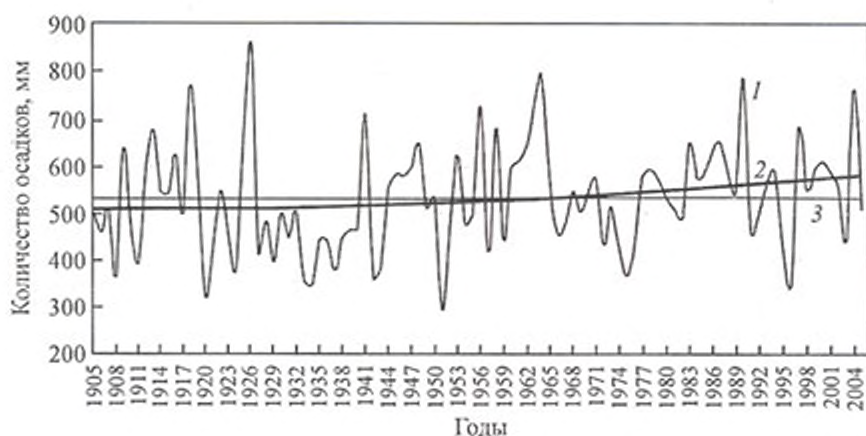


Рис. 19. Динамика атмосферных осадков в Бузулукском бору.
1 — фактически выпало, 2 — тренд, 3 — среднегодовая норма (530 мм)

Гидротермический коэффициент (ГТК), характеризующий обеспеченность растений атмосферной влагой в летнее время, подвержен значительной временной цикличности (см. рис. 15), влияющей на функционирование экосистем. За теплый период пределы колебаний ГТК составляют от 0,37 до 2,31. Наиболее напряженная обстановка складывается в августе, для которого наиболее вероятна слабая засуха (табл. 15). Очень сильные и сильные засухи ($\text{ГТК} < 0,50$) чаще наблюдаются в бору в августе (40%), в мае — июле — реже (24–31%). Повторяемость случаев засух составляет, %: в мае — 45, в июне — 50, в июле — 49, в августе — 53, в сентябре — 31. Теплые периоды бывают очень сильно и сильно засушливыми 8 раз в сто лет, а засушливыми — 28 раз, т. е. каждый третий год (табл. 16). Исключительно засушливыми ($\text{ГТК} < 0,40$) были теплые периоды 1933 и 1972 гг., сильно засушливыми — 1921, 1929, 1951, 1957 и 1975 гг. Из 79 лет только по 4 годам не наблюдалось засухи, поэтому говорить о влиянии бора на климат, тем более на почвы, вряд ли приходится. На формирование подтипов или даже типов почв повлияла литогенная основа — принцип ведущего фактора (Солнцев, 2001; Хакен, Пригожин, 1985).

Из 79 теплых периодов года 85% имели один или более месяцев с очень сильной и сильной засухой, а в 15% случаев — три месяца из пяти. При этом 22 раза (28%) месяцы с сильными засухами следовали подряд один за другим, а 2 раза очень сухими были подряд 8 месяцев.

Ветер чаще наблюдается в весенний период, когда особенно велика пожарная опасность в бору. В весенний и зимний периоды преобладают ветры южных румбов, летом — северных и осенью — западных (табл. 17). В вегетационный период господствуют северные и западные ветры. Максимальные скорости ветра (по наблюдениям в 1, 17, 13 и 19 ч) наблюдались в марте (2,6 м/с) и мае (2,4 м/с), а минимальные — в сентябре (1,7 м/с) при средней скорости ветра за год 2,1 м/с и за май — сентябрь — 2,0 м/с. Средние месячные и годовые скорости ветра в Бузулукском бору в 2–2,5 раза меньше, чем за его пределами (в г. Бузулуке). Наибольшей скорости ветер достигает в дневные часы. Вече-

Таблица 13

Суммы атмосферных осадков (1905–2002 гг.)

Месяц	Сумма					
	средняя, мм	CV, %	минимальная, мм	по годам	максимальная, мм	по годам
Январь	40	52	4	1931	114	1963
Февраль	31	72	0	1945, 1984	97	1966
Март	36	55	3	1905, 1987	100	1951
Апрель	32	70	1	1963	83	1980
Май	41	64	1	1921, 1957, 1972, 1984	133	1909
Июнь	51	69	5	1952	159	1926
Июль	57	64	1	1933, 1934	183	1916
Август	43	67	0	1951, 1967	113	1960
Сентябрь	44	61	0	1974	134, 147	1918
Октябрь	55	52	0	1909	126	1969
Ноябрь	48	57	2	1959	133, 134	1972
Декабрь	47	61	7	1966	112	1958
За год	525	22	324	1920	856	1926
За май – сентябрь	236	36	96	1933	506	1926

Таблица 14

Относительная влажность воздуха (1930–1983 гг.)

Месяц	Влажность					
	средняя, %	CV, %	минимальная, %	по годам	максимальная, %	по годам
Январь	80	5	70	1969	88	1949, 1983
Февраль	77	6	68	1969	87	1983
Март	79	5	72	1952	86	1937
Апрель	70	8	56	1975	80	1949
Май	59	10	46	1079	70	1937, 1941, 1945
Июнь	62	10	46	1975	75	1978
Июль	66	11	52	1972	76	1964
Август	66	12	48	1940, 1951, 1972	79	1945
Сентябрь	72	9	56	1969	82	1945, 1959, 1961
Октябрь	77	8	66	1968	87	1971
Ноябрь	84	4	76	1937	90	1971
Декабрь	84	5	89	1966	90	1982
За год	71	4	68	1975	78	1983
За май – сентябрь	65	7	54	1975	74	1945, 1964

Таблица 15

Гидротермический коэффициент (1905–2000 гг.)*

Месяцы	Средний		Минимальный		Максимальный	
	мм/°С	CV, %	мм/°С	годы	мм/°С	годы
Май	1,66	78	0,01	1921	1,01	1912
Июнь	0,96	71	0,08	1962	3,08	1926
Июль	0,94	71	0,01	1933	3,19	1916
Август	0,78	67	0,00	1951, 1981	1,99	1960
Сентябрь	1,31	76	0,00	1974	3,63	1918
За май – сентябрь	0,95	38	0,37	1932	2,31	1926

*Примечание: ГТК по Селянинову = $\frac{10 \times \text{сумма осадков, мм}}{\text{Сумма температур} \geq 10^\circ}$.

Таблица 16

Повторяемость классов обеспеченности атмосферными осадками (1905–1983 гг.) с ГТК в среднем за месяц

Обеспеченность атмосферной влагой	ГТК	По месяцам, %					
		V	VI	VII	VIII	IX	V–IX
Очень сильная засуха	<0,40	23	27	20	30	19	2
Сильная засуха	0,41–0,50	8	4	4	10	2	6
Достаточное увлажнение	1,1–2,0	30	20	24	33	37	29
Избыточное увлажнение	>2,0	10	8	8	0	19	3

ром, ночью и рано утром скорость ветра наименьшая, в это же время чаще наблюдаются штили. Среднее количество штилей составило около 42% всех наблюдений.

Анализ многолетних метеорологических данных и наблюдения за ростом и развитием растительности позволили установить для Бузулукского бора следующие метеоролого-фенологические периоды (табл. 18). Весна послезимняя продолжается 31 день – от первых положительных среднесуточных температур воздуха до полного исчезновения снежного покрова в древостоях. Настоящая весна начинается вскоре после появления в бору грачей (период таяния снега, ледохода на р. Боровке (6–8 апреля), массового прилета птиц, начала сокодвижения у березы, цветения сон-травы и горичвета). Весна предлетняя начинается сразу после таяния снега в лесу и заканчивается накануне цветения сосны, ее средняя продолжительность 32 дня. В это время набухают и распускаются почки, растут и облиствляются побеги, цветет большинство трав, кустарников и деревьев, наступает время посева и посадки леса. Период характеризуется наивысшей пожарной опасностью.

Лето наступает с цветения сосны (средняя дата 22/V), завершается после окончания периода с постоянными и среднесуточными температурами воздуха выше 10° и продолжается в среднем 112 дней. Визуально его окончание определяется по началу пожелтения листьев у березы и дуба. Летом интенсивно

Таблица 17

Повторяемость направления ветров (1905–1983 гг.), %

Сезон	Направление							
	С	СВ	СЗ	Ю	ЮВ	ЮЗ	З	В
Весна	12,6	9,0	13,6	14,9	17,3	14,7	10,4	7,5
Лето	18,5	13,4	21,9	7,4	10,6	10,3	11,1	6,8
Осень	10,7	6,7	18,3	13,1	15,2	16,2	14,8	5,0
Зима	8,6	5,6	8,9	20,5	24,9	15,8	8,4	7,3
За год	12,5	8,7	15,6	14,0	17,1	14,3	11,3	6,5
За май – сентябрь	17,0	12,3	20,4	8,8	11,2	12,3	12,1	5,9

Таблица 18

Начало наступления и окончания метеоролого-фенологических периодов в Бузулукском бору (1948–1983 гг.)

Период	Дата начала периода	Дата окончания периода	Продолжительность периода, дней
Весна:			
послезимняя	20/III	19/IV	31
предлетняя	20/IV	21/V	32
Лето	22/V	10/IX	112
Осень:			
послелетняя	11/IX	17/X	37
предзимняя	18/X	9/XI	23
Зима	10/XI	19/III	130

растут деревья и кустарники, закладываются почки, созревают плоды и семена. Пожарная опасность очень велика.

Осень послелетняя начинается с завершения периода с постоянными среднесуточными температурами воздуха выше 10° до окончания теплого сезона, т. е. периода с постоянными положительными среднесуточными температурами воздуха, продолжается 37 дней. Конец ранней осени определяется по полному опадению листьев у березы и дуба. Ранняя осень – это время массового пожелтения и опадения листьев у деревьев и кустарников.

Осень предзимняя продолжается в среднем 23 дня – от окончания теплого сезона и до установления постоянного снежного покрова. В это время заканчиваются листопад и отлет птиц, созревают сосновые семена.

Зима наступает с установлением постоянного снежного покрова и завершается накануне дня с первыми положительными среднесуточными температурами воздуха (продолжительность 130 дней). Время сбора сосновых шишек.

Анализ многолетних метеорологических данных по Бузулукскому бору и смежных с ним территорий показывает, что климат бора подвержен флуктуациям. Тренды суммы годовых осадков, гидротермического коэффициента и среднегодовой температуры воздуха подвержены значительной временной динамике, в результате которой формируются отрезки аномальных условий факторов среды, отразившихся на состоянии экосистем бора. Наиболее системные из них – пони-

женные осадки и относительная влажность, высокие температуры – приводили к гибели сосны и дуба. Климат довольно своеобразен: по количеству выпадающих атмосферных осадков он ближе к климату лесостепи. Вместе с тем резкая амплитуда колебаний температур и высокая испаряемость летом, достигающая за год (1906–1926 гг.) 643,2 мм, а за вегетационный период – 533,1 мм, приводят к дефициту осадков за год в сумме 157 мм. Особенно значителен дефицит осадков за вегетационный период (май – сентябрь) – 302 мм, превышая в 2,5 раза количество атмосферных осадков. На высокую испаряемость указывал и А.П. Тольский (1931), объясняя ее значительной сухостью воздуха, что приближает климат к степному типу.

Выводы

1. Структура климатических ритмов голоцена определяет взаимозависимость и одновременное развитие поверхностных почвообразующих пород, форм рельефа и почв территории. Каждому генетическому типу рельефа, почвенному типу или подтипу соответствуют особые генетически самостоятельная материнская порода и свой фитоценоз.

2. Функциональная специфика естественных механизмов формирования всего биологического разнообразия бора во многом зависит от климатических флуктуаций Общего Сырта, определяющих стохастические колебания р. Боровки. Изменчивость природных факторов, и в первую очередь метеорологических условий, определяет транспорт веществ в почвогрунтах, динамику грунтовых вод и энергию эолового и водно-эрозионного переносов в бассейне, корректируемых антропогенными факторами.

3. Климатограммы выявили неблагоприятные для бора периоды засух. Вместе с тем на протяжении последних более чем трех десятилетий происходило устойчивое, статистически значимое повышение атмосферных осадков и ГТК при средних величинах отрицательного линейного тренда модуля скорости ветра. Положительный тренд осадков и ГТК свидетельствует об относительно оптимально-благоприятном климатическом цикле, в котором со второй половины XX в. и по настоящее время функционирует бор и окружающие ландшафты степи. Превышение суммы годовых осадков в бору за последние 100 лет составило свыше 30 мм, а за их вторую половину – около 60 мм.

4. Вырубка леса, исчезновение бобров и мельниц, снижение базисов эрозии и уровня грунтовых вод на фоне предстоящего потепления климата и усиления антропогенного пресса на экосистемы бора могут вызвать ряд непредсказуемых негативных последствий. Все эти факторы среды должны изучаться и учитываться при разработке основополагающих мероприятий, регламентирующих рациональное ведение лесного хозяйства в бору.

5. Сравнение данных по осадкам и другим показателям на равнинных и возвышенных территориях показало, что обычный способ построения изогий без учета орографии искажает (в сторону уменьшения) их действительные значения. Объясняется это тем, что метеостанции, как правило, размещаются в населенных пунктах по берегам рек – вне территорий возвышенных водоразделов.

Как нами установлено, на Общем Сырте в результате замеров в 3 точках при высотной амплитуде рельефа от 100 до 450 м среднегодовое количество осадков возрастает примерно на 30 мм при повышении высоты на каждые 100 м.

4.4. ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА, СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД

Из материальных носителей, обеспечивающих круговорот, особое значение имеет вода, которая по своим свойствам, строению, растворяющей способности и другим параметрам принадлежит к совершенно уникальному соединению. Природная вода – это сложный, непрерывно изменяющийся многофазный минерал, содержащий разнообразные ассоциации химических элементов, контролирующих характер геохимической среды. Круговорот воды крайне разнообразен и многолик.

Речной бассейн – автономная саморегулируемая система, в которой взаимосвязанно работают поверхностный и подземный стоки, являющиеся важнейшей составляющей влагооборота в системе «почва – растительный покров – атмосфера» и входящие в водно-балансовый цикл функциональных структур биосистем (Будаговский, 1964; Будыко, 1971; Гусев, 1990). Именно воды наряду с биогеохимическим циклом в значительной мере определяют состояние и динамику почвенно-растительного покрова. Запасы грунтовых и подземных вод, а с ними и речной сток в свою очередь обусловлены физическими и биохимическими процессами выветривания и почвообразования, которые напрямую связаны с жизнедеятельностью растений, животных и микроорганизмов, а также процессами водообмена в зоне гипергенеза. Речной сток так или иначе организован живым веществом, поэтому любая разветвленная речная система имеет «биогео-динамическую природу» (Горшков, 1992). Существенные преобразования почвенно-растительного покрова (естественные или антропогенные), обусловленные изменением климата или сведением человеком лесов, влекут за собой неизбежные сдвиги в структуре и функционировании речного бассейна, его природных компонентов экосистем, в том числе и почв.

4.4.1. Гидрографическая сеть бора

Вся гидрографическая сеть Самарского бассейна относится к бассейну Волги. Территория бора принадлежит бассейнам Самары, Боровки и Кутулука (табл. 19). Все реки района относятся к одному типу с резко выраженным преобладанием стока в весенний период. Их питание осуществляется в основном за счет талых вод. Режим рек характеризуется низкой летней меженью с редкими дождевыми паводками. Осенью наблюдается несколько повышенная водность в результате выпадения осадков и уменьшения испарения с поверхности водосборов.

Основная водная артерия – р. Самара, имеющая субширотное направление (см. табл. 19). Ширина ее долины составляет 3–5 км, а русловой ложбины – от 35 до 85 м, глубина – от 1,0 до 4,0 м. Скорость течения в межень – 0,3 м/с. Русло реки сильно меандрирует, дно песчаное, берега в большей части обрывистые, высота обрывов достигает 8,0 м. В середине лета р. Самара сильно мелеет, сред-

Таблица 19

Характеристика рек Бузулукского бора

Река	Куда впадает	Протяженность, км	Скорость течения, км/ч	Ширина, м	Глубина, м
Самара	Волга	133,5	1,10	60–80	1–3
Боровка	Самара	82,6	0,60	35	0,2–0,8
Колтубанка	Самара	33	0,25	3,4	0,1–0,2
Черталык	Боровка	26	0,18	3,5–4,0	0,2
М. Кинель	Самара	22	0,20	3,5–4,0	0,2
Кутулук	М. Кинель	14	0,16	2,5–3,5	0,1–0,2

ний годовой расход за период 1933–2002 гг. составил 48,9 м³/с, минимальный зимний (1938 г.) – 3,3 м³/с (Даркшевич, 1953).

Правым притоком Самары является р. Боровка, длина которой в пределах бора составляет 53,3 км. Ее долина асимметричная. Русло реки «приспособлено» к тектоническому нарушению и прижато к левому склону долины, имеет глубокий врез, обусловленный литологией пород. Наибольшей крутизной отличаются правобережные обрывы и утесы (Паникинский сырт, Черталыкский утес). Ширина долины 2 км, средний уклон 0,22–0,45 м/км. Долина р. Боровки имеет четко выраженную низкую и высокую поймы: первая возвышается над урезом воды на 2–3 м, вторая – на 3–6 м. Ширина реки 25–30 м, глубина 1–2 м, скорость течения 0,1–0,3 м/с. Среднегодовой расход реки (1934–2002 гг.) составил 5,71 м³/с. В многолетнем разрезе наименьший расход воды при открытом русле составил 0,44 м³/с, а наименьший среднееголетний расход зимнего периода – 0,42 м³/с. При входе р. Боровки в Бузулукский бор в период летней межени (август) расход воды составил 3,264 м³/с, в центральной части – 4,703 м³/с, при выходе из бора – 5,365 м³/с (посты № 14, 4, 1 соответственно).

На боровых террасах Боровки и Самары встречаются старичные ложбины, образованные в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности водных потоков, стекавших с поверхности террас в верхнем плейстоцене и голоцене. Большую часть водоемов составляют различные по происхождению озера и болота. Эти водоемы представляют собой восстановительные ландшафтно-геохимические барьеры, своеобразные «ловушки», где могут аккумулироваться различные техногенные органические вещества и некоторые металлы. Часть их образована действием рек и их прежним постоянным течением, часть представляют собой понижения, образованные верховодкой за счет скопления снеговых и талых вод поверхностного и латерального стоков, меньшая часть водоемов образована выходами грунтовых вод на поверхность (родники). Все эти водоемы можно условно разделить на две группы: к постоянным относятся реки, некоторые ручьи, озера и болота; ко вторым (временным) – озерца-верховодки, некоторые ручьи, исчезающие на неопределенное время (от 1–2 мес. до нескольких лет) в засушливые периоды.

К числу постоянных и основных артерий бора нужно отнести р. Боровку, текущую в юго-западном направлении и впадающую на южной окраине бора в Самару. Наибольшая глубина в пределах бора – 3,5 м. Берега песчаные, почти

на всем протяжении невысокие и легко разрушаемые. Обычно полных ледоставов на Боровке не бывает. Притоки Боровки – Сусарка, Муштай, Черталык, Студенка и Мачанка – несут свои воды в песках бора.

Повторяемость максимальных расходов стока р. Боровки обеспечивает формирование элементов первичного ландшафта ее поймы. Спрявление русла реки, а также сплав леса привели к гибели некоторых элементов ландшафтов ее поймы, нарушили жизнь водных животных. Сохранение экосистем бора невозможно без поддержания естественной структуры и устойчивого функционирования бассейнов Боровки, Самары и их притоков. Система ведения лесного хозяйства должна предусмотреть меры по сохранению мест обитания всех биологических видов и популяций.

Многолетняя флуктуация уровня грунтовых вод может усугубить негативную динамику экосистем, как это и наблюдается в засушливые циклы. Необходимо всегда помнить, что в развитии и функционировании всех экосистем бора главным является гидрологический фактор, поэтому следует всеми возможными способами поддерживать уровень воды в речках бора. В естественных условиях гидрологический режим р. Боровки и ее притоков определяет режим грунтовых вод в пойме и на первой террасе, а также водный режим пойменных биотопов, формирование и функционирование экосистем.

Возникновение изменений в частоте и длительности поемного заливания, а также изменения внутригодовой и многолетней амплитуды колебаний уровня грунтовых вод в бору следует в первую очередь учитывать при обосновании того или иного проекта. Сокращение амплитуды колебаний уровня воды в реке приводит к сокращению его колебаний в пойме и на террасах. Повышение среднего уровня воды в руслах и уменьшение амплитуды его колебаний по сезонам будет благотворно влиять на экосистемы, формирование новых сообществ увлажненных местообитаний.

Экосистемы бора, расположенные на высотных отметках от 6 м и выше, часто в сухие годы практически не подчиняются гидрологическому режиму террас и пойм, а паводки перестали затоплять участки центральной поймы. Расположенные здесь ценные дубняки из-за отсутствия пойменного режима могут исчезнуть, их заменят степные ценозы.

В результате исследований удалось установить биологические индикаторы устойчивости экосистем бора, которые могут быть формализованы для моделирования:

- первичные сукцессии в пойме и на террасах;
- различия в составе, структуре и объеме биопродуктивности;
- изменчивость видового состава фитоценозов;
- степень сохранности основного видового разнообразия геоэкосистем.

Устойчивое развитие экосистем на молодом аллювии и формирование первичных форм пойменного ландшафта (пляжей, отмелей, запруд, побочней и осередков) обеспечивается при оптимальных значениях уровня грунтовых вод в русле, что отражается на их уровне в пойме и на террасах, что отражено нами в базовых моделях боров (гл. 10, раздл 10.3). Вместе с тем флуктуационная изменчивость в растительных сообществах бора, вызванная флуктуациями климата, является индикатором их сохранности и устойчивости. Для малых речек бора особенно важно сохранение водорегулирующих функций экосистем всего водосбора, а также прибрежных и прирусловых участков.

4.4.2. Генезис долины р. Боровки

Генезис почв и ландшафтов Бузулукского бора неразрывно связан с формированием поймы р. Боровки – основного элемента речной долины и обязательной стадии ее надпойменных террас. Поймы и надпойменные террасы речных долин вообще развиваются и «созревают» в разное время в зависимости от формирующих их основных факторов: уклоны течения, мощности потоков, расход воды, взвешенные и растворенные в ней вещества, гидрогеологические, георастворительные, почвенные и многие другие, в том числе и антропогенные, условия. Длина живого русла реки заметно увеличивается при нарастании ее дельты, меандрировании русел и регрессивной эрозии. Нарастающая кривизна русел при меандрировании реки сопровождается усиленной аккумуляцией осадков на поверхности поймы, а спрямление меандр неизбежно вызывает усиление эрозии и падение ее базиса. Известно, что аккумуляция наносов на поверхности поймы происходит только в периоды разлива полых вод, когда наносы осаждаются на дне замкнутых водных бассейнов, причем чем шире пойма, тем она ровнее, тем меньше ее высота над меженью реки, а кривая поверхности поймы есть отражение уровня полых вод.

При песчаном составе руслообразующих наносов деформации русла полностью никогда не прекращаются. В многоводные фазы режима они охватывают все русло, а иногда и пойму, обуславливая изменение форм русла и руслового рельефа, аккумуляцию наносов на пойме и развитие пойменных проток; в межень они сосредоточены в узкой стрежневой зоне потока, вызывая местные размывы или аккумуляцию наносов на перекатах, изменение отметок дна за счет смещения микроформ руслового рельефа.

В пойме Боровки довольно хорошо различаются следующие части: а) прирусловая, б) центральная и в) притеррасная (по В.Р. Вильямсу, 1951). Последнюю еще называют приматериковой, или староречной (меандровой). Каждая из названных частей представлена и развита по-разному, а иногда даже отсутствует или меняется местами и т. д. Пульсационное меандрирование ее русла образует озера-меандры, озера-старичи, островки и коренные островки – останцы на правой и левой сторонах реки.

Согласно взглядам И.И. Плюснина (1931), аллювиальные осадки поймы нормально слагаются как минимум двумя ярусами: а) нижним (донным), состоящим из крупнозернистого аллювия и б) верхним (пойменным), сложенным мелкозернистым аллювием. Эта дифференциация аллювиальных осадков обусловлена раздвоенностью режима реки на меженный и паводковый и не связана с различными и разновременными физико-географическими и геологическими условиями. Нижний ярус этих отложений (донный, русловый) является продуктом смещающихся водных потоков в русле во время паводка, а верхний (пойменный) – нанос, наилок – аккумулируется полыми водами и зависит от режима русла в период паводка. В этот пойменный аллювий включаются озерные, болотные, золовые и другие образования.

Таким образом, когда массив поймы развивается в результате длительного неуклонного смещения русла в одну сторону, развитие поймы называется прогрессивным. При этом аллювий сложен двухярусным комплексом аллювиальных осадков, образуя фазу развития поймы.

Но смещение русла может быть и обратным – регрессивным и происходить многократно, вызывая «инверсии осадков», когда на поверхности старой, подмываемой стороны поймы отлагается новый аллювий уже регрессивного свойства, укрупняющийся вверх. В результате образуются обособленные ярусы аллювия, отличающиеся слоистостью, гранулометрическим составом, иногда разделенные ископаемыми (погребенными) почвами, торфяными горизонтами и т. д. При этом отдельные звенья (отрезки) поймы и обособленные ее части (сегменты) могут резко различаться между собой. Так, сегмент р. Боровки прогрессивного ряда в результате длительного смещения русла в одну сторону сформировал относительно ровную «стареющую» пойму с дерново-луговыми почвами, относительно высоким содержанием гумуса (центральная пойма р. Боровки). Сегмент поймы регрессивного ряда формирует непрерывно обновляющиеся, слоистые, грубопесчаные почвы (аллювиально-слоистые) в условиях резко неустойчивого режима русла. Постоянная смена сценариев формирования аллювия, меандрирование русла, изменение ширины и абсолютной высоты поймы с возрастом неизбежно приводят к снижению среднего уровня полых вод. Как следствие, уменьшается высота молодой части поймы над меженным уровнем, а ее «старая» часть будет составлять высокую ступень поймы. Возраст речного аллювия относительно тем больше, чем дальше отстоит тот или иной участок или часть поймы от современного смещающегося русла. Старая пойма, накапливая осадки и достигнув кульминационного развития, переходит в надпойменную террасу, а новая пойма формируется на более низком уровне на базе врезающегося старого русла.

Процесс формирования долины р. Боровки постоянно продолжается и регулируется эндогенными и экзогенными факторами. Он органически связан с «жизнью» водного потока, формирующего долину реки во времени. Совместная работа глубинной и боковой эрозии – это «живой» график времени развития долины, который можно проследить в геологических и почвенных анализах поперечных профилей. Кривые залегания «погребенных террас» и горизонтов флювиогляциальных, аллювиальных отложений могут дать богатую информацию о режимах реки и свойствах осадков аллювия и почв, на контактах которых отражены «летописи эпох и периодов», их продолжительность, местные палеоландшафтные, природно-климатические условия и режимы, зафиксированные в моделях почвообразования или в реликтовых образованиях (оторфованные горизонты, погребенные почвы, новообразования карбонатов, псевдофибры, скелеты моллюсков и т. д.).

В связи с изложенным можно предположить, что генезис параболических дюн, крупных гривных и холмистых форм рельефа не столько древнеэоловый, образованный в процессе перевевания песчаного аллювия самых высоких и древних надпойменных террас Самары и ее притока р. Боровки, сколько эрозионный. До эоловой переработки в среднем и позднем плейстоцене они могли быть сформированы мощными аллювиальными процессами волнового прилива. Именно параболические дюны, сочленяясь друг с другом, образуют сложные комплексы дюнно-грядового рельефа на наиболее древних террасах р. Боровки. Их вогнутая (наветренная) сторона обычно обращена на запад-юго-запад, а выпуклая (подветренная) – на восток-северо-восток. Иногда дюнные системы частично разрушены или резко усугублены вторичной эрозионно-эоловой мо-

делировкой. Массивы древней переработки представлены современными ландшафтами песчаных дюнно-грядовых сосновых боров различного типа.

Современные речные долины с замирающими речушками и ручьями остались жалкими свидетелями бывшей значительной обводненности территории при более влажном климате.

4.4.3. Генезис и состав поверхностных и грунтовых вод

Значение почвенно-грунтовых вод, т. е. верховодки и верхнего горизонта собственно грунтовых вод территории бора, рассматривается прежде всего с позиций самостоятельного фактора почвообразования. С верховодками связано появление в автоморфных условиях временно переувлажненных почв, вызванных просадочным уплотнением, ведущим к уменьшению вертикальной и повышению латеральной (горизонтальной) проницаемости песчаных почвогрунтов.

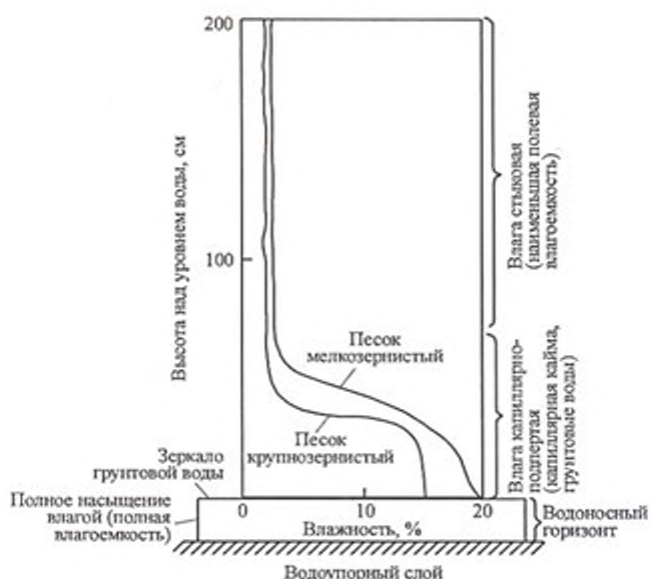
Почвенные воды, образовавшиеся в зоне аэрации песков, вступают в гидравлическую связь с грунтовыми водами и образуют совместно с ними гидравлически единый горизонт почвенно-грунтовых вод. Вместе с тем это единство не исключает того, что различные слои почвенно-грунтового потока стекают с неодинаковой скоростью вследствие значительных различий коэффициентов фильтрации почвенных и подстилающих почву горизонтов.

В почвах бора почвенно-грунтовые воды являются, как правило, временными, появляясь всегда весной, часто — осенью, а иногда и летом. Существующие микроклиматические условия вершин дюн и склонов исключают возможность образования почвенных вод. Верхняя граница капиллярной каймы грунтовых вод всегда остается достаточно удаленной от нижней границы почвенной толщи. Наличие сухого «мертвого» горизонта между ними — обычное явление. Водный режим почв в этих случаях складывается по типу непромытого, а почвенные воды считаются самостоятельными, как особая категория природных вод.

Образование в почвах пленочно-подвешенной, капиллярно-подвешенной и стыковой влаги в природных условиях Бузулукского бора наблюдается в тех случаях, когда грунтовые воды залегают настолько глубоко, что связи между ними и подвешенной водой не возникает: они разделяются толщиной относительно сухой почвы, в которой содержится только пленочная влага. В тех случаях, когда вода удерживается в почве или породе в виде стыковой, ее распределение принимает форму, указанную на рис. 20. Очень низкое и в то же время постоянное содержание влаги (обычно 3–4% от массы почвы или 10–15% от величины порозности) характерно для той части толщи, которая содержит собственно стыковую воду. На рис. 20 этому отвечают верхние 130 см почвенной толщи. Ниже идет капиллярная кайма, а еще ниже — горизонт полного насыщения влагой, т. е. горизонт грунтовой воды. Поскольку стыковая вода не имеет капиллярной связи с грунтовой, максимальное количество стыковой воды, удерживаемое почвой, можно назвать наименьшей, или полевой, влагоемкостью.

При значительном понижении уровня грунтовых вод предельная влагоемкость будет уменьшаться, а удельная водоотдача увеличиваться и приближаться к показателям наибольшей «свободной влагоемкости» по количеству влаги. В результате создаются условия для физической сухости таких почв. Именно

Рис. 20. Распределение в песчаной толще капиллярно-подпертой и стыковой воды



здесь и распространены ассоциации ксерофитной растительности — сосново-лишайниковые и сосново-моховые боры.

Как будет показано далее, главная роль в промывании принадлежит талым снеговым водам, усиленным весенними дождями. Если принять средний запас воды в снежном покрове равным 100–150 мм, осадков в период снеготаяния 40–50 мм и некоторый осенний запас влаги в почве, то при полевой влагемкости слоя почвы в 200 см, равной 120 мм, выявляется возможность глубокого промачивания почвы.

В лугово-болотных почвах почвенно-грунтовые воды исчезают лишь в засушливые годы.

По гидрогеологическому районированию рассматриваемая территория отнесена к Восточно-Сыртловскому артезианскому району, где наиболее широко развиты нижнеплейстоценово-голоценовый и нижнетриасовый водоносные горизонты, водоносный верхнетатарский комплекс и относительно водоупорный верхнеплиоценовый горизонт. Водоснабжение осуществляется благодаря нижнеоплиоценово-голоценовому водоносному горизонту. На условия формирования подземных вод влияют литология вмещающих пород, степень дренированности, физико-географические условия, глубина залегания водоносных пород, характер и скорость циркуляции вод. Основные процессы формирования вод — выщелачивание ионно-солевого комплекса пород и растворение гипсов и ангидридов. Наиболее слабо защищен водоносный эолово-аллювиальный нижнеплейстоценово-голоценовый горизонт. Неблагоприятны в экологическом состоянии территории в юго-западной части междуречья Боровки и Самары и в крайней северо-западной части на водоразделе Кутулука и Боровки.

Сорбционная способность песков и гравийно-галечников из-за минимального содержания в них глинистых частиц ничтожно мала, поэтому аллювий, состоящий в основном из этих пород, за исключением отдельных прослоев глин и суглинков, не способен поглощать загрязнение. Наиболее защищены водоносные горизонты в юго-западной, южной и центрально-восточной частях территории, где распространены отложения неоплейстоценового возраста. Менее всего защищен водоносный горизонт эолово-аллювиальный нижнеплейстоценово-голоценовый, находящийся в центральной части территории, за счет которого осуществляется водоснабжение г. Бузулука и обеспечивается функционирование Бузулукского бора.

В условиях бора и на близлежащих территориях для химического состава подземных вод характерна преимущественно гидрокарбонатно-кальцево-магниево-гидрохимическая фация, реже – сульфатная, гидрокарбонатная и гидрокарбонатно-сульфатная, обусловленные широким развитием пород карбонатного состава (табл. 20). Отмечается прямая гидрохимическая зональность. С глубиной и при наличии отдельных прослоев глин наблюдается увеличение минерализации до 0,3–0,4 г/дм³, при этом в химическом составе воды увеличивается содержание сульфат-иона.

На всей площади распространения песков, где зона аэрации хорошо проницаема, а некоторыми разрезами вскрывается верхняя часть горизонта вод, подземные воды имеют гидрокарбонатный, а по катионам – преимущественно кальцево-магниевый состав с минерализацией от 0,16 до 0,45 г/дм³. Ниже, где в разрезе встречаются прослои непроницаемых или слабопроницаемых пород, подземные воды преимущественно сульфатно-гидрокарбонатные кальцево-магниевые, реже – гидрокарбонатно-сульфатные кальцево-магниевые. По минерализации воды пресные, плотный остаток равен 0,6–0,7 г/дм³. Верхнетатарский комплекс имеет умеренно жесткие воды: pH 7,6–8,5. Естественное экологическое состояние водоносных горизонтов в основном соответствует требованиям, предъявляемым к ним СанПиНом. Практически все нормируемые показатели ниже предельно допустимых. Исключение составляет содержание в водоносных подразделениях катионов Fe и Mn. Основным источником железа в водах являются отложения перми, в которых оно входит в состав кристаллической решетки минералов. При изменении окислительно-восстановительных условий в почвенных профилях, на контактах пород и в природных водах, а именно при изменении восстановительной обстановки на окислительную на контакте пород с подземными водами, ионы железа (Fe⁺⁺) приобретают подвижность и свободно мигрируют. Таким же путем попадают в подземные воды и ионы марганца (Mn⁺⁺). Наиболее распространены ионы марганца в отложениях нижнетриасового и неоплейстоценово-голоценового возраста, где их присутствие связано с наличием в отложениях органических соединений (торфа). На участках близкого к поверхности залегания нижнепермских пород концентрация ионов железа достигает 88 ПДК, Mn (0,1–0,35 мг/дм³) – 3–8 ПДК. Величина жесткости воды составляет 9,8–10,2 ммоль/м³ при ПДК 7 ммоль/м³ (Бельц, 2003).

Согласно Г.М. Бельцу (2003), подземные воды Бузулукского бора слагаются из следующих водоносных горизонтов: аллювиального современного, верхне- и среднелепестового, акчагыльского комплекса (N_{2a}), относительно водоносного нижнетриасового горизонта (T₁); водоносного верхнетатарского (P_{2t2}). Все выделенные водоносные горизонты и комплексы гидравлически взаимосвязаны между собой по принципу сообщающихся сосудов и в той или иной степени участвуют в биологических циклах, влияющих на генезис и разнообразие почв и фитоценозов Бузулукского бора (рис. 21, 22).

На территории бора по микроклиматическим и гидрогеологическим условиям В.И. Рутковский (1950) выделил три типа гидрогеологических условий:

1. Участки с близким к поверхности залеганием (менее 5 м) и малой амплитудой колебаний зеркала грунтовых вод. В этих условиях лесные культуры в период голоцена (Q_{IV}) имели возможность использовать для транспирации грун-

Таблица 20

Химический состав вод Бузулукского бора

Местонахождение	Место забора образца	Глубина, м; дебит, л/с	pH	Формула Курлова
Пос. Гремячий	Скважина 39Р	17,0; 0,11	7,3	$M_{0,6} \frac{SO_4 58 HCO_3 38 Cl 2 CO_3 2}{Na 51 Ca 29 Mg 20}$
Пос. Колтубановка	Скважина 076	25,0; 0,2	—	$M_{0,40} \frac{HCO_3 74 NO_3 14 SO_4 10 Cl 2}{Ca 68 Mg 24 Na 7 Al 1}$
Село Могутово	Скважина 2613	103,0; 5,0	7,2	$M_{0,6} \frac{Cl 41 HCO_3 32 SO_4 27}{Mg 51 Ca 27 Na+K 22}$
Пос. Кордон Гремячий (Q I-IV)	Родник	1,0	7,3	$M_{0,6} \frac{HCO_3 70 CO_3 13 SO_4 11 Cl 6}{Ca 67 Mg 18 Na 15}$
Село Елшанка I	Родник	1,0	7,6	$M_{0,4} \frac{HCO_3 72 SO_4 14 Cl 13 NO_3 1}{Mg 53 Ca 35 Na 12}$
Пос. Пробуждение	Родник	0,03	—	$M_{0,39} \frac{HCO_3 97 SO_4 2 Cl 1}{Ca 85 Mg 14 Na 1}$
Село Сидоркино (Г ₁)	Родник	0,001	—	$M_{0,5} \frac{HCO_3 81 SO_4 13 Cl 5 NO_3 1}{Ca 47 Na 40 Mg 13}$
Пос. Партизанский	Река Боровка	—	8,4	$M_{0,6} \frac{HCO_3 75 SO_4 14 Cl 19}{Ca 34 Mg 34 Na 32}$
Пос. Колтубановка	Река Боровка	—	8,3	$M_{0,6} \frac{HCO_3 76 SO_4 14 Cl 19 CO_3 1}{Mg 40 Ca 30 Na 30}$
Пос. Островной	Река Черталык	—	8,5	$M_{0,6} \frac{HCO_3 71 SO_4 23 Cl 16}{Mg 51 Na 27 Ca 22}$
Пос. Рябисевский	Мочажина	—	8,7	$M_{0,5} \frac{HCO_3 78 SO_4 13}{Ca 46 Mg 35 Na 17}$
Пос. Колтубановка	Скважина (водокачка)	—	7,2	$M_{0,5} \frac{HCO_3 94}{Ca 67 Mg 21}$
Село Паника	Левый берег Боровки, скв. 39Р	—	8,2	$M_{0,6} \frac{HCO_3 60 SO_4 37 Cl 3}{Mg 77 Na 30 Ca 23}$
Пос. Опытный	Река Боровка	—	8,6	$M_{0,5} \frac{SO_4 54 HCO_3 41 Cl 3 CO_3 2}{Na 49 Ca 31 Mg 20}$
Пос. Воронцовка	Скважина 2613	103,0	7,0	$M_{0,6} \frac{Cl 41 HCO_3 32 SO_4 27}{Mg 51 Ca 27 (Na+K) 22}$ $M_{0,25} \frac{HCO_3 72 SO_4 22 Cl 15 NO_3 1}{Ca 73 Mg 16 Na 9 K 1}$
Берег болота Моховое	Разрез 1-2003	0,8	8,6	$M_{1200} \frac{HCO_3 96 Cl 2 CO_3 2}{Ca 75 Mg 22 K 3}$
Болото Моховое	Болото	—	8,7	$M_{760} \frac{HCO_3 94 Cl 4 CO_3 2}{Ca 80 Mg 14 K 6}$

*мг/л.

Здесь древесная растительность ни во влажные, ни в засушливые годы не может использовать грунтовые воды. В период засух наблюдаются суховершинность насаждений естественного происхождения и гибель искусственных на склонах южных румбов и вершинах холмов.

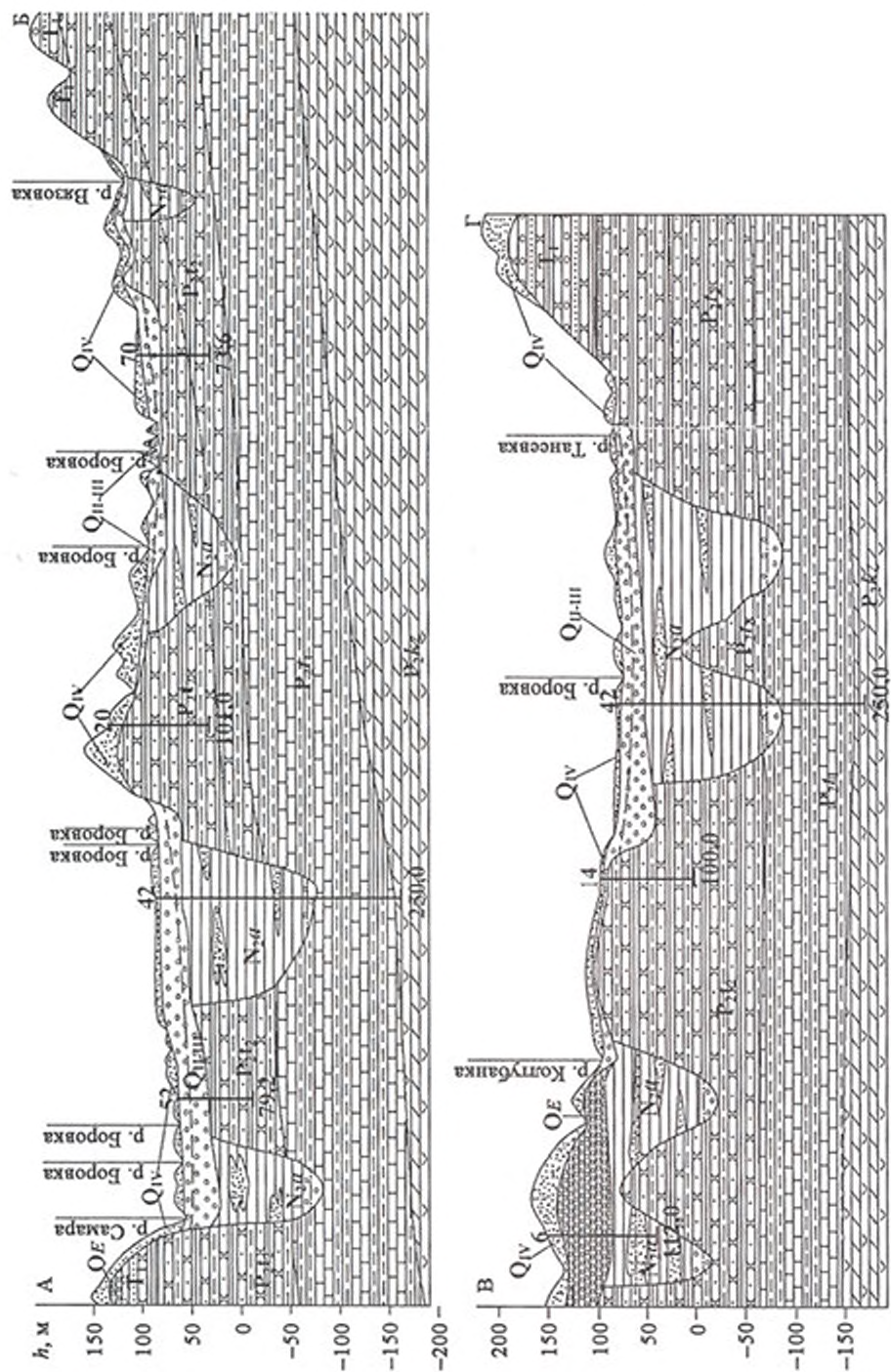
Важно подчеркнуть, что зона аэрации, литологически представленная в основном хорошо фильтрующимися песками незначительной мощности, для водоносных горизонтов бора является слабым щитом и не способна предотвращать и активно нейтрализовать и депонировать загрязняющие вещества, которые через почвенно-грунтовую толщу могут легко попадать в водоносные горизонты и транспортироваться по принципу сообщающихся сосудов по всей территории бассейна. Поскольку именно в зоне аэрации сосредоточена основная часть корневой системы деревьев и кустарников, то благоприятная экологическая обстановка зоны аэрации в конечном счете является основой здорового и устойчивого функционирования Бузулукского бора в настоящем и, что особенно важно, в будущем. Наиболее слабо защищен от проникновения загрязняющих веществ район междуречья Боровки и Самары. Высокие фильтрационные свойства песчаных почв и материнских пород ($K_f = 13,22-21,6$ м/сут), представленных здесь в основном песками, в сочетании с небольшой мощностью (2,5–2,8 м) зоны аэрации делают этот район наиболее уязвимым.

Послеледниковая (голоценовая) терраса и ежегодно заливаемые в половодье поймы Самары и Боровки сложены с поверхности иловатыми супесями (пойменная фация), а ниже песками (руслевая фация). Здесь имеется несколько горизонтов подземных вод. Один из них образует горизонт грунтовых вод первой надпойменной (боровой) террасы р. Боровки. Водупором здесь служат породы перми.

Щелочной реакцией грунтовых вод объясняется отсутствие растворимых форм полуторных оксидов и органических веществ в проанализированных пробах (см. табл. 20). Таким образом, химический состав вод бора отражает карбонатный характер его ландшафтов «внутреннего» рельефа. В условиях капиллярного потока таких вод к гумусовым горизонтам почв депрессий возникают карбонатные почвы, испытывающие влияние этих вод. Поэтому в понижениях террас и поймах широко распространены карбонатные темноцветные луговые и перегнойно-глееватые почвы.

В пределах второй и третьей террас на подстилающих породах перми имеется непостоянный горизонт верховодки, играющий существенную роль в формировании серо-гумусовых дерново-подбуров слабоподзоленных, а местами даже лугово-болотных и болотных оторфованных почв. Значение верховодки особенно велико было в прошлом, например в атлантический период среднего голоцена (8–5 тыс. лет назад), когда она была более мощной и постоянной.

Вековые, многолетние и сезонные колебания уровня грунтовых вод особо резко выражены на первой надпойменной террасе, где шестой горизонт грунтовых вод сливается с пятым и другими более высокими, причем в местах их выклинивания у тылового шва первой террасы возникла полоса болот. В годы повышенного увлажнения, связанные с ритмичными колебаниями солнечной активности, грунтовые воды поднимаются так высоко, что заливают болота. В эти годы сосна по болотам усыхает от вымокания, а на более высоких позициях появляется ее самосев, особенно обильный в местах выпота капиллярной



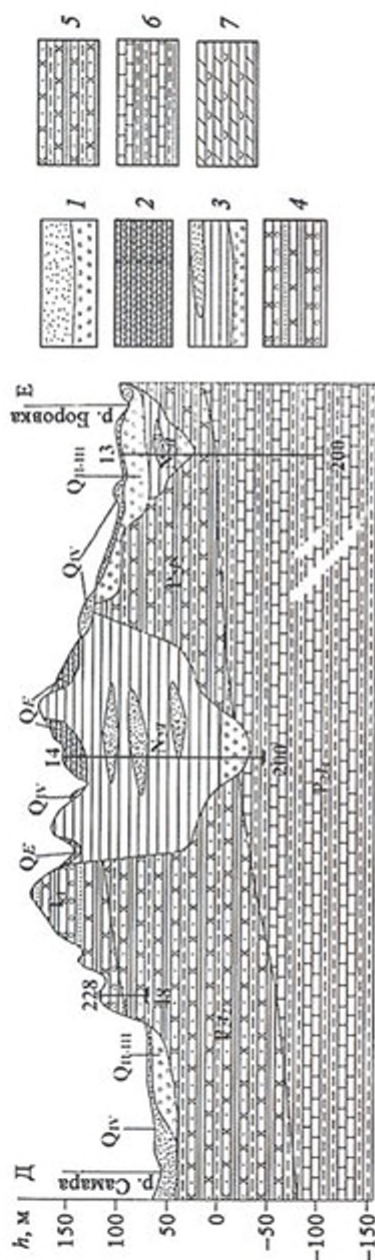


Рис. 22. Гидрогеологические разрезы по линиям А – Б, В – Г, Д – Е (см. рис. 21).

1 – четвертичный аллювиальный водонасыщенный горизонт, пески, гравий, галечники с прослоями супеси, суглинки, глины (Q_{IV}); 2 – эоплейстоценовый озерно-аллювиальный водонасыщенный горизонт, гравийно-галечники, глины (Q_{III}); 3 – плиоценовый водонасыщенный горизонт, глины с линзами песков и галечником в базальном слое (N_2); 4 – нижнетатарский водонасыщенный горизонт, пески, глины, песчаники, конгломераты (P_1); 5 – верхнетатарский водонасыщенный комплекс, алевролиты, глины, песчаники, известняки (P_2); 6 – нижнетатарский водонасыщенный комплекс, артылиты, алевролиты, конгломераты с прослоями мергелей (P_3); 7 – верхнеказанский водонасыщенный горизонт, алевролиты, артылиты с прослоями известняков, песчаников, доломитов, линзы мергелей, гипсов, конгломератов (P_4).

влаги в плоских понижениях между дюнами. В периоды засушливых лет горизонт грунтовых вод опускается, и болота снова заселяются сосной.

В зависимости от глубины залегания грунтовых вод и высоты дюнных полей в пределах низкой бортовой террасы А.А. Гаель и А.В. Хабаров (1971) выделяют три «зоны»:

1. Зона оптимального увлажнения в припойменной полосе террасы, где глубина грунтовых вод не превышает 3–4 м и они доступны для корней сосны, образующей здесь насаждения свежего бора II бонитета. Крупные понижения между дюнами с глубиной грунтовых вод всего 0,5–1,2 м заняты прекрасными насаждениями влажного бора I–IIа бонитета со вторым ярусом из березы. Эти насаждения возникают самосевом в периоды влажных лет, причем они выносят периодическое затопление корней по крайней мере до 90 лет.

2. Зона недостаточного увлажнения в центральной пойме, где грунтовые воды под высокими дюнами залегают на недоступной для корней глубине (10–6 м). Здесь формируются насаждения сухого бора III бонитета, в которых естественное возобновление весьма затруднено. Самосев появляется только в периоды особо благоприятных лет – один-два раза в столетие. Затруднено здесь и произрастание лесных культур. Лишь вокруг небольших болотцев и междюнных понижений имеется узкая кайма самосевных сосняков I–II бонитета.

3. Зона избыточного увлажнения в притеррасовом понижении, где выклинивается поток грунтовых вод и широко распространены болота и озера. Преобладают насаждения березы и осины, изредка ольхи и сосны. При этом береза, осина и сосна периодически (через 40–80 лет) погибают от вымокания корней (современный пример – болото Моховое).

Усыхание сосны происходит в большей мере на песчаных, а не на супесчаных и суглинистых почвах, так как для песчаных почв характерен чрезвычайно быстрый переход от состояния достаточного увлажнения к резкому недостатку влаги: изменение потенциала влаги от 5 до 25 атм происходит при потере всего лишь 2% влаги в гумусовом и менее 1% – в безгумусовых горизонтах.

Таким образом, на водоразделах сформировались черноземы типичные и частью слабооподзоленные (реликтовая оподзоленность) под степной растительностью, на второй террасе, прислоненной к склону, где поверх суглинков отложен плащ песков под сложными борами, – серо-гумусовые дерново-подбуры оподзоленные псевдофибровые, на дюнах – дерново-подбуры слабооподзоленные, иногда литобарьерные, псевдофибровые, псевдофибры располагаются в горизонте С на глубине 160–180 см.

Под сложными борами с дубом почвы представлены дерново-подбурами литобарьерными на высоких дюнах под сосной – дерново-подбурами отбеленными среднемелкими. Расположены они на второй террасе.

Собственно «боровой» является наиболее широкая (5–8 км) и наиболее молодая (верхневалдайская) невысокая (5–15 м) первая надпойменная терраса. После ее выхода из-под воды в условиях холодного и сухого климата конца плейстоцена – начала голоцена (около 12–10 тыс. лет назад) пески террасы были сильно перемещены в результате эрозий и сгружены в «дюны» высотой до 5–12 м. Позже, особенно в условиях влажного и теплого климата среднего голоцена («атлантический» период), на дюнах сформировались серогумусовые дерново-

подбурь оподзоленные со слабыми псевдофибрами в горизонте С; в междюнных понижениях развились дерново-луговые и болотные карбонатные почвы.

4.5. ПОЧВЕННАЯ ФАУНА БОРА И ЕЕ РОЛЬ В ПОЧВООБРАЗОВАНИИ

Комплексы почвенной мезофауны, включающие беспозвоночных животных из разных систематических групп, оказывают разнообразное воздействие на лесные экосистемы бора. Одним из аспектов воздействия почвенной мезофауны на лесные сообщества является их участие в процессах разложения растительного опада, его гумификации и минерализации. Например, беспозвоночные могут изменять скорость разложения растительных остатков в 8–9 раз. Соответственно может изменяться скорость их накопления, мощность подстилки, которая в сухие периоды года представляет повышенную потенциальную пожароопасность в сосновых лесах. Ввиду этого изучение состояния сообщества сапрофагов в комплексе почвенной мезофауны представляет существенный интерес.

Согласно литературным данным (Шиперович, 1939), количество особей в почве (обилие) на единицу площади сравнительно мало отличается в разных типах леса и колеблется от 85 до 250 особей на 1 м² в разные месяцы вегетационного периода. Однако масса животных (определяемая весом) гораздо больше в лесах с богатыми почвами и большим увлажнением (в надпойменном и сложном борах), где она достигает 14 г/м², в то время как в сухих борах — 4 г/м². Во всех случаях число и масса хищных почвенных форм гораздо меньше, чем растительноядных: это соотношение особенно резко выражено в разновидностях почв сухих боров. В качественном отношении леса с повышенным увлажнением (сложные боры) характеризуются константностью не только отдельных видов, но и целых систематических групп; к последним относятся растительноядные многоножки *Diplopoda*, черви *Oligochaeta* и моллюски *Gastropoda*. Например, несмотря на широкое распространение майского хруща в бору, под пологом леса личинки этого жука не обнаружены; здесь встречается только безвредный шелковистый хрущик (*Maladera holosericea* Scop.). Для сухих почв лишайникового бора характерна почти исключительно артроподная фауна, особенно обильны пауки, хищные многоножки, клещи, а из насекомых — щелкуны. Фауна Бузулукского бора очень бедна не только по массе, но и по численности видов. Обращает на себя внимание обилие паразитных и хищных видов, сопровождающих растительноядных насекомых, поэтому короедные очаги становятся недейтельными уже после второго года существования.

Весьма существенна почвообразующая роль энтомофауны в жизни почв. Установлено, что масса выделяемых личинками экскрементов в течение их жизнедеятельности составляет от 30 до 100 г/м². Например, 10-сантиметровая толща песчаной почвы на 0,02–0,07% состоит из активной в микробиологическом отношении массы экскрементов, продуцируемых личинками пластинчатосых за один год. Учет экскрементов, проведенный И.И. Гордиенко (1957) на Олешковских песках, показал, что их содержание в 10-сантиметровом слое песка, заросшего ракитниково-пырейной ассоциацией, весьма неравномерное и колеблется в пределах 60–375 г/м².

Личинки комара-толстоножки ежегодно потребляют 200–100 кг/га подстилки – 7–30% от количества ежегодного органического опада, давая 70–400 кг/га экскрементов; личинки бронзовки перерабатывают 500–1150 кг/га подстилки (17–36% опада), давая 175–460 кг экскрементов; личинки металлического цветоеда потребляют 175–500 кг пищи на 1 га, что соответствует 60–200 кг экскрементов. Таким образом, личинки этих трех видов насекомых ежегодно потребляют 875–2650 кг пищи и продуцируют 305–1060 кг/га экскрементов. Личинки ежегодно перерабатывают 27–80% минимального годичного органического опада.

Переработка энтомофауной живой растительности и ее мертвой массы – ведущее звено в цепи гумификации растительности Бузулукского бора. Вследствие дефицита влаги разложение органических остатков в почвах происходит относительно медленно. С другой стороны, из-за отсутствия минеральных коллоидов песчаные почвы бора отличаются низкой поглощательной способностью. Процесс гумификации начинается еще в пищеварительном тракте животных, и в почву попадает уже тонко измельченное, основательно переработанное органическое вещество в форме гранул, какими являются экскременты (Гиляров, 1944). Такая форма гумификации (накопление в почве тонко переработанного микробиологически активного органического вещества в виде гранул – экскрементов насекомых) сильно замедляет процесс вымывания продуктов гумификации в нижние слои почвы с просачивающимися водами, формируя гумусовый горизонт АУ.

4.6. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БОРА И ВЗАИМОСВЯЗЬ ЕЕ С ДРУГИМИ КОМПОНЕНТАМИ ЛАНДШАФТА

Растительная ассоциация, как все живое, довольно непостоянна и может под влиянием изменившихся условий быстро исчезнуть; но если она существовала на данной территории достаточно долго, то она оставляет по себе памятник, который в течение ряда веков будет свидетельствовать о минувших условиях; памятник этот – почва.

А.Я. Гордягин

Снова поле и лес
Мне открылись, как в детстве,
И запутался я
В этом милом наследстве.
Легкий шорох шагов
И на белой тропинке
Грузных майских жуков
Изумрудные спинки.

Л.Н. Гумилев

В своих ботанических исследованиях В.Н. Сукачев (1972) много внимания уделял почве как одному из главных элементов среды обитания. Важное место он отвел ей и как одному из функциональных компонентов биогеоценозов, подчеркнув «... особую биогеоценологическую роль почвы и исключительно важное

значение изучения ее для познания самой сущности биогеоценоза». По его утверждению, движущими силами развития биогеоценозов являются биологические факторы (растительные и животные организмы). Он представлял фитоценозы как дискретные целостные системы с детерминированным развитием, взаимосвязанные общностью взаимодействий. Этим подчеркивается доминирующее представление о расчлененности растительности на относительно неподвижные единицы (ассоциации, сообщества).

При практическом выделении контуров экосистем, наряду с очевидными геоморфологическими границами, В.Н. Сукачев (1972) рекомендовал использовать растительность, поскольку среди компонентов экосистемы именно растительности принадлежит наибольшая системообразующая роль; границы каждой в отдельности экосистемы определяются, как правило, границами входящего в нее фитоценоза.

В свою очередь Л.Г. Раменский (1925) утверждал, что растительный покров — это не совокупность сообществ, а «многими факторами обусловленная текучая непрерывность, сложно отзывающаяся на смену условий в пространстве и во времени» (с. 13). Он выражал несогласие с представлениями о разделении растительности на ассоциации, сообщества, подчеркивая, что «все течет не считаясь ни с какими условными границами, ... устойчивы же не группировки, а только законы сочетаемости растений, они и подлежат изучению». Первые представления о континууме связаны с его докладом в 1910 г. «О сравнительном методе экологического изучения растительного покрова», в котором заложены основы экотопологии — учения о внешней обусловленности различных местообитаний и жизненных сред, что имеет фундаментальное значение для разработки ботанико-географического подхода к решению геоэкологических задач. Л.Г. Раменский (1971) писал: «Долгий исторический путь развития местности... привел к расчленению ее на мозаику энтопиев, или местоположений, приуроченных к определенным элементам рельефа и горным породам, общим гидрологическим условиям, окружению другими энтопиями. Энтопий в условиях данного климата рассматривается как экотоп, характеризуемый определенным укладом экологических режимов» (с. 308). Впрочем, приверженность авторов к концепции дискретности или континуума в значительной степени объясняется целями и задачами исследований.

Почвы и растительность, как и другие компоненты ландшафта, генетически взаимосвязаны друг с другом, и смена одной формации растительности другой в результате действия экзогенных, эндогенных или антропогенных факторов ведет к изменениям (иногда кардинальным) свойств и режимов почв. Поэтому при кратком описании растительности нас будут интересовать вопросы взаимодействия ее с почвами и другими компонентами геоэкосистем.

Исторические (палеогеографические) корни современной растительности — голоценовые. Литературные сведения, основанные на радиоуглеродных датировках, о становлении и динамике лесных экосистем Бузулукского бора в голоцене пока незначительны. В 1950-х годах Н.И. Пьявченко и Л.С. Козловская (1958) по анализам растительных остатков торфяника болота «Побочное» (труднопроходимое, длина около 2 км, ширина 1 км, обследовано В.Н. Сукачевым и П.А. Земятченским и частично нами — буром со штангой 10 м), являющегося заторфованной старицей р. Самары, выделили четыре фазы эволюции растительности: степную, сосново-березовую, сосново-широколиственную и совре-

менную. Радиоуглеродный анализ образцов с Приволжской возвышенности (Семенова-Тян-Шанская, 1957; Кременецкий и др., 1998; Смирнова, Турубано-ва, 2002; Благовещенская, 2006) показал, что в бореальный период (9500–8000 л.н.) по ее верхнему плато и древним ложбинам стока господствовали сосновые леса (зеленомошники, долгомошники, остепненные), реже – сосново-березовые (зеленомошные, папоротниковые, злаковые). С конца бореального периода начинается процесс заболачивания лесов, озер и пойм рек, широкое развитие получают осоковые и папоротниковые ценозы. В атлантический период (8000–4500 л.н.) на песках древних ложбин стока с близким залеганием грунтовых вод широко были представлены сосново-березовые и березовые леса зеленомошные и злаковые. К концу раннеатлантического этапа голоцена (6000 л.н.) увеличивается роль сосновых лесов, а из них сосняков-зеленомошников и сосняков-долгомошников, чему способствовало повышение общего уровня грунтовых вод и влажности климата. По поймам рек в связи с начавшимся процессом заболачивания широко развивались черноольшаники. С этого времени на пыльцевых диаграммах появляется пыльца рудеральных сорняков, свидетельствующая о широком поселении здесь неолитических племен, основным занятием которых были рыболовство и охота (Богданов, 2004).

Второй этап атлантического периода (6000–4500 л.н.) характеризует климатический оптимум голоцена. Предварительный остеологический анализ стоянок этого и других периодов на р. Бузулук, проведенный археологами, с нашим участием, показал, что среди животных, являющихся объектами охоты, большое место занимала лесостепная фауна: медведь, бобр, лось, барсук, выдра и др. Видимо, бассейн Самары и прилегающие к нему с севера районы входили в южную часть лесостепи Поволжья и Приуралья. К югу от Самарского Поволжья вплоть до Самарской Луки были распространены группы лесных племен охотников и рыболовов, здесь же проходила граница между племенами лесного и степного круга культур. Доминирующую роль лесостепной культуры по р. Самаре подчеркивал Н.Я. Мерперт (1958, 1974).

Как показали предварительная диагностика почв, проведенная нами на месте археологических раскопок курганов по долинам рек Урала, Бузулука и др. (2001 и 2006 гг.), а также анализ опубликованной литературы (Иванов, 1992; Иванов, Васильев, 1995), южная лесостепь в Заволжье и Южном Приуралье в эпоху энеолита представляла собой территорию с лучшей атмосферной увлажненностью, вследствие чего в атлантическую эпоху (9800–4500 л.н.) граница лесостепной зоны располагалась южнее современной, а облесенность была более значительной. По мнению И.В. Иванова (1992), сдвиг зон к югу не превышал ранга почвенной подзоны, т. е. до 50 км к северу и югу. В период формирования неолитического культурного слоя на указанной территории существовала аридная обстановка, которая способствовала засолению грунтовых вод и произрастанию марево-попынных группировок. В образцах разрезов почв обнаружены остатки древесной растительности (сосны, березы, липы, ольхи, дуба и др.), которая не выходила за пределы долин рек. Таким образом, можно утверждать, что в неолите здесь была степь, т.е. условия внешней среды были более аридные, чем в западных районах. И только около 5000 л.н. климатические условия регионов становятся холоднее и суше, что совпадает с эпохой бронзы, представленной древнеямной культурой (Богданов, 2004).

Температура января и июля на Приволжской возвышенности была на 2–3° выше современной, а осадков на 100 мм больше (Климанов, 1982). Климатические изменения способствовали массовому внедрению в леса пород смешанного дубового леса. На песчаных почвах с близким залеганием грунтовых вод были распространены сосняки-зеленомошники, приуроченные к пониженным элементам рельефа и окрестностям водораздельных болот. На супесчаных и суглинистых серых лесных почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах склонов возвышенностей и выровненных понижений плато произрастали сосново-широколиственные леса (сосново-дубовые с травяным ярусом из злаков), в состав которых входили липа, вяз, клен, орешник. Незначительное распространение имели чисто широколиственные леса (дубняки сложные), которые формировались только на богатых глинистых почвах. Небольшую роль играли сосново-березовые леса. Выпас в лесах приводил к нарушению естественного подроста, засорению, в степях – к появлению пастбищных сорняков.

Для суббореального периода (4500–2500 л.н.) характерно расширение площади сосново-широколиственных и широколиственных лесов, что указывает на достаточные влажность и температурный режим. В результате похолодания в конце периода роль широколиственных пород уменьшается, а сосны и березы возрастает. Увеличение роли березы в лесах связано не только с климатическими изменениями, но и с резким нарастанием антропогенного воздействия в эпоху бронзы. О массовом заселении территории свидетельствуют памятники культуры (Богданов, 2004).

Субатлантический период (2500 л.н. и до настоящего времени), начало которого совпадает с железным веком, увеличение влажности климата и повышение уровня грунтовых вод способствовали максимальному возрастанию облесенности за весь голоцен. Этому способствовало и снижение плотности населения в Поволжье в результате опустошительных набегов кочевых племен.

С возникновением государства волжских булгар и земледелия начались массовое сведение лесов и смена коренных формаций (березняки, осинники).

С похолоданием в начале второго этапа субатлантического периода (700 л.н. и до настоящего времени), а также в результате опустошительных набегов монгольских завоевателей территория стала безлюдной. Это способствовало возрастанию площадей сосны (сосняки-зеленомошники, сосново-березовые леса папоротниковые). Начиная с XVII в., т. е. со второго этапа субатлантического периода, с приходом русских племен, воздействие человека на растительность усиливается за счет вырубки лесов (в основном сосновых), их замены вторичными березняками, дубняками, липняками, осинниками.

Таким образом, в самый теплый период среднего голоцена (8000–5000 л.н.), в так называемый «оптимум», когда суммарные показатели биомассы и продуктивности биоты планеты должны были превышать современные, в лесостепи Южного Урала произрастали лиственно-хвойные леса. С похолоданием в позднем голоцене произошло обеднение состава за счет широколиственной флоры. В целом в суббореальный и субатлантический периоды состав леса был близок к современному. Современная структура растительности Бузулукского бора окончательно сформировалась в течение суббореального и субатлантического периодов, т. е. за последние 4000–5000 лет.

Лесная растительность выполняет ряд важных функций в круговороте воды: первая из них – регулирование стока, вторая – быстрое возвращение в атмосферу значительного количества влаги, поступающей на земную поверхность с осадками, третья – усиление потоков скрытого тепла при транспирации, которая насыщает атмосферу разуплотненными массами воздуха, малоприспособленными для формирования антициклонных обстановок. Почвы под лесом, обладая более высокой водопроницаемостью, в весенние месяцы увлажнены глубже, чем безлесные, хотя и зачастую иссушаются летом из-за более интенсивного расхода влаги.

Речной сток, например, в значительной степени поддерживается функционированием системы «растительность – почва – зона активного водообмена». Подавление функций растительного покрова приводит к резкому увеличению поверхностной составляющей стока с водосборных территорий, что ведет к эрозии. С возрастанием стока происходит частичное истощение глубокозалегающих водоносных горизонтов.

Растительность, почвы и отложения защищают бассейново-речные системы от чрезмерной денудации и эрозии: в подобных условиях обеспечивается перевод значительной части поверхностного стока в подземный, создаются хорошие возможности для естественного регулирования речного стока. Живая природа как бы приспосабливает для своих целей происходящие в неживой природе процессы, сдерживая одни из них и стимулируя другие (Горшков, 1989).

В Бузулукском бору Г.Ф. Морозов (1911) выделил 8 типов леса. В 1927 г. в составе первой Бузулукской экспедиции М.Е. Ткаченко специальная лесотипологическая партия В.Н. Сукачева занималась установлением и описанием типов леса, изучением их генезиса и эволюции (Сукачев, 1931). Они установили, что на территории Бузулукского бора основной является группа формаций хвойных лесов, а именно сосновых (*Pineta silvestris*). К группе лиственных относятся формации дубовых лесов (*Querseta*), дубово-вязовых (*Querseta ulmeta*), березняков (*Betuleta*), осиновых (*Fremuleta*), ольшаников (*Alneta*), тополельников (*Populeta*), ивняков (*Saliceta*). Между ними могут быть переходы в результате действия различных факторов.

Согласно В.Н. Сукачеву (1931), блестяще завершившему начатые Г.Ф. Морозовым исследования природы сосняков, сосновые леса Бузулукского бора представлены 17 типами, входящими в четыре группы: а) лишайниковые сосняки (*Pineta cladiosa*), б) мшистые сосняки (*Pineta pseudoherbosa*), в) ложно-травяные и г) сложные боры (*Pineta compesite*).

Так, группа лишайниковых сосняков включает один тип леса – лишайниковый бор Заволжья, занимающий самые сухие и теплые вершины и южные склоны высоких дюн с очень бедными и сухими подбурами дерновыми отбеленными, иногда псевдофибровыми слабогумусированными среднемерными (мало-развитыми), с господством в напочвенном покрове лишайников и редким травостоем. Одноярусные сосновые древостои этого типа леса чаще одновозрастные, IV или, очень редко, III бонитета. Сосновый подрост встречается крайне редко, хотя всходов сосны может быть довольно много.

Лишайниковый бор встречается небольшими пятнами по вершинам и верхним частям южных позиций склонов наиболее высоких гряд, холмов и дюн

второй надпойменной террасы р. Боровки, преимущественно на северо-восточном и юго-западном участках бора, где особенно значительны всхолмления. Древесные насаждения состоят исключительно из сосны возрастом 80–100 лет и диаметром 28–30 см. Изредка встречается сосна возрастом 140–180 лет и диаметром 48–50 см. Нередок молодняк – от 600 до 2000 стволов на 1 га. Общий вид древостоя плохой: кривизна, корявость, двухвершинность (виллообразность), сучковатость, сосны особенно сильно угнетены. Травяной покров развит слабо. Напочвенный покров из лишайников и мхов развит неравномерно, среднее проективное покрытие редко достигает 40%. Лишайниковый бор расположен на самых бедных «сухих» почвах – серо-гумусовых подбурах, дерновых слабооподзоленных, псевдофибровых⁵ крайне мелких, мелких и среднемелких очень слабогумусированных песчаных, занимающих вершины высоких гряд, дюн, холмов и верхние части склонов южных позиций.

Группа мшистых боров, к которой отнесены 10 типов леса, как и первая, характеризуется одноярусными, исключая липово-мшистый сосняк, сосновыми древостоями, но с преобладанием в напочвенном покрове мхов и более разнообразным травостоем. Они занимают чаще сухие, но различные по плодородию почвы. В одну общую группу мшистых боров были отнесены следующие типы, установленные ботаническим сектором экспедиции под руководством В.Н. Сукачева: лишайниковый сосняк (*Pinetum cladinosum*), мшистый сосняк пологих всхолмлений и равнин (*P. plano-pleuroziosum*), мшистый сосняк склонов дюн и пологих всхолмлений (*P. declivo-pleuroziosum*), мшистый сосняк понижений (*P. depresso-pleuroziosum*), березово-мшистый сосняк (*P. betuleto-pleuroziosum*) и травяно-мшистый сосняк (*P. herbo-pleuroziosum*).

По М.В. Маркову (1945), мшистые сосняки (*Pineta hylocomiosa*) образуют следующие ассоциации: мшистого бора верхней террасы (*P. pleuroziosum*), мшистого бора надпоймы (*P. vallense-pleuroziosum*) и травяно-мшистого бора с березой (*Betuleto-Pinetum pleuroziosum*).

Ассоциация мшистого бора верхней террасы является господствующей, занимает наибольшие площади совершенно ровных местностей, склонов и плоских вершин невысоких дюн и днищ неглубоких западин с серо-гумусовыми подбурами дерновыми песчаными. Если участок этой ассоциации занимает склоны высоких песчаных всхолмлений, то при движении снизу вверх наблюдается его постепенный переход в ассоциацию лишайникового бора при соответствующей смене почв. Древостой ассоциации состоит или из одной сосны, или с единичной березой, достигающей высоты второго яруса. Деревья верхнего яруса имеют высоту 28–30 м, диаметр 30 см. В отдельных случаях встречаются деревья диаметром около 50 см и высотой 32 м. Степень сомкнутости крон обычно 0,7–0,8, возраст деревьев 80–120 лет. Стволы прямые, стройные. В некоторых случаях подрост сосны высотой 12–16 м вместе с бе-

⁵Вся номенклатура почв Бузулукского бора построена в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004). По мощности гумусовых горизонтов (см) выделены: крайне мелкие – < 10; мелкие – 10–20, среднемелкие – 20–30, маломощные – 30–50, среднемощные – 50–80; по содержанию гумуса в гумусовом горизонте, %: очень слабо гумусированные – < 0,5, слабо гумусированные – 0,5–1,5, малогумусированные – 1,5–3,0, среднегумусированные – 3,0–5,0, сильно гумусированные – 5,0–8,0, тучные – > 8,0.

резой образуют второй ярус, но он угнетен. Подлесок почти отсутствует, травяной ярус развит очень слабо.

В.Н. Сукачев (1972) считал, что с изреживанием древостоя усиливается моховой ковер, что «кладони, будучи в общем значительно более способными выносить сухость почвы, чем зеленые мхи, являются более светолюбивыми». В связи с общим подсыханием Бузулукского бора проникновение лишайников прогрессирует и может иметь устойчивый характер.

Ассоциация мшистого бора второй надпойменной террасы занимает очень незначительную площадь, так как терраса выражена не повсеместно. Первый ярус сосны представлен древостоем высотой 24–26 м, диаметром 35 см, возрастом 80–100 лет. Деревья-маяки имеют диаметр до 70 см при высоте 32 м, степень сомкнутости не более 0,3. Второй ярус состоит из сосны, березы, причем возобновление первой очень хорошее. Общая сомкнутость древесных ярусов не менее 0,7. Хорошо развит подлесок: дуб, береза, крушина, осина, липа, вишня, рябина; травяной ярус развит слабо – проективное покрытие от 1–2 до 30%. Для этой ассоциации наиболее типичны обилие соснового молодняка, развитый подлесок и богатство в травостое ландыша и костяники. Почвенный покров представлен сложным сочетанием серо-гумусовых подбуров дерновых слабоподзоленных по мощности гумусового горизонта и содержанию гумуса.

Ассоциация травяно-мшистого сосняка с березой обычна для западных и северо-западных кварталов второй надпойменной террасы, развивающихся в условиях приближения к дневной поверхности коренных пород – пестрых мергелей и опок, подстилающих пески и выполняющих роль источников карбонатов и жестких гидрокарбонатно-кальциевых вод. Условия увлажнения здесь более благоприятные, рельеф полого-дунный. Почвы – серо-гумусовые подбуры дерновые литобарьерные, в которых уровень грунтовых вод находится близко к поверхности, значительно вскипают в нижней части профиля при контакте с грунтовыми водами. Первый ярус образован мощной сосной высотой 30–35 м и диаметром 45 см, единичные деревья до 38 м при диаметре 65 см. По западинам первый ярус выпадает. Второй ярус представлен сосной и березой (8С2Б), на пониженных участках сосна ниже березы. Хорошо развит подлесок из сосны, березы, осины, рябины, вишни, крушины. Травяной покров развит крайне неравномерно. Почвы здесь богаче гумусом за счет обилия травостоя остепненных луговин.

Травянистые боры (*Pineta herbosa*) В.Н. Сукачев (1972) выделяет на пологих всхолмлениях, понижениях и припойменных террасах р. Боровки. Густой травянистый покров с преобладанием злаков и степной растительности препятствует возобновлению сосны. Почвы – лугово-черноземные (гидрометаморфизованные – по «Классификация...», 2004) с повышенным содержанием гумуса и более развитым гумусовым профилем. Возможно, что некоторые из степных полей вообще не были под лесом, а может быть, вся эта местность выгорала. По мнению М.В. Маркова (1945), на гумусированных и достаточно влажных песчаных почвах мшистый бор в результате постоянного выгорания сменяется остепненным травяным бором. Все дело в том, насколько сильно разрушен пожаром живой напочвенный покров и насколько он успел восстановиться после пожара. Разрушение нижних ярусов приводит к тому, что степные ценозы проникают на территорию, занятую сосновым лесом.

Ассоциация остепненного травяного бора занимает значительные площади. По свидетельству старожилов, полоса этого бора довольно точно намечает долину исчезнувшей «Сухой речки» и путь лесного пожара 1872 г. Грунтовые воды лежат глубоко и недоступны растениям. Поверхность почвы покрыта сухой хвоей, мощность подстилки 1–2 см, слой неразложившейся хвои 1 см. Первый ярус образован сосной высотой 30–32 см и диаметром 35 см. Отдельные экземпляры старых сосен толщиной 45–95 см, сомкнутость крон 0,3. Имеется подрост сосны разного диаметра, березы и ильма высотой 10 м. Общая сомкнутость крон 0,6. Подлесок развит хорошо. В его состав входят береза, черемуха, ракитник, осина, клен, крушина. Особенно хорошо развит травяной ярус – проективное покрытие от 20–45 до 50–55%.

Группа сложных боров представлена липовым и дубово-липовым сосняками, расположенными в местах близкого нахождения от поверхности горизонтов пестрых мергелей или суглинков. Имеется много лесных полянок с близкой верховодкой, а также участков заболачивания (урочище «Лосиная пристань»). Почвенный покров состоит из сложного сочетания дерновых, луговых (гидрометаморфические – по «Классификация...», 2004), лугово-болотных, глееватых карбонатных супесчаных и песчаных почв.

Осиновые, березовые, дубово-липовые леса, за небольшим исключением, имеют характер вторичных производных ассоциаций, возникших на месте сосновых лесов, уничтоженных человеком. Многократность порослевых генераций привела к тому, что дубравы производительностью II класса бонитета и выше в условиях бора практически отсутствуют. Дальнейшее увеличение числа генераций может привести к полной деградации естественных дубрав.

Пойменные, аренные и байрачные дубравы бора относятся к уникальным природным сообществам. Их своеобразие состоит в том, что произрастают они в различных лесорастительных условиях, следовательно, отличаются многопородностью состава, сложностью строения, биологической и экологической устойчивостью. Современное состояние естественных дубрав и существующая практика хозяйства в них показывают, что применяемый режим лесопользования не соответствует биологии современных порослевых насаждений, в полной мере не учитывает трансформацию экологических условий, а это ведет к обеднению породного состава и ослаблению насаждений, смене дубрав второстепенными породами, снижению их защитных свойств.

Как пишет В.Г. Нестеров (1949), ссылаясь на литературные источники, в Бузулукском бору сосна развивалась более интенсивно в менее засушливые климатические периоды. Ей приходилось здесь конкурировать не с широколиственными древесными породами, как это было на богатых почвах Средней Европы, а со степной песчаной растительностью. Поэтому можно полагать, что примерно 7000–5000 лет до н.э., т. е. в бореальный период, сосна здесь вновь сильно пострадала и освободила часть песков; примерно 5000–3000 л.н., т. е. в атлантический период, возможно, шло восстановление сосны; 3000–1000 лет до н.э., или в суббореальный период, наблюдалось новое расстройство сосновых боров, а 1000–500 лет до н.э. – ее усиленное развитие. В текущем тысячелетии сосна в бору была развита хорошо. Мы считаем, что в настоящий момент бор живет в относительном оптимуме.

П.С. Паллас (1809) сообщал, что в Бузулукском бору изобилуют лебеди, гуси, бобры, выдры и другие обитатели водных пространств. В настоящее время значительное количество озер частично высохло и занято лесом. На некоторых участках прежнего леса – заросли вейника, а иногда и ковыля – типичного представителя степи. Многие насаждения сосны усохли, выгорели, другие неудачно вырублены, а освободившиеся площади заняла степь. Усыхание территории проходило и проходит повсеместно на юго-востоке и вне бора. За столетие (1843–1944 гг.) непокрытая лесом площадь увеличилась с 7 до 26,4%, неудобья – с 1,4 до 2,2 тыс. га. В настоящее время лесопокрытая площадь составляет 66%.

Кроме лесных формаций, в Бузулукском бору на значительной площади, главным образом на гарях и вырубках, располагается формация кустарниковой и травянистой растительности, являющаяся производной, возникшей в результате воздействия экзогенных и антропогенных факторов. После пожара не происходит какой-либо смены типов леса. Порядок размещения растительности связан с мезорельефом и влажностью почвы. На пожарищах процесс восстановления последней идет весьма медленно.

Таким образом, вся совокупность растительных формаций Бузулукского бора может быть разделена на более мелкие классификационные единицы. Так, формация сосновых лесов представлена четырьмя группами боров: а) лишайниковые; б) мшистые; в) ложнотравяные; г) сложные. Лишайниковые боры связаны с высокими холмами, гривами и южными склонами, с наиболее бедными песчаными почвами. Для боров характерна простота строения – чистые сосновые насаждения (без примеси лиственных) сочетаются с единичными экземплярами ракитника русского при господстве в напочвенном покрове лишайников.

Мшистые боры приурочены к более равнинному рельефу с влажными, а отчасти и более гумусированными серо-гумусовыми подбурами дерновыми слабооподзоленными. Отличаются простотой строения, в напочвенном покрове господствует мох. Почвы здесь – подбуры дерновые слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные песчаные.

Ложнотравяные боры занимают более богатые гумусом, хотя и не отличающиеся по влажности почвы – подбуры дерновые слабооподзоленные псевдофибровые гумусированные маломощные песчаные.

Сложные боры более высокого класса бонитета приурочены к наиболее влажным и богатым по гумусу почвам и характеризуются сложным строением сообществ, в составе которых имеется хорошо выраженный 2-й ярус широколиственных пород и ярус подлеска. Травяной покров развит здесь удовлетворительно, но напочвенный покров в связи с большой сомкнутостью полога отсутствует.

Лиственные леса имеют ограниченное распространение и представлены группой дубняков и дубово-вязовых лесов, березняков и осинников, ольшаников, тополельников, ивняков. Все эти группы рассредоточены от водораздельных плато до низин болот и сформированы на различных почвах – от типичных⁶ и отчасти оподзоленных черноземов до различной оподзоленности подбуров дерновых оподзоленных, дерново-луговых (аллювиальных) и лугово-бо-

⁶По «Классификации почв» (2004) – это выщелоченные черноземы.

лотных карбонатных. В нагорных дубравах имеются остатки (отдельные деревья) сосен более старых поколений, свидетельствующие о том, что формирование дубовых лесов в бору (как и в Самарской области и частично в Башкирии) происходило, по-видимому, в порядке замещения сосны дубом.

Кустарниковая и травянистая растительные ассоциации представлены зарослями степных кустарников, образующих часто непроходимую чащу из березы, спиреи, жимолости татарской, бобовника и некоторых других видов в пределах первой надпойменной террасы. Сюда же относятся травянистые ассоциации обширных гарей, полей, залежей и участков прежних водоемов. Естественно, почвенный покров здесь как по мощности гумусового горизонта, так и по другим свойствам весьма неоднороден. Наименее дренированные пониженные участки заняты вейниковыми, осоково-вейниковыми и разнотравно-злаковыми заболоченными лугами, а также осоковыми и пушицево-осоковыми болотами (Моховое, Лебяжье). Растительный покров в котловинах тесно связан с геоморфологическими и гидрогеологическими условиями и определяет вместе с ними разнообразие процессов почвообразования и почв.

В Бузулукском бору выявлено и описано, за исключением водорослей, более 800 видов растений, из них: голосеменных – 7 (вместе с акклиматизированными видами), покрытосеменных – 661, споровых – 125; из споровых: грибов паразитных – 32, грибов высших – 24, мхов – 10, лишайников – 45, хвощей – 7, папоротников – 7 (Даркшевич, 1953). Во флоре бора обнаружено 36 редких, эндемичных, находящихся под охраной видов растений (Кин, 2007).

С хозяйственной точки зрения, а также для объяснения генезиса и структуры почвенного покрова и фитоценозов значительный интерес представляет исследование продуктивности типов боров.

Оценку достоверных региональных (местных) различий в структуре фитомассы при условии равенства массообразующих показателей для уральских лесов провели В.А. Усольцев и А.И. Колтунова (2001) с применением программы Statgraphics с расчетом коэффициентов детерминации R^2 и стандартной ошибки SE (в логарифмах размерности зависимой переменной уравнения). Независимые переменные объясняют с высокой адекватностью изменчивость массообразующих показателей. Сбор количественных показателей по фитомассе в Бузулукском бору позволил бы применить современные математические методы для сравнительного анализа типов ландшафтов и обоснования лесорастительных условий бора. Для этого нужно использовать банки данных лесоустройства, гидрологические, геоморфологические и почвенные показатели. Современная вычислительная техника и программное обеспечение дают возможность применить эти подходы с большой достоверностью (Дрейпер, Смит, 1973; Нильсон, 1978; Базилевич, 1993; Родин, Базилевич, 1965; Усольцев, 1998). Однако эта работа еще ждет своих исследователей.

Выводы

1. Основной группой формаций в Бузулукском бору является исходная коренная формация боров-зеленомошников (*Pineta hylocomiosa*). В условиях бедных слабоувлажняемых подбуров дерновых второй (верхней) песчаной террасы эти бору представлены лишайниковым сосняком. В более богатых

условиях и на лучше увлажняемых почвах – подбурах дерновых слабо оподзоленных, псевдофибровых первой надпойменной террасы – боры-зеленомошники представлены ассоциацией мшистых боров. Наконец, на хорошо увлажняемых гумусированных подбурах дерновых оподзоленных псевдофибровых почвах обычны травяно-мшистые сосняки.

2. В условиях бедных сухих почв вершин дюн второй песчаной надпойменной террасы лишайниковые сосняки характеризуются плохим ростом сосны (III бонитет), присутствием степных растений. С приближением к поверхности жестких грунтовых вод, богатых кальцием, группа ассоциаций боров-зеленомошников на карбонатных почвах сменяется ассоциацией кустарниковых боров, а последние сменяются на степные боры при уничтожении низовыми пожарами нижних ярусов.

3. Более ограниченное распространение имеет группа формаций лиственных лесов, которая может считаться коренной только в пределах поймы, а вне ее она, безусловно, носит характер производной формации. Значительные площади занимают лиственные леса (дубово-липовые) на приборовых плакорах с черноземами типичными и сегрегационными.



Космический снимок Бузулукского бора



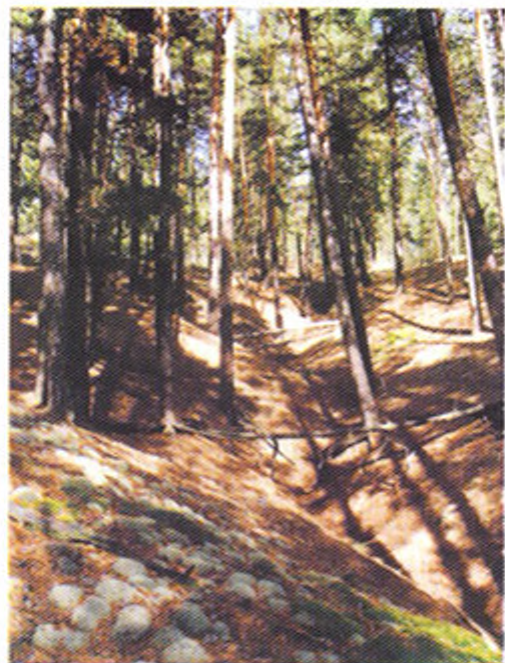
Река Боровка в устье ручья Черталык



Среднеборовский яр на р. Боровке



Болото Кочкарное, Державинское лесничество, кв. 65, 66



Лишайниковый бор



Ложно-травяной бор



Орляковый бор



Припойменный сосняк



Посадки сосны на местах гарей – «кладбище культур»



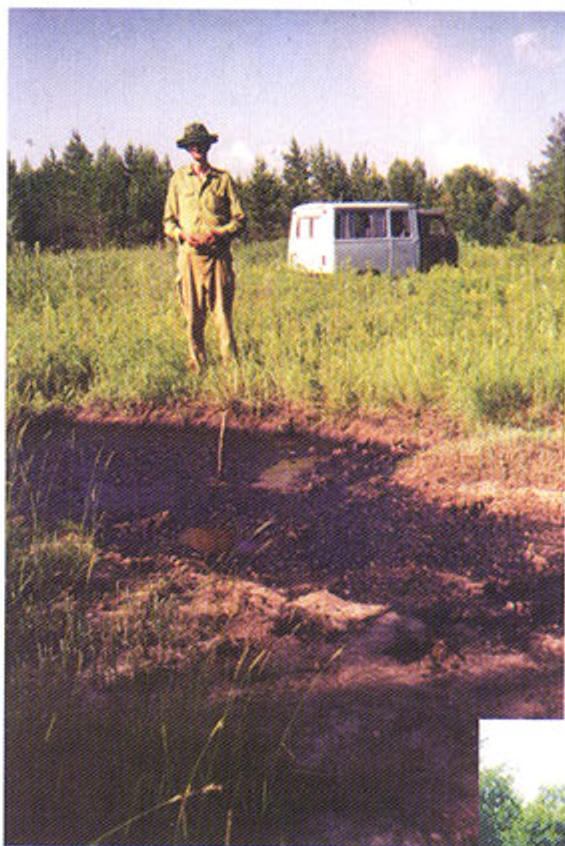
Освободившиеся от леса участки опушек заселяются степной растительностью



Во время очередной экспедиции в Бузулукский бор



Здание Боровой опытной станции



Брошенные нефтяные амбары



Могутовское лесничество. Разливы нефти

Могутовское лесничество. Разливы нефти
из неисправной скважины



Ручей Безымянный (бассейн р. Боровки, после аварии на нефтепроводе в 2007 г.)



Псевдофибры в песчаных почвах Бузулукского бора



Слоистые почвы поймы р. Боровки (видны «козырьки» псевдофибр)



Заросли ольхи на болотных почвах



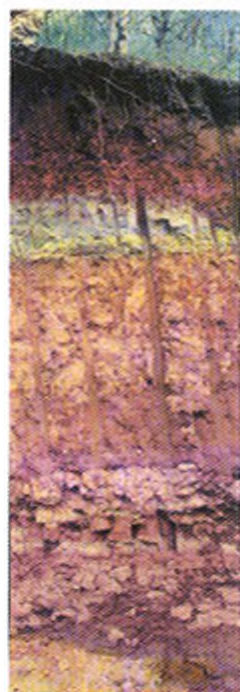
Сосновый бор в районе высоких Муштайских дюн



Паникинский яр с пермскими породами. Река Боровка



Речка Черталык, заросли ольхи черной



Почвы Бузулукского бора:

22, 25 – дерново-подбуры супесчаные; 23 – дерново-подбуры слабоподзоленные супесчаные; 24 – дерново-подбуры литобарьерные



Сосна 350-летнего возраста

Глава 5

ДИНАМИКА ПОЖАРОВ В БУЗУЛУКСКОМ БОРУ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОЧВЫ И ЭКОСИСТЕМЫ

И твердит природы голос:
В вашей власти, в вашей власти,
Чтобы все не раскололось
На бессмысленные части.

Л. Мартынов

Не топора бойся — огня.

Народная поговорка

5.1. ДИНАМИКА ПОЖАРОВ

Бузулукский бор как «юго-восточный форпост боров» (Неуструев, 1916) расположен в открытых засушливых заволжских степях и служит своеобразным естественным заслоном против губительных юго-восточных горячих ветров и суховеев. Этот ценнейший и уникальнейший лесной массив благодаря орографии Общего Сырта, влияющей на процессы атмосферной циркуляции, оказывает благотворное влияние на почвенно-климатические условия Бузулукского района и окружающих территорий, облагораживая климат и почвенные режимы. Наложение песчаных отложений на окружающие бор водоразделы улучшило водно-физические и другие свойства почв за счет частичного «подмешивания» песчаных фракций в делювиальные карбонатные тяжелые суглинки и пермские тяжелые глины. Аномально высокое количество годовых осадков влияет на климат бора, который при большой водной поверхности за счет рек, стариц, озер и болот по сравнению с окружающими районами создает и поддерживает более благоприятный гидротермический режим. Действие орографии Общего Сырта и бора на компоненты ландшафтов окружающих территорий пока не изучено.

За время своего существования лесной массив бора испытал сплошные рубки, стихийные пожары, массовое усыхание культур сосны. Вот как писал П.А. Земятченский, посетив бор в 1904 г.: «Бор значительно разрежен, прорван голыми или почти голыми плешинами, наводящими на путника уныние и грусть и как бы укоризненно говорящими, вот что будет здесь, если будете поступать таким же образом и впредь. Особенно обширные голые поляны, едва покрытые жалкою растительностью, находятся в юго-восточном углу бора, также в длинной полосе, тянувшейся почти посередине с юго-востока на северо-запад. Лет 25–30 тому назад грандиозный пожар прошел по этому пути, истребивши до 10 000 гектар лесу. Теперь эта полоса («горельник»), предоставленная самообсеменению, представляет гнетущую картину. Облесения не произошло, можно сказать, никакого. Только в углублениях между дюнными всхолмлениями вид-

неются группы темно-зеленых сосенок; остальное же пространство до сих пор лежит без намеков на облесение. Очевидно, без помощи человека может пройти не одна сотня лет, когда облесение произойдет мало-помалу под защитой тех небольших островков молодого сосняка, который укрепился в котловинах». Естественное лесовозобновление на протяжении 120–140 лет происходило непрерывно и исключительно на гарях под влиянием бесчисленных пожаров, но оно мало обеспечило успех естественного возобновления.

Согласно карте пожаров Бузулукского бора⁷, составленной Я.Н. Даркшевичем (1965), только с 1760 по 2004 г. пожарами было уничтожено свыше 100 тыс. га ценнейшего леса. Пожары всегда были спутниками засух. Первые упоминания о засухах в русских летописях относятся к 994, 1042, 1092 гг. (Софронов, Вакуров, 1981). В Никоновской летописи о засухе 1092 г. сказано следующее: «В се же лето ведро бяше яко изгорае земля, и мнози бory возгорахуся сами и болота». Летописные сведения о засухах XII в. относятся к 1124, 1145, 1161 и 1198 гг., когда горели леса, многие города, хлеб «не родил ... и в людях была скорбь и печаль великая».

Особенно много засух отмечается в летописях XIV–XVII вв., когда засушливые годы следовали нередко один за другим или с небольшими промежутками. После сильной засухи 1325 г. засушливая погода была отмечена в 1330 г., а спустя два года (в 1332 г.) снова «засуха была великая на Русской земле ... и голод был велик».

Исключительно сильные и частые засухи отмечались летописцами в 60–70-х годах XIV в.. Особенно катастрофичной из них была засуха 1371 г. Как сообщается в Никоновской летописи, в этом году «бысть сухмень велика по всей земле ... и реки мнози пересохла, и озера, и болота; а леса и бory горяху». И, конечно, как всегда в засушливые годы, «был глад и мор великий».

В летописях XV в. особенно сильной была, видимо, засуха 1430–1431 гг., когда «земля и леса горели и было очень много дыму», от которого «звери и птицы, и рыбы в воде умирали, а люди очень страдали и умирали», ... «голод был сильный по всей земле Русской». Не легче были последствия и от засухи 1471 г., охватившей всю Русскую равнину и длившейся в течение всего лета.

Из длинного ряда засух XVI–XVII вв. наиболее сильные, сопровождавшиеся лесными пожарами и уничтожением сел и городов, отмечены летописцами в 1508, 1525, 1533, 1560, 1575, 1643, 1660, 1680, 1691 и 1696 гг.

Позже повсеместная засуха, сопровождавшаяся неурожаем и голодом в 16 губерниях России, отмечена современниками в 1780 и 1781 гг. Пожар в 1790 г. уничтожил в Бузулукском бору почти 3 тыс. га леса, а спустя 15 лет (в 1796 г.) на территории Европейской России снова началась губительная засуха, продолжавшаяся три года. В 1843 г. в бору сгорело 1,7 тыс. га, в 1860 г. – 3,5 тыс. га, в 1879 г. – 24 тыс. га лесов.

В XIX в. наиболее сильные засухи на территории Русской равнины отмечались в 1833, 1834, 1840, 1848, 1859, 1865, 1876, 1881–1883 и 1890–1892 гг. Все они сопровождались голодом и крупными лесными пожарами. Осенью 1871 г.

⁷Даркшевич Я.Н. Схематический план пожаров Бузулукского бора. М 1:150 000. Рукопись. Фонды БОРЛОС.

за день в г. Бузулуке сгорело 634 двора. Город и его окрестные села горели неоднократно.

Начиная со второй половины XIX в. сведения о лесных пожарах сообщались в прессе. Леса горели в 1881, 1882, 1890–1892 гг. на Урале, в Среднем Поволжье. Особо отмечалась высокая горимость лесов, рассеченных железными дорогами, а также лесостепных и степных боров.

В русских летописях XI–XVI вв. отмечается 48 засух, т. е. на каждое столетие 8 засух, в XVII–XIX вв. – около 60, на столетие – 20. По-видимому, рост числа засух объясняется лучшим учетом.

Крупные пожары были и в 1921 г., хотя этот год запомнился людям не столько пожарами, сколько засухой и страшным голодом в Поволжье. Засуха началась ранней весной и продолжалась в течение всего лета (осадков с апреля по август не было). Это вызвало гибель посевов и полный неурожай зерновых, массовое распространение лесных пожаров, продолжавшихся до поздней осени. Сильные ветры, дующие с Волги, способствовали распространению пожаров.

Засушливыми с высокой горимостью лесов были 1924, 1927, 1932 и 1936–1939 гг. Особенно сильной была засуха 1938 г., охватившая почти всю территорию от западных границ до Урала. Для Бузулукского бора эти засушливые годы также не прошли бесследно. Бор и ранее неоднократно горел. Так, особенно губительными были пожары 1831 г., когда сгорело более 24 тыс. га леса, 1879 г. – 18 тыс. га, 1921 г. – свыше 6 тыс. га, с 1920 по 1924 гг. – 8 тыс. га. Согласно данным А.П. Тольского (1931), пожары 1921, 1924, 1933, 1934 гг. дали 1 500 000 м³ горельника, уничтожили 10 000 м³ готовой древесины на складе и погубили 1200 га культуры сосны. Фактически бор горел каждый год. Число лесных пожаров в бору, охватывающих громадные пространства, значительно увеличивалось в годы с засухами. Пожары не только снижали нормальные условия развития древесной растительности, но нередко приводили почти к полной ее гибели, резко снижая почвозащитную и влагонакопительную роль бора, повышая интенсивность суховеев и ветровой эрозии почв.

Возникновение пожаров, их интенсивность и цикличность, причиняемый ущерб, площадь гарей связаны с орографией территории. Характеристики рельефа (экспозиция, крутизна склонов и высота над ур. м.) играют важную роль в возникновении и интенсивности лесных пожаров. Экспозиция и крутизна склонов значительно влияют на уровень увлажнения территории, так как наветренные склоны получают большее количество осадков, и вода, не задерживаясь на крутых склонах, накапливается в пониженных элементах рельефа, а также на высыхание лесных горючих материалов. В динамике пожаров наблюдается временной тренд: возрастание частоты пожаров и уменьшение межпожарного интервала в XX столетии по сравнению с XIX (рис. 23, 24). Рост частоты пожаров происходит на фоне значимого тренда температур в XX столетии. Установлена значимая связь частоты пожаров с региональными температурами. Время «оборота огня» в XX в. сократилось примерно на 1/3 по сравнению с XIX в. Этот феномен есть результирующая антропогенной и природной составляющих. Гари представляют собой «стартовые площадки» для миграции видов в традиционную среду обитания сосны обыкновенной.

Независимо от непосредственных причин (молнии, человек, техника и пр.) пожары в бору чаще всего возникают и распространяются при сильной атмо-

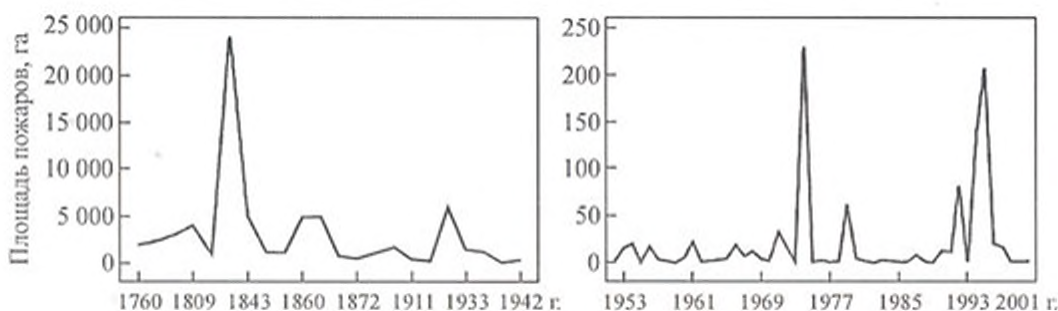


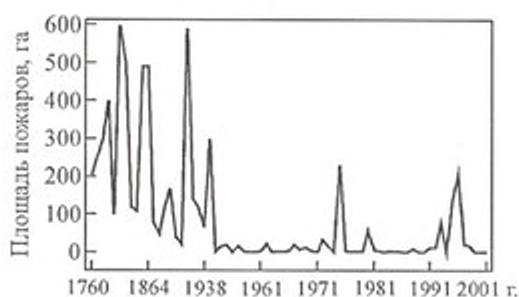
Рис. 23. Динамика площадей пожаров в Бузулукском бору за период 1760–2001 гг.

сферной засухе, когда относительная влажность воздуха снижается до 10–15%, а температура повышается до 35–40 °С. Коэффициент корреляции между количеством лесных пожаров в целом по Бузулукскому бору и числом дней с атмосферной засухой за летнее полугодие составил $0,86 \pm 0,02$. Связь степени горимости леса с числом дней за лето с атмосферной засухой наблюдается и в других районах страны. Например, высокая горимость в районе Барнаула – 42 дня, а низкая горимость – 26.

Множественный регрессионный анализ показал, что дисперсия площади летних пожаров на 78% описывается суммой осадков весенне-летнего полугодия, числом дней с относительной влажностью воздуха и числом дней с атмосферной засухой за весенне-летнее полугодие. Построенные графики пожаров (см. рис. 23, 24) свидетельствуют об интенсивных пирогенных явлениях, особенно в экстремальные годы, когда площади сгоревших лесных насаждений достигали 6, 18 и 24 тыс. га (1921, 1879, 1831 гг. соответственно). Только с 1920 по 1924 г. сгорело 8000 га леса. Путем систематического учета количества пожаров и выгоревших площадей начиная с 1953 г. за 49 последующих лет в лесном фонде Бузулукского бора зарегистрировано 1137 пожаров, охвативших площадь 1092 га. В среднем за год возникало 23 пожара, из них 22 – низовых и 1 – верховой. Средняя площадь одного пожара составила 0,96 га. По годам эта величина изменяется от 0,03 га (1990 г.) до 2,44 га (1993 г.). Институтом «Росгипролес» относительная горимость за 1987–1996 гг. определена по числу пожаров на 1 млн га/год (равна 321) как чрезвычайная, по площади на 1 тыс. га (0,42) – средняя. За 49 лет оценка фактической горимости несколько иная. По числу случаев (209) горимость оказалась высокой, по площади (0,20) – ниже средней. Причины возникновения лесных пожаров на территории Бузулукского бора следующие: по вине населения – 69%, по вине Южно-Уральской железной дороги – 16%, от грозных разрядов – 16%, по неустановленным причинам – 5%. За период с 1953 по 2001 гг. возникло 30 верховых пожаров на площади 449,5 га. Средняя площадь одного верхового пожара за 49 лет составила 15 га, а низового – всего 0,58 га (Яшуров и др., 2003).

Как уже отмечалось, наиболее существенное влияние на величину пожарной опасности в лесу оказывают дефицит атмосферных осадков, низкая относительная влажность и высокая температура воздуха, из сопутствующих факторов – ветер, влияющий на скорость высыхания материалов горения и передвижения огня и на опасность возникновения новых очагов пожара. Анализ

Рис. 24. Динамика площадей пожаров в Бузулукском бору за период 1760–2001 гг. (с 1760 по 1934 г. масштаб площадей уменьшен в 10 раз, за 1831 г. – в 40 раз)



многолетних данных показывает, что наиболее благоприятные условия для возникновения лесных пожаров складываются с 11.00 до 17.00 ч. Именно в этот период из-за высокой температуры и низкой относительной влажности воздуха до минимума снижается влажность горючих материалов. Вероятность возникновения лесных пожаров повышают усиление ветра в дневные часы и увеличение потенциальных источников огня (например, костры). С заходом солнца влажность наиболее опасных в пожарном отношении горючих материалов постепенно увеличивается за счет их гигроскопичности, а следовательно, снижается и вероятность возникновения пожаров. Максимальное количество пожаров (86 случаев на площади 235 га) возникло в 15.30 ч. С 11 до 17.30 ч на лесную охрану Бузулукского бора приходится повышенная нагрузка по обнаружению и тушению лесных пожаров, а с 14.30 до 17.30 ч – чрезвычайная. Пожары, возникшие в дневные часы, характеризуются повышенной интенсивностью распространения. В вечерние, ночные и ранние утренние часы интенсивность горения снижается, и верховые пожары, как правило, переходят в низовые. В свою очередь низовые пожары высокой интенсивности затухают, что значительно облегчает их ликвидацию.

Увязка площадей и количества пожаров в Бузулукском бору с динамикой его годовых осадков, а также урожайностью зерновых культур по Бузулукскому району при всей условности подхода и отсутствии в графиках аналитического выражения показывает некоторое совпадение засушливых периодов и максимальных площадей пожаров. Если тренд многолетней урожайности обусловлен культурой земледелия, то отклонения от тренда – вклад погоды в урожайность (см. рис. 17). Хотя ритмичность природных процессов и явлений сосуществует с их эволюцией, что исключает их полную повторяемость во времени и пространстве, все-таки можно попытаться проследить некоторую их синхронность с динамикой пожаров и урожайностью сельскохозяйственных культур.

Выводы

1. Пожары в Бузулукском бору были всегда и обусловлены они как природными, так и антропогенными факторами.
2. Результаты регрессионного анализа зависимости площади пожаров от метеорологических элементов погоды показали, что 78% дисперсии площадей летних пожаров в бору описывается суммой осадков (мм) весенне-летнего периода, относительной влажностью воздуха и числом дней с атмосферной засухой.
3. Графики динамики пожаров свидетельствуют об интенсивных пирогенных явлениях, особенно в экстремальные (засушливые) годы, когда площади сгоревших лесов достигали чрезвычайно больших площадей (25 тыс. га).

4. Ситуация стресса, вызванная пожарами, уничтожает биоразнообразие популяции, чем делает ее более уязвимой в эволюционной перспективе. Человек обязан регулировать свои поступки в отношении сохранения природы.

5.2. ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Согласно литературным данным по лесным пожарам (Ткаченко и др., 1939), средний «оборот огня» в неосвоенных лесах составляет 50–100 лет. Именно такая частота пожаров благоприятна для леса.

Очаговые процессы пирогенных явлений, происходивших ранее в больших масштабах и происходящих в настоящее время в Бузулукском бору, отличаются большей частотой (20–30 лет и чаще), различной интенсивностью, неодинаковой степенью влияющих на напряженность динамики компонентов геосистем. В случае частых пожаров на остепненных участках (рединах) в сухих борах образуются пустыри, редкие заросли малоценных кустарников. Главным проводником горения в бору выступает мохово-лишайниковый напочвенный покров. При пожарах функции растительного покрова подавляются, резко увеличивается поверхностная составляющая стока осадков с вершин и склонов гряд, дюн, микроповышений, водосборных территорий в понижения. Вместе с водой перемещаются зола, пепел, угли, подщелачивая среду, сдвигая ее в слабощелочной и щелочной ряд. На безлесных пожарищах резко возрастает коэффициент стока осадков, что становится причиной сокращения запасов подземных вод. Особенно разрушительна пирогенная деградация в условиях Бузулукского бора в местах относительно маломощной органической подстилки, под которой находится горизонт почти бесплодного кварцевого песка: текущий прирост деревьев снижается на 20% по сравнению с таковым в допожарный период.

Обычно при пожарах деревья и органика подстилки, которая является очень важным горючим материалом, выгорают полностью. В результате возникают пирогенные песчаные образования, пирогенно-измененные песчаные почвы. Устойчивые низовые пожары, особенно сильной интенсивности, приводят к заметному снижению плодородия почвы.

После пожаров на поверхности формируются вторичные пирогенные почвы, существенно отличающиеся от исходных по морфологии, физическим и химическим свойствам, pH, биологической продуктивности. Пирогенно-песчаные образования, приуроченные к повышениям, сразу начинают разрушаться. После пожаров зола подвергается интенсивной дефляции и эрозии и сносится в понижения, а зольный горизонт мощностью 1–2 см отличается высоким содержанием калия, фосфора и органического углерода. Особенно быстро выносятся калий, обеспечивающий стойкость пород бора к заболачиванию.

В первый год после пожара все пирогенные образования характеризуются практически полным отсутствием растительности. Активный захват поверхности травянистой и древесной растительностью происходит на 2–3-й годы после пожара. Это явление объясняется, по-видимому, тем, что зольная масса пирогенных образований отличается высокой щелочностью: углекислый калий (поташ) под действием осадков растворяется и выщелачивается, pH водной вытяжки

Таблица 21

Некоторые изменения экологических показателей выгоревших и ненарушенных участков бора (2003 г.)

Горелый лес 2003 г.		Нормальный (негорелый) лес	
Содержание гумуса, %		Содержание, гумуса, %	
A_0	0,97	A_0	1,64
A	0,84	A	0,99
Наличие подстилки	0,09 кг/м ²	Наличие подстилки	0,65 кг/м ²
pH водный		pH водный	
A_0	7,2	A_0	6,6
A	6,5	A	6,4
Температура почвы на глубине 10 см, °C	18	Температура почвы на глубине 10 см, °C	14
Наличие новых и старых углей с поверхности и в гор. A , шт/м ²	5	Наличие в гор. A единичных углей от старых пожаров, шт/м ²	3

поверхностного горизонта почвы сдвигается в щелочной ряд (6,5–7,2, табл. 21). В поверхностном горизонте увеличивается количество элементов питания.

В природных степных ландшафтах естественные пожары нормализуют ряд экологических процессов: регулируют флористический состав фитоценозов, улучшают санитарное состояние, повышают биологическую активность микроорганизмов в почве, обогащают аэрозолем атмосферу и др. Однако масштабы антропогенных лесных пожаров давно стали одной из важнейших глобальных экологических проблем, определяющих поступление в атмосферу до 200 Мт аэрозолей, примерно столько, сколько поступает морских солей. Только за период 1994–2005 гг. в РФ погибло 5308 тыс. га лесных насаждений (в среднем 442 тыс. га в год)!

Кроме воды, важнейшим фактором денудации является ветер, уносящий рыхлые продукты пожара. Руслы и долины мелких ручьев при последующих ливнях в устьевых частях образуют песчано-зольные микросклоны с обратными уклонами, перегораживающими русло микроравнами и микрогрядами. Часто они образуются при кратковременных бурных потоках, перегруженных сносимым материалом.

Образованные в результате пожаров степные поляны зарастают сосной постепенно и очень медленно. Создается впечатление, что некоторые из степных полян бора вообще не были под лесом, и только тщательный морфологический анализ почвенных разрезов (верхних горизонтов) почти всегда и везде позволяет обнаружить угли – свидетели былых неоднократных пожаров^{*}.

После пожара площадь гарей покрывается травянистой растительностью, кое-где появляются куртины местных древесных пород, под пологом которых поселяется и сосна. Как считают лесоводы, процесс облесения гарей обычно начинается с поселения осины и реже – березы, сначала в виде отдельных экземпляров по западным и северным склонам дюн, затем в виде небольших ро-

^{*} Древние пожары диагностированы нами по окремненным уголькам.

щиц. Под пологом осиновых рощ, благодаря листовному опаду, степной травостой изреживается, что в значительной степени благоприятствует появлению среди осины сосны. Этому же способствует и создаваемое осинами затемнение. Количество семян сосны в значительной степени зависит от того, насколько далеко участок удален от стены леса. По мере развития осиновых насаждений на гарях условия для населения сосны становятся все более и более благоприятными.

При рекогносцировочном полевом обследовании гарей, представляющих собой пустырь с единичными соснами, березами и другими деревьями, нами замечено отсутствие или зачаточное состояние надпочвенного гор. О – подстилки. В большом числе разрезов и прикопок в основном в гор. А1 на той или иной глубине встречены остатки пожара в виде включений угольков, некоторые из них были пропитаны кремнеземом (давние пожары), реже – черные прослойки золы мощностью до 2 см. Судя по данным М.А. Коршунова, при сравнении почв гарей и почв под лесом в Бузулукском бору он также не обнаружил существенных различий как по морфологии, так и по химическим признакам.

Последствия лесных пожаров проявляются в поверхностном осветлении и сопутствующем развитии элювиально-иллювиальных процессов (Ремезов, Погребняк, 1965). Для почв легкого гранулометрического состава, к которым относятся почвы Бузулукского бора, в результате пожаров увеличивается скорость смыва, наблюдаются быстрые потери гумуса за счет большей водо- и воздухопроницаемости, образуются карбонаты.

В процессе горения органического вещества в первую очередь образуется труднорастворимый в воде карбонат кальция (CaCO_3). Именно пирогенный кальцит, более устойчивый, чем другие карбонаты, является одним из важнейших факторов высокого плодородия почв. Под его воздействием уменьшается характерная для лесных почв кислотность. Основная часть кальцита после лесных пожаров остается с золой на поверхности почвы. В результате свойства почв существенно изменяются, pH верхнего горизонта становится щелочным. Можно полагать, что пирогенный кальцит является одним из источников нахождения карбонатов в верхних горизонтах под подстилкой некоторых дерновых подбуров оподзоленных, встречающихся в виде отдельных участков в бору на террасах р. Боровки. Кальций золы может сохраняться до 2000 лет и более в составе мощных культурных слоев даже в условиях гумидного климата (Александровский, 2007).

Карбонат кальция в воде нерастворим, однако под воздействием почвенных растворов и он постепенно выщелачивается, чему способствует малоустойчивая мелкокристаллическая форма его нахождения в золе. Б.В. Некрасов (1973) приводит следующие схемы получения CaCO_3 при горении органических веществ:

1) кальций содержится в растениях в больших количествах в виде оксалата ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), который при 200 °C обезвоживается, а при 400 °C разлагается на CaCO_3 и CO ;

2) при сгорании растений в условиях высокой температуры (более 600 °C) кальций находится в виде оксида CaO ; при охлаждении температуры ниже 500 °C взаимодействие CaO с окисью углерода и водяным паром идет по схеме: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} + \text{CaO} = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2 + 52 \text{ кКал}$;

3) образующийся при озолении растений оксид CaO взаимодействует с H_2O , в результате чего получается Ca(OH)_2 – гидроокись кальция, которая при температуре около 400°C реагирует с окисью углерода (которая также в большом количестве выделяется при горении) по уравнению $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO} = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2$.

Также известно, что гидроокись кальция является сильным основанием и интенсивно сорбирует CO_2 из воздуха, в результате чего также получается CaCO_3 . Поташ (K_2CO_3), который почти в 1000 раз более растворим, чем кальцит, а также другие легкорастворимые компоненты золы легко из нее выносятся, тогда как CaCO_3 может накапливаться.

В результате современных и древних пожаров (как в лесу, так и в степи) в золе образуются следующие компоненты: карбонат кальция – кальцит, наиболее устойчивый и преобладающий карбонат золы (Canti, 2003), в природе минералов не образует (техническое название – поташ), обладает очень высокой растворимостью; небольшие количества карбонатов натрия (сода), магния и др.; оксид кремния – в золе представлен фитонитами и другими остатками тканей растений.

Темпы образования карбонатов были значительными, если учесть количество пожаров в бору (и в степи), их площадь и объем сгоревшей органики (древесина, подстилка, торф и т. д.). Вскрываемые повсеместно в верхних горизонтах почвенных разрезов прослойки золы и угольков, иногда окристаллизованных кальцитом и кремнеземом, – свидетели пирогенеза карбонатов. В этой связи интерес представляют и места древних стоянок человека в бору, по рекам Илек, Урал, Бузулук и др. Нам неоднократно приходилось встречать карбонатные прослойки, образованные культурным слоем на местах стоянок энеолита (эпоха бронзы).

Повторяемость пожаров в относительно короткие сроки ведет к изменению видового состава биоты, типа гумусонакопления и в конечном счете к формированию специфических пирогенных экосистем. Возможно, во многих случаях горизонты песчаных почв, описываемые как иллювиальные, можно рассматривать в качестве деградированных производных органо-минеральных горизонтов. Существенным результатом воздействий пожаров, который еще предстоит оценить в полной мере, являются разрывы ареалов видов как продуцентов, так и редуцентов; преобразования экотонных во многих случаях необратимы. Почвенный покров, как неотъемлемая часть живого покрова Бузулукского бора (и степей), не мог избежать существенных пирогенных превращений, сущность которых сводится к безусловному преобладанию деградации, снижению мощности производственного слоя. По словам В.В. Докучаева (1936), «все это так очевидно, так неизбежно, что, собственно, и не нуждается ни в каких доказательствах».

Особенно мощное деградирующее воздействие оказывают факторы, ведущие к обнажению поверхности почвы, поверхностному переувлажнению и осветлению почв. Прямо или косвенно деградирующее влияние на почвы бора оказывает большинство хозяйственных воздействий, являющихся элементами традиционного экстенсивного природопользования в бору (и степях!): выпас скота, интенсивные рубки, подчистка, бессистемное и беспорядочное автомобильное движение и т. д. Эти воздействия на протяжении длительного времени препятствовали спонтанному развитию сообществ и восстановлению почвенного

покрова, вели к активизации поверхностного перемыва, исключали оборачивание почвы вывалами и, как следствие, возможность возврата ила в верхние горизонты почвы.

Экспериментальные исследования (Ремезов, Погребняк, 1965) свидетельствуют о том, что лесная растительность (и степная тем более!) не обладает свойством оподзоливать почвы. Наблюдения в природе над связью лесов разного состава со степенью оподзоленности говорят о другом – о способности леса аккумулировать гумус, восстанавливать почвенное плодородие. Формирование осветленного подзолистого или элювиального горизонта и, как следствие, почв с дифференцированным профилем является результатом действия экзогенных по отношению к живому покрову факторов – факторов деградации. Почвы – подбуры дерновые оподзоленные, характерные для значительной части бора, представляют собой сукцессионные варианты, различные по степени и характеру деградации, по давности начала демутации (при ее наличии).

Выводы

1. Пирогенный фактор является мощным стихийным бедствием, наносящим огромный ущерб лесным экосистемам. Выбрасывая в атмосферу значительное количество продуктов сгорания, пожары способствуют созданию парникового эффекта планеты.

2. Продукты сгорания леса и степи, попадая в почвенный профиль, способствуют развитию в нем окислительной обстановки и процесса образования и накопления карбонатов (CaCO_3), особенно в периоды иссушения почв. Жесткий термический режим леса и степи, преобладание испарения над осадками и неравномерное их выпадение во времени, высокая карбонатность подстилающих пород и гидрокарбонатно-кальциевый состав жестких грунтовых вод усиливают окислительные процессы, ведут к накоплению карбонатов, препятствуя развитию восстановительных процессов и оподзоливания, возникающих только в периоды временного поверхностного переувлажнения почв ранней весной и в периоды выпадения жидких атмосферных осадков. Такое преобладание окислительных условий над восстановительными в почвах Бузулукского бора приводит к торможению процесса оподзоливания. На пологих склонах, равнинах и в западинах в условиях дополнительного притока атмосферной влаги (в микропонижениях) развит альфегумусовый процесс почвообразования, который формирует профиль типа подбуров дерновых слабооподзоленных и оподзоленных.

ЛАНДШАФТНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ И ПОЧВ БОРА

Биогеоценозы и экосистемы формируют газовый состав вод и атмосферы, влияют на климат и образуют почву, т. е. представляют собой формирующий все биокосные компоненты «биологический реактор», в котором взаимодействуют биологический и геологический круговороты веществ.

Н.В. Тимофеев-Ресовский

6.1. ЛАНДШАФТНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ПОЧВ БОРА

Черноземы высоких степных плакоров Южного Урала в позднем голоцене достигли квазистационарного состояния и далее мало изменялись в связи с относительной устойчивостью биоклиматической обстановки этого периода. В развитии профилей почв совмещены черты реликтовых свойств и становления современных гумусово-карбонатных, солевых профилей и их эволюции, обусловленной вариациями климата и понижением уровня грунтовых вод с последующим рассолением, осолонцеванием и выщелачиванием.

Современные представления о постоянном взаимодействии всех компонентов живой и неживой природы и о почве как зеркале ландшафта, интегральном результате этого взаимодействия, заложены в трудах В.В. Докучаева, его учеников и последователей. На их основе возникли учения о ландшафтах Л.С. Берга, о биогеоценозах В.Н. Сукачева, о геохимии ландшафтов Б.Б. Полынова. В этих работах почвы и почвенный покров рассматриваются как наиболее насыщенная в информационном отношении часть ландшафта. В ней содержится «кодированная» информация как о самом почвенном покрове, так и о других компонентах и геосистеме в целом, включая их современные режимы и историю. Почвоведение, как генетическая наука, определяет свой объект через способ его образования согласно общепризнанной триаде: факторы – процессы – свойства (Герасимов, 1973), факторы – процессы функционирования – почвообразовательные процессы – свойства (Таргульян, 2005).

В процессе биологического круговорота веществ почвы накапливали биофильные элементы и гумус, формировали почвенный поглощающий комплекс. Являясь экраном, удерживающим в биосфере важнейшие биофильные элементы, почва предотвращает их геохимический сток, играет роль физико-химического и биологического поглотителя и нейтрализатора многих токсических соединений-загрязнителей. Таким образом, почва выполняет глобальную роль хранителя биосферы как единой экологической системы.

Установлено, что связи между факторами почвообразования и характером самих почв оказались менее тесными, чем это представлялось. Причина – полигенез большинства почв, в профиле которых суммируются не только актуальные свойства и признаки, но и унаследованные от материнской породы и прошлых стадий их эволюции на данном субстрате. Эта проблема обостряется с усилением разнообразных антропогенных воздействий, которые в той или иной степени искажены наложением реликтовых черт, являющихся отражением географической среды прежних эпох. Поэтому не всегда возможно увязать в единое целое факторы почвообразования и почвообразовательные процессы.

Функционально-генетическая организация почвенных профилей Бузулукского бора, повторяя эволюцию ландшафтов и черноземных почв степных равнин Южного Урала, вместе с тем отличается спецификой почвообразования и чрезвычайно высокой пространственно-временной его динамичностью. Под функционально-генетической организацией почв и ландшафтов понимается пространственно-временная дифференциация процессов трансформации и миграции веществ и тел, формирующих почвенный профиль и ландшафт в целом, а также определяющих формирование типов растительности (типов боров – по В.Н. Сукачеву).

При рассмотрении эволюционной траектории и уровней организации почвенного покрова Бузулукского бора, выявлении пространственных и временных различий почв необходимо знание элементарных почвообразовательных процессов, являющихся составной частью почвообразовательного процесса различных элементарных ландшафтов (вершин дюн, грив, холмов, склонов, котловин и т. д.). Без анализа проводящих систем (элементарных ячеек) – почвенно-генетических горизонтов и профилей почв, которые сформированы в результате сложных взаимосвязей почвообразующих (материнских) и подстилающих пород, грунтовых вод, рельефа и растительности во времени и т. д., невозможно объяснить и выделить процессно-генетические модели формирования главных групп почв.

На наш взгляд, наиболее значимыми «проводящими системами» почв бора являются системы миграции в растворах и суспензиях гумусовых веществ, формирующих профиль почв, влаги и растворенных элементов – железа и алюминия, как в пределах почвенной толщи, так и за ее пределы, а также карбонатов, тормозящих процессы иллювиально-алюмо-железисто-гумусового оподзоливания. Как показали морфологический, а затем физико-химический и валовой анализы лесной подстилки, почв, пород и грунтовых вод, степень дифференциации генетических горизонтов в песчаных профилях неодинакова и часто не выражена.

По сочетанию аккумулятивного серо-гумусового горизонта (дернового) – АУ и расположенного ниже альфегумусового горизонта ВF почвы бора по «Классификации и диагностике почв России» (2004) относятся к стволу постлитогенных, отделу альфегумусовых, типу дерново-подбуров. По «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) дерново-подбуры примерно соответствуют слабодифференцированному роду подтипа дерново-подзолистых почв. В литературе известны как крипто(скрыто)-подзолистые почвы, бурые лесные, ржавоземы, коричнево-серые лесные, серопесчаные, дерново-боровые.

Эволюция почвенного покрова (схема) предусматривает начальную стадию почвообразования, протекавшую под влиянием грунтового увлажнения. С понижением уровня р. Боровки процесс почвообразования пошел по подзолистому типу. Современная стадия развития почвообразования характеризуется наложением дернового процесса на подзолистый, что подтверждается наличием перегнойно-аккумулятивного горизонта, повышенным содержанием гумуса и высокой степенью насыщенности основаниями.

Почвы под сложными борами имеют наиболее развитый дерновый горизонт АУ, более мягкий тип перегноя, почвы под сосняками лишайниковыми образуют тонкий горизонт 2–5 см, а непосредственно под ним залегает слабооподзоленный (отбеленный). Две различные группы типов леса (лишайниково-моховые и сложные бора) определяют подтиповое разнообразие почв: оподзоленных, псевдофибровых, литобарьерных, глееватых, карбонатных и т. д.

Чередование этапов спонтанного развития, периодическое наложение процессов восстановления и деградации различных воздействий: пожаров, сухих циклов, приводит к формированию мозаично окрашенных осветленных горизонтов. Вследствие изрезанности рельефа бора, различий водного и теплового режимов, разнообразия типов насаждений и почвенный покров разнообразен, особенно это относится к комплексу почв «высокого» рельефа II террасы р. Боровки. «В нашем распоряжении имеются разительные доказательства той тесноты связи, какая существует здесь между рельефом, глубиной грунтовых вод, почвой, густой растительностью травянистого покрова и высотой деревьев» (Землячский, 1931). Здесь целесообразно обозначить и пирогенный фактор.

Дробность и контрастность ландшафтной и почвенной дифференциации бора определяются степенью и характером расчленения рельефа террас Самары и Боровки, зависящих в свою очередь от абсолютной высоты, возраста и состава почвообразующих (материнских) и подстилающих пород, химизма и глубины залегания грунтовых вод. Прежние стадии эволюции были неодинаковыми по природным условиям, плейстоценовое время формирования почв было относительно непродолжительным и неблагоприятным для активного почвообразования, что также повлияло на динамику пространственно-временной дифференциации ландшафтной структуры и почв бора. При формировании почв и фитоценозов территория бора выступает как наиболее репрезентативная для изучения взаимосвязей факторов почвообразования.

Современные экологические проблемы, которые связаны в первую очередь с усилением антропогенного воздействия (рубки, пожары, выпас скота, урбанизация, загрязнение почв и ландшафтов нефтепродуктами и т. д.), усугубили и усложнили динамику природных процессов, наложили ряд негативных в экологическом отношении черт.

Периодическое высокое положение уровня вод в древнеаллювиальных долинах Самары и Боровки и озерных котловинах определяло повышенное грунтовое увлажнение. В течение плейстоцена наблюдалось несколько стадий гидроморфизма. Современные долины песчаных эоловых равнин являются реликтами ксеротермической обстановки позднего голоцена, под которым часто погребены древние (среднеголоценовые) почвы.

А.Г. Гаель и А.А. Трушковский (1962) предложили особо выделять песчаные почвы из числа зональных степных как образований очень молодых, воз-

раст которых не более 2000 лет. По их мнению, эти почвы нельзя квалифицировать как песчаные черноземы или почвы каштанового типа, так как они практически лишены каких-либо диагностических признаков данных почв. Почвы степных боров А.Г. Гаелем отнесены к слаборазвитым дерново-боровым рыхлопесчаным из-за маломощного гумусового горизонта.

Как указывает В.А. Николаев (1999), большинство песчаных степных боров между Уралом и Алтаем имеет возраст не моложе среднеголоценового, а песчаные степи на золотых песках — позднеплейстоценовые. Расширению площадей дерново-степных рыхлопесчаных почв во многом способствовали рубки и пожары в степных борах, разрушение лесных почв и уничтожение подроста, кустарников и травостоя стадами, принадлежавшими ранним кочевникам эпохи бронзы. Все это усугублялось общей ксерофитизацией степей.

Бузулукский бор, переживая периоды расцвета и упадка, следовавшими за колебаниями климата, по-видимому, неоднократно мог захватывать площади переветренных песков, что могло происходить, очевидно, в фазы ослабления засушливости климата, последняя из которых была в субатлантическое время. Почвы Бузулукского бора имеют также относительно слабую сформированность гумусового профиля. Точку зрения о реликтовой природе степных боров разделяли многие известные геоботаники: А.Я. Гордягин, И.М. Крашенинников, Н.В. Павлов, Л.Н. Грибанов, П.Л. Горчаковский и др. К числу бореальных элементов Бузулукского бора следует прежде всего отнести сосну (*Pinus silvestris*). Хотя Бузулукский бор и остепнен, но под пологом древесного яруса сохранились таежные флористические элементы, и в их числе папоротники (*Gymnocarpium dryopteris*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris carthusiana*). В почвенных профилях подбуров дерновых частично сохранились оподзоленный горизонт и псевдофибры при ступенчатом распределении мало- и среднемощных слабогумусированных горизонтов. Можно предположить, что при повторном облесении (позднеголоценовом) золотых песков подзолообразование в бору происходило преимущественно в отрицательных позициях рельефа — междонных понижениях. Именно в этих местах хорошо выражены признаки оподзоленности почвенного профиля.

Кроме засушливого климата, процессу оподзоливания во все времена функционирования бора препятствовали карбонатные подстилающие породы. Профильное влияние их было тем сильнее, чем меньше мощность лежащего на них чехла песков. В местах наименьшей мощности последних (понижения болот Моховое, Лебяжье и др.) почвы представлены луговыми мучнисто-карбонатными при глубине стояния грунтовых вод 1,0–0,7 м. Карбонатный горизонт в разрезе начинался с глубины 0,4–0,5 м и был представлен вторичными мучнистыми карбонатами, отложенными жесткими грунтовыми гидрокарбонатно-кальциевыми водами.

Отсутствие карбонатов в песчаных отложениях свидетельствует о вторичном их происхождении под влиянием бикарбонатных растворов, питающихся карбонатами пермских и другого возраста пород, а также пирогенных факторов. Колебания уровня грунтовых вод с высокой жесткостью, вызывающие периодическую пропитку нижних горизонтов, приводят к последующему формированию мелких новообразований (кристалликов) карбонатов при отступлении грунтовых вод и испарении воды и пленок на поверхности песчаных частиц, содержащих бикарбонаты. Присутствие бикарбонатов заметно ослабляет про-

цесс оподзоливания, блокирует наиболее активные кислые продукты разложения гумуса путем образования солей кальция и магния.

Наличие фрагментарного карбонатного горизонта (слабое вскипание от 10%-ной HCl) мы наблюдали во многих профилях разрезов, заложенных в низинах — местах с близким залеганием грунтовых вод. Так, в эталонном разрезе почвы бора № 9604 (генетический резерват сосны) мы отмечали карбонаты в пределах уровня грунтовых вод (1,7–1,8 м и выше), причем кристаллики карбонатов были обнаружены чуть выше (на 30–45 см) уреза грунтовой воды.

Нам представляется, что ландшафтная дифференциация и структура почвенного покрова Бузулукского бора довольно четко зафиксированы в типах боров, классификация которых проведена В.Н. Сукачевым, а затем уточнена М.В. Марковым и др. Динамику типов боров, а также болот наиболее полно отражают ритмы климата. Часть болот засыпана песком с погребенными торфяными горизонтами. Кратковременная ритмика климата «записана», например, в сухом березовом лесу (возрастом 70–80 лет) болота Моховое. Мощные стволы сухих берез без вершин, словно восклицательные знаки, свидетельствуют о былом развитии березового леса, заложенного природой, по-видимому, в 20–30-х годах XX в. Постепенный подъем уровня грунтовых вод до критического в 90-х годах привел к полной гибели березы.

Достаточно обширные террасы р. Боровки свидетельствуют о чередовании былых эпох повышенной атмосферной увлажненности (прежде всего среднеголоценовый климатический оптимум, вторая половина позднего плейстоцена) и аридизации-денудации (позднеголоценовый интервал), когда происходила частичная перемоделировка рельефа, сформировавшая современный рельеф. Чередование холодных эпох и влажных плейстоценовых плейстоценов, дефляционных аридно-денудационных периодов позднего голоцена нашло отражение во многих чертах современного состояния рельефа и почвенного покрова. Эпохи климатических оптимумов плейстоценовых межледниковий, характеризующиеся относительным многоводьем рек, отлагали определенные генерации аллювиальных отложений с соответствующими террасовыми уровнями, формируя рельеф надпойменных террас и высокой поймы Самары и ее притоков. Гривы часто имеют сигарообразную форму, их относительная высота колеблется от 6–8 до 15–20 м, длина около 500 м при средней ширине 120 м. Высота холмов 10–20 м, а отдельные из них достигают 30 м.

Моделировка внешнего рельефа обусловлена здесь и «внутренним» рельефом, скрытым под чехлом песков. Межгрядовые понижения иногда носят замкнутый характер. Склоны расплывчатых окончаний смежных гряд нередко сливаются, превращая межгрядья в вытянутые понижения, занятые сосной. Описанный рельеф тесно связан с современной и древней гидрографической сетью, а местами ею скорректирован. Почти на всем пространстве Бузулукского бора азимут указанных морфоскульптур не выдерживается. По нашим данным, все они ориентированы с запада-юго-запада на восток-северо-восток, ложась с резким несогласием на подстилающие породы — пермские карбонатные мергели и опоки. Мощность песчаных отложений составляет в среднем 20 м, на гривах примерно соответствует их относительной высоте либо превосходит ее. По-видимому, поставщиками материала для гряд являлись котловины (болота, понижения), сопряженные с ними.

Пространственную организацию почвенного покрова Бузулукского бора мы старались изучать с использованием катен, заложенных в основном перпендикулярно руслу р. Боровки. Катены дают представление о дифференциации почв за счет переноса материала вдоль склона дюн, а также за счет процессов выщелачивания, перемещения и отложения подвижных химических элементов на различных литологических, геоморфологических, гидрологических и геохимических барьерах. На характере катенарной дифференциации почв сказывается и экспозиционная неоднородность склонов, что в целом определяет строение и компонентный состав почвенных комбинаций – сочетания и характер геохимических связей между их компонентами.

Анализируя катенарную дифференциацию почв в границах рассматриваемых катен, необходимо указать на следующие структурообразующие геоморфологические, геохимические и почвенные процессы:

- нормальная эрозия, вызывающая вынос части мелкозема с элювиальной позиции катены и его переотложение в транзитную позицию;
- выщелачивание растворимых химических соединений в кислой или слабокислой среде; отсутствие карбонатов в элювиальной позиции катены обусловлено бескарбонатностью исходных материнских пород; геохимическим барьером, определяющим характер распределения растворимых компонентов в ландшафте, является зона колебания уровня грунтовых вод в условиях бора;
- оподзоливание, а иногда и слабое оглеение, обусловленное миграцией соединений железа и алюминия в окислительно-восстановительной среде почв супераквальной части катены;
- гумусонакопление, обусловленное возрастающим значением дернового процесса от верхних секторов катены к нижним с увеличением мощности гумусовых горизонтов и проективного покрытия растительности (мощность подстилки) при смене типов боров;
- торфообразование и торфонакопление в почвах гидроморфного сектора супераквального ландшафта, а также наличие здесь карбонатных почв с образованием горизонтов вторичных карбонатов, растворенных в грунтовых водах, контактирующих с карбонатными подстилающими породами;
- формирование в профиле почв псевдофибр, вторичной извести, псевдомицелия и других образований, свидетельствующих о пловивалах и периодах аллювиальной деятельности водных систем, а также пирогенеза.

Все эти и другие процессы определили структурные особенности и сложное строение почвенных комбинаций, характер геохимических связей между компонентами ландшафтов, детальное картографирование которых возможно при наличии адекватной картографической основы и знаний.

Различия, обусловленные влиянием позиций склона, определяют характер протекающих почвенных процессов. Экспозиционные различия в первую очередь связываются с растительностью, накоплением и перераспределением опада. Верхние склоны катены в границах трансэлювиального и частично элювиального ландшафтов покрыты лишайниками с единичными соснами. Слабое проективное покрытие мало влияет на интенсивность водной и золотой денудации. Южные склоны более короткие и имеют более выраженные шлейфы. Почвообразование на верхних позициях с бедным привносом органического материала при выщелачивании, латеральном переносе, а частично и выдува-

нии продуктов выветривания и почвообразования проходит в нейтральной и слабокислой среде, что приводит к формированию дерновых подбуров слабооподзоленных и слабодифференцированных песчаных. В границах супераквального ландшафта образуются почвы аккумулятивного ряда — луговые карбонатные, торфяно-болотные карбонатные, лежащие на подстилающих карбонатомергелях и опоках, где даже в условиях чрезмерного увлажнения не наблюдается аккумуляции полуторфных оксидов в связи с обилием карбонатов и щелочной средой.

Пионерное заселение растительностью второй террасы, особенно вершин сопок «высокого» рельефа, нарушается постоянными пожарами. В этом случае почвенный покров представлен мозаикой подбуров примитивных с фрагментарным песчаным дерновым горизонтом, типичным для вершин дюн и сопков с лишайниками различных видов. «Провальная» водопроницаемость приводит к быстрому иссушению верхних горизонтов почвы в летний период и соответственно возникновению частых лесных пожаров, являющихся естественным, климатически обусловленным фактором, определяющим пространственную структуру ландшафтов высокого рельефа второй террасы. Благодаря такой специфике пожарного режима в данном ландшафте сосна, как древесная порода, более адаптирована к пирогенному воздействию.

Преобладание очень слабого дернового почвообразовательного процесса в условиях дефицита влаги и отсутствия органики привело к формированию фрагментарных подбуров дерновых слабооподзоленных песчаного гранулометрического состава, очень слабо гумусированных, которые диагностируются как подбуры дерновые слабооподзоленные фрагментарные слабодифференцированные. Карбонаты отсутствуют, что подтверждает слабую элювируемость ландшафта. Отсутствует и дифференциация по илу. Преобладают слабые боковые внутрипочвенные латеральные потоки влаги и веществ под действием силы тяжести вниз по профилю или в направлении склона. На выровненных участках террас формируются полнопрофильные дерново-подбуры оподзоленные псевдофибровые песчаные и супесчаные, являющиеся эталонными почвенными таксонами, приуроченными к ложнотравным и сложным борам.

На террасах низинных болот с ложем из подстилающих карбонатных пород формируются луговые мучнисто-карбонатные и лугово-болотные оторфованные почвы. Ландшафт довольно своеобразен по набору почвообразовательных, геохимических и геоморфологических процессов. Слабое выполаживание склонов и аккумулятивный характер рельефа террасок болот приводят к затуханию скорости транспортировки поверхностным стоком частичек мелкозема и аккумуляции на шлейфах террасы. Здесь же наблюдается некоторая аккумуляция легкорастворимых солей в границах почвенного профиля, чем обусловлено развитие очень слабозасоленных почв. Днища понижений заняты болотами (аквальный ландшафт). В растительном покрове доминируют гигрофиты, образующие довольно пестрый рисунок растительности, являющейся индикатором флуктуаций климата. Наличие водоупорного суглинистого горизонта уменьшает степень дренированности мезо- и микропонижений.

Анализ катенарной дифференциации почвенного покрова в границах северной позиции склонов выявил несколько иную структуру ландшафтной дифференциации почвенного покрова, где различия в экспозиции склона в условиях

резкой континентальности климата приводят к значительным различиям в развитии почвообразующих процессов.

Выводы

1. Катенарный анализ почвенных комбинаций Бузулукского бора выявил строение почв, компонентный состав сочетаний комплексов почв, формирующихся в границах определенных геохимических ландшафтов.

2. Почвенные комбинации бора отражают «в спрессованном виде» всю «траекторию существования», имеющую полигенетический дискретный характер, обусловленный флуктуациями климата. В структуре почвенного покрова можно рассмотреть консервативные, реликтовые и прогрессивные элементы, позволяющие определять тенденции его дальнейшего развития (Фридланд, 1972).

6.2. ФУНКЦИИ ПОДСТИЛКИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФИЛЯ ПОЧВ БОРА

Видовой состав и обилие живого напочвенного покрова в лесных сообществах Бузулукского бора определяется комплексом экотопических и биотопических факторов (климат и микроклимат, древостой, его качественный и количественный состав и характер распределения, неоднородность микрорельефа и почвенных условий), а также биологическими особенностями и характером роста видов. Почва, как биореактор, выполняет одну, но самую главную функцию катаболизма – разрушает отмершую биомассу и готовит (поставляет) минеральные элементы для фитоценоза, для синтеза новой биомассы. Таким образом, фитоценоз синтезирует биомассу из минеральных элементов, а почва (педоценоз) превращает отмершую биомассу в минеральные элементы, так необходимые фитоценозу для синтеза биомассы. Вместе почва и растительность представляют собой единую функционирующую систему метаболизма экосистемы. В работе этого реактора участвует весь гетеротрофный биологический комплекс.

Каждая фаза онтогенеза нуждается в определенном количестве и составе минеральных элементов. Дефицит последних сдерживает развитие фаз онтогенеза растительного организма. Поэтому почва должна обеспечивать растение, фитоценоз в соответствии с ритмикой онтогенеза растений. Именно эту важнейшую функцию выполняет гумус благодаря своему сложному фракционному составу, являясь своеобразным дозатором элементов минерального питания растений, управляемым сочетанием условий тепла, влаги и аэрации. На разной глубине существуют различные комбинации этих условий, которые определяют активность биоты в процессе деструкции некромассы. Благодаря наличию подстилки и корней происходит постоянная работа всего гетеротрофного биологического комплекса по деструкции потока отмирающей биомассы в конкретных диапазонах факторов среды. Подстилка как верхний горизонт профиля почвы одновременно представляет собой биогеоценотический горизонт экосистемы, сочетающий разные стадии одного процесса – деструкции отмершей биомассы. Почвенная биота постоянно уничтожает часть подстилки, адекватную свежим поступлениям опада, и тем самым поддерживает мощность не толь-

ко подстилки, но и всех остальных горизонтов почвенного профиля. Интенсивность процессов минерализации и гумификации отмершей биомассы определяет объем почвы, ее границы и параметры.

Запас подстилки является надежным показателем состояния растительной системы. Состав подстилки, степень гумусированности и ее масса содержат информацию о продуктивности фитоценоза, количестве опада его составных частей, деятельности почвенной мезофауны и микроорганизмов. Таким образом, величина запаса и мощности подстилки — это результат действия двух основных противоположно направленных процессов: поступления опада и скорости его разложения. Сезонная динамика и высокая пространственная изменчивость этого компонента биогеоценоза затрудняют получение точных оценок на основе разовых измерений и требуют изучения распределения подстилки по площади. Мощность подстилки зависит от видового состава древостоя, его возраста, степени обеспеченности древостоя питательными веществами, увлажненности, климатических особенностей местности и т. п.

Более объективные оценки количественного годичного потока надземного опада через подстилку можно получить на основании среднесуточных данных (Кылли, 1986). Как уже отмечалось выше, динамика образования подстилки определяется характером поступления, накопления и превращения опада, влиянием живого напочвенного покрова, деятельностью мезофауны и микрофлоры, метеорологическими условиями, химико-минералогическим потенциалом и режимами почв, а также хозяйственной деятельностью человека. Вместе с тем характер и химизм подстилок определяют направление почвенных процессов в минеральных горизонтах. Таким образом, запасы, состав и свойства лесной подстилки отражают биогеоценозическую деятельность лесной экосистемы.

Свойства лесной подстилки очень тесно связаны с другими горизонтами гумусового профиля. При оценке лесорастительных свойств как подстилок, так и почв это надо учитывать, в том числе влияние подстилки на гумусонакопление почвы. От мощности и химизма подстилки зависит образование гумусового горизонта и распределение гумуса по профилю почв. Интенсивность прихода веществ в подстилку и их выход из подстилки определяют характер гумусовых профилей почв.

На поверхности лесных почв Бузулукского бора накапливается подстилка, образование которой обусловлено наличием лишайников, мхов, растительного опада и изменением его в условиях высокой микробиологической активности. Лесные подстилки оказывают глубокое воздействие на формирование профиля лесных почв. Они являются источником вымываемых при разложении водорастворимых органических веществ и основной зоной их накопления и трансформации. В водных вытяжках из подстилок преобладают органические соединения, представленные неспецифическими низкомолекулярными веществами индивидуальной природы, к важнейшим компонентам которых относятся низкомолекулярные органические кислоты, обеспечивающие миграцию педогенных и техногенных химических соединений. Органические вещества, взаимодействуя с минеральной частью почв, способствуют увеличению подвижности железа, переводя Fe^{3+} в Fe^{2+} . Активность подстилок в образовании подвижных железоорганических соединений зависит как от ка-

чественного состава подстилок, так и от интенсивности и степени их разложения.

На первоначальных этапах трофической цепи круговорота органического вещества (включая фотосинтез, чистую продукцию и расходы на дыхание растений) количества углерода и соответственно энергии в лесах и луговой степи примерно одинаковы (Ковда, 1973). Существенное различие начинается с надземного и корневого опада (и отпада). В лесах ежегодный опад в 2 раза и более меньше, чем в степи; соответственно на такую же величину уменьшается поступление органического вещества в почву и на синтез гумуса. В хвойных лесах ежегодный опад несколько меньше, чем в лиственных. В итоге в гумусе почв хвойного леса аккумулируется углерода в 2,5–2,7 раза меньше, чем в черноземах степи. Таким образом, лугово-степная экосистема более экономно расходует энергию, сосредоточенную в гумусе и необходимую для поддержания круговорота веществ в природе. Столь же экономно степь расходует и влагу на транспирацию.

При смене лесных фитоценозов на степные происходит резкая перестройка структуры теплового баланса приземного слоя воздуха и поверхности почвы, особенно ощутимая в вегетационный период, который определяет всю структурно-функциональную организацию биогеосистем. Прежде всего с распадом древесного яруса исчезает верхний деятельный слой (кроновое пространство), который даже у лиственных пород перехватывает до 75–90% суммарной радиации. По этой причине на 15–40% уменьшаются затраты тепла на эвапотранспирацию и на 20–40% увеличиваются потоки тепла в почву. Следовательно, при смене леса на степь происходит повышение летних температур на поверхности и в деятельном слое почвы. Соответственно возрастает скорость малого биологического круговорота. Усиливаются процессы разложения мертвого органического вещества в горизонтах A0 и гумификации, ускоряются цикл углерода и процессы биогенного захвата и возврата химических элементов. Этому способствуют, во-первых, смена промывного водного режима на испарительно-промывной и далее чисто испарительный, во-вторых, сдвиги в соотношении фракции $C_{гх} : C_{фх}$ в гумусовом горизонте от 0,5–0,8 до 1,5–2,5, т. е. замена более подвижного и агрессивного фульватного гумуса на менее подвижный гуматный (Пономарева, Плотникова, 1980). Под пологом степной растительности полный цикл биогенного круговорота минеральных веществ протекает в течение 2–3 лет, и по объему он в несколько раз больше, чем в лесу. Уже через 100 с небольшим лет в верхнем горизонте лугово-степных почв наступает динамическое равновесие состояния прихода-расхода запасов и форм органического вещества (Ковда, 1973).

Освобожденные по тем или иным причинам участки леса заселяются степными видами растительности, создается дернина и начинается формирование гумусового горизонта по лугово-степному или степному варианту. Степь как энергетически более выгодная экосистема, чем лес, способна к выживанию в экстремальных условиях среды. Мощная конкуренция со стороны корневой системы травянистых растений подавляет всходы древостоев. Сукцессия «луг – лес» идет труднее, чем сукцессия «лес – луг», так как формирование лесного сообщества сопровождается созданием более автономной фитосреды, а также усилением жесткости и детерминированности ландшафтных связей (Коломыц,

2005). Вместе с тем появление древесного полога увеличивает число деятельных поверхностей, усложняющих процессы поглощения и трансформации биогеоценозом ресурсов тепла и влаги. С биогеохимической точки зрения степная экосистема устроена проще лесной.

Таким образом, смещение границы леса и степи на север может протекать в условиях более слабого гидротермического режима, чем обратное смещение на юг. Это означает, что на фоне внутри- и сверхвековых климатических циклов, если эти циклы не имеют однозначного тренда, должна доминировать тенденция к общему наступанию степи на лес.

Более высокая чувствительность изучаемой территории к остепнению способствовала произошедшему за последние тысячелетия антропогенному остепнению всего южного (суббореального) крыла бореального экотона Русской равнины (Коломыц, 2005). Этот же фактор может сыграть немаловажную роль при глобальном антропогенном потеплении.

Понимание тенденции доминирования степной экосистемы имеет большое значение при разработке мер по сохранению и воспроизводству лесных насаждений.

Подстилка, образованная опадом, считается важным компонентом, связывающим через обменные процессы растительность и почву экосистем: она лежит на почве и поэтому относится к надземному ярусу биогеоценоза, в то же время ее нижний слой находится в непосредственном контакте с минеральной частью почвы и нередко рассматривается как органическое вещество (не гумус), относящееся к почве. Таким образом, подстилка принадлежит к надземному и подземному ярусам биогеоценозов и является той средой, которая соединяет эти ярусы в процессах биологического круговорота.

Функции подстилок в экосистемах и почвах разнообразны. Они выполняют роль депонирующей среды (источника) минерального питания. В зависимости от толщины подстилки количество потребляемых растениями элементов будет различаться. Вторая функция подстилки – влагообеспечение растений нижних ярусов: она способна задерживать до 20 мм осадков. В лесных экосистемах подстилка служит основным источником гумусообразования. Подстилка и гумусовый горизонт А обладают более выраженными аккумулятивными свойствами по отношению к различным веществам, передвигающимся с почвенными растворами с поверхности почв вниз по профилю. При возрастании интенсивности потока техногенных загрязнений их аккумулятивная функция проявляется наиболее эффективно. Органическое вещество является основным фактором, определяющим судьбу органических и других поллютантов в почве, а также доступность загрязняющих веществ микроорганизмам. Экологический «портрет» почвы – картина пространственного распределения загрязнителей и физико-химических показателей почв – во многом определяется мощностью биологической составляющей почвенного профиля.

Влияние лесных подстилок на миграцию химических элементов в почвах лесных биоценозов значительно и неоднозначно. Наиболее часто подстилки рассматривают в качестве биогеохимического барьера, обеспечивающего поглощение многих элементов, в первую очередь проявляющих свойства металлов. Это представление связано с тем, что твердые фазы этого почвенного горизонта обладают высокой удельной поверхностью, на которой активно протека-

ют сорбционные реакции как физической, так физико-химической природы. Органические остатки представлены различными химическими соединениями, в состав которых входят многочисленные функциональные группировки, способные к взаимодействию и прочному связыванию ионов металлов, особенно *d*-элементов. Однако дальнейшая судьба и миграционная способность образующихся органо-минеральных компонентов зависят от множества факторов, в том числе от свойств самих соединений и их составляющих (качественный состав органического вещества, природа металла), а также от условий окружающей среды (рН, биологическая активность почвы, режим и количество осадков, температура).

Закономерности переноса в почве водорастворимого органического вещества (ВОВ) сильно зависят от соотношения в его составе гидрофильных и гидрофобных компонентов, проявляющих различную избирательность к соединениям твердых и жидких фаз. В зависимости от конкретной почвенно-химической ситуации растворимость и, следовательно, подвижность исходно поступивших соединений элементов с ВОВ могут как уменьшаться (и тогда они более или менее прочно закрепляются в почве или подстилке), так и возрастать. В последнем случае элементы выносятся вниз по профилю почвы с нисходящими потоками влаги. Новые порции ВОВ, поступающие с растительным опадом, могут изменять подвижность соединений, ранее закрепленных в самой подстилке или других горизонтах почвы (особенно подподстилочных).

В подбурках дерновых слабоподзоленных альфегумусовых Бузулукского бора подстилка представлена хвойно-лиственным опадом и относится к перегнойному типу (Богатырев, 1990; Караванова, Шмидт, 2001). Значения рН в подстилках характеризуются слабокислой реакцией, обладающей постоянными показателями, обычно увеличивающимися с глубиной. Можно предполагать, что Fe, Mn и Zn будут перемещаться по профилю вместе с водорастворимыми органическими соединениями.

Кислая подстилка бора способствует повышению доступности тяжелых металлов для растений. Из факторов, влияющих на депонирование тяжелых металлов и других поллютантов, особое место занимают гумусовые вещества, а также минеральные илистые частицы. Имеются данные о том, что в илистой фракции сосредоточено до 80% общего содержания микроэлементов в почве. Поэтому незначительное увеличение дисперсности почвенного материала в горизонте А способствует накоплению тяжелых металлов.

Как травяные подстилки, так и лесные играют роль в питании растений химическими элементами и образовании гумуса. Однако в степях и лугах основной вклад в эти процессы вносит подземная мортмасса. В травяных экосистемах (особенно в степях) роль подстилки проявляется в затенении почвы, сохранении влаги под подстилкой и предотвращении почвенной ветровой и водной эрозии, возникающих на выбитых почвах, а также при уничтожении леса в результате пожаров. Следовательно, в травяных экосистемах по сравнению с лесными роль подстилки в образовании гумуса и питании растений снижена, но ее почвозащитная и влагосберегающая функции являются основополагающими, что должно всегда учитываться при моделировании агроэкосистем.

Мы изучали запасы подстилок в 1997–2004 гг. при исследовании почв Бузулукского бора и Оренбургской области и при разработке «Красной книги почв

Оренбургской области» (2001 г.) и России (2009 г.). На ключевых участках в Бузулукском бору и степных плакорах выбирали пробные площадки размером 10×10 м. Отбор проб проводили случайным методом в 3 повторностях на площадках размером 0,25 м² на всю глубину подстилок до начала почвенного горизонта, который устанавливали по наличию минерального субстрата. Особенно хорошо подстилка была обособлена в борах. Из почвенного горизонта вырезали образец размером 10×10×10 см. В лаборатории живые корни из подстилки удаляли, учитывали мертвые корни, хорошо сохранившиеся и затронутые разложением остатки опада, затронутые разложением другие компоненты и гумифицированные, не сохранившие своего строения растительные остатки. Всю массу высушивали и взвешивали. Всего было проанализировано 7 образцов, отобранных в разное время в четырех различных типах Бузулукского бора и на степных плакорах: лишайниковый сосняк (1), моховой сосняк (2), моховой сосняк с примесью березы (3), сложный бор западин (4), луговая степь на окраине бора (с. Булгаково) (5), настоящая степь (Общий Сырт) (6), сухая степь (Ащисайская степь в госзаповеднике «Оренбургский» Светлинского района) (7) (Климентьев и др., 2001, 2006).

Из табл. 22 видно, что запасы подстилок в типах экосистем изменяются довольно значительно: от 1 до 2,9 т/га – в степных экосистемах, и от 3,2 до 5,4 т/га – в борах. Самые высокие показатели характерны для сложного бора – они увеличены почти вдвое и составляют 5,4 т/га. В степях запасы подстилок снижаются в 5 раз по сравнению с лесными экосистемами. В борах запасы подстилок зависят от качества древостоя, наличия ярусов, что в свою очередь сказывается как на степени развития травяного и напочвенного ярусов, так и на видовом составе. Иногда проективное покрытие травяного яруса не превышает 1%, поэтому количество подстилки даже в условиях одного типа бора подвержено большому варьированию.

Химический состав подстилок варьирует незначительно, особенно при рассмотрении лесных и степных экосистем отдельно. В связи с высокими температурами идет быстрое освобождение элементов из подстилок как леса, так и степи, что увеличивает обменные процессы и уменьшает время оборота химических элементов. Считается, что трансформация минерального состава подстилок происходит однотипно в лесных и травяных экосистемах: N, Ca, Al, Fe накапливаются в подстилках, K и Na – выщелачиваются из них. Ряд последовательного уменьшения содержания зольных элементов в подстилках имеет следующий вид: Si > Ca > Fe > Al > S > Mg > K > P > Na.

Объемы и состав подстилок влияют на количественный и качественный состав гумуса. В лесных экосистемах Бузулукского бора преобладает «молодой», часто кислый гумус, который отличается высокой подвижностью и легко распределяется по глубине профиля почвы благодаря песчаному гранулометрическому составу. Содержание гумуса в верхнем 30-сантиметровом горизонте почвы находится в пределах 0,7–2,0%, а его запасы в метровом горизонте боровых почв составляют 70–130 т/га. Разница в запасах гумуса в слое 0–20 см под широколиственными и частично хвойно-широколиственными лесами и степной растительностью для лесостепной зоны (Северный, Бугурусланский и Тюльганский районы) составила 22,6–24,8 т/га. Установлено, что полновозрастный лес способствует повышению содержания гумуса, азота, насыщенности питательными элементами.

Таблица 22

Запасы, химический состав и зольность подстилок

№ п.п.	Тип экосистемы	Запас подстилки (сухая масса), т/га	В пересчете на обеззоленную массу, %						
			C	N	P	Ca	K	C/N	Зольность, %
1	Сосняк лишайниковый, дерново-подбур среднемелкий	3,2	56,2	1,18	0,09	1,4	0,14	47,6	11,7
2	Сосняк моховой, дерново-подбур слабооподзоленный псевдофибровый	4,7	50,0	1,43	0,11	1,8	0,17	34,9	13,3
3	Сосняк моховой с примесью березы и подлеском, дерново-подбур слабооподзоленный псевдофибровый	5,1	49,8	1,39	0,12	1,9	0,20	35,8	14,9
4	Сложный бор, дерново-подбур оподзоленный	5,4	49,9	1,44	0,12	2,0	0,20	34,6	16,1
5	Луговая степь, чернозем типичный	2,9	50,2	2,05	0,14	2,9	0,42	24,5	16,9
6	Настоящая степь, чернозем обыкновенный	1,9	51,3	2,16	0,14	3,0	0,40	23,7	14,8
7	Сухая степь, темно-каштановая почва	1,0	53,9	1,42	0,09	2,5	0,44	37,9	13,0

Органическое вещество подстилок является источником и хранилищем азота, фосфора, калия и других элементов. В биологических циклах аккумуляции углерода подстилка отражает баланс между входом углерода с опадом и выходом углерода в виде CO_2 при минерализации подстилки.

Выводы

1. В основе функционирования наземных экосистем бора лежит малый биологический круговорот биофильных элементов, важнейшим звеном в котором является разложение растительных остатков в лесной подстилке, в ходе которого высвобождаются элементы минерального питания растений, в том числе азот. Подстилка – поверхностный генетический горизонт почвы, в котором происходит биологическая аккумуляция специфических и неспецифических органических веществ, обладающая особыми признаками и свойствами, определяющими как направление и особенности почвообразования, так и успешность естественного возобновления и роста древесных пород. Таким образом, подстилка как своеобразный биогоризонт выступает главной составляющей биологического круговорота веществ в природе, отражающегося в процессах почвообразования. В лесных почвах биологически наиболее активна лесная подстилка, менее – гумусовый горизонт. Более глубокие горизонты оподзоленных почв биологически малоактивны.

2. Биологическое значение подстилок подбуров дерновых оподзоленных Бузулукского бора состоит в том, что они являются источником подвижных органических веществ и участвуют в формировании профиля альфегумусовых почв, в частности дернового и альфегумусового горизонтов. Вместе с тем они определяют миграцию в лесных ландшафтах неорганических веществ. Формирование состава водорастворимых органических веществ (ВОВ) в лесных почвах бора происходит в результате трансформации и преобразования в специфических климатических условиях органических остатков под влиянием прижизненных выделений корней растений, сообщества животных (ферментные системы кишечника которых играют важную роль в гумификации опада) и микроорганизмов, а также взаимодействия образующихся веществ с минеральными компонентами почв. Гумификация рассматривается как часть процесса трансформации растительного опада в гумус.

3. Анализ показал, что на дерновых подбурках слабооподзоленных песчаных бора, отличающихся специфическим химико-минералогическим составом, недонасыщенностью этих почв основаниями, а гумуса – азотом, образуется гумусовый профиль с гуматно-фульватным составом гумуса. Запасы и состав лесных и степных подстилок отражают биогеоценотическую деятельность экосистем. В Бузулукском бору эти показатели находятся в прямой зависимости от сложности сосновых боров, отражают их биогеоценотическую деятельность как лесных экосистем.

4. Появление железа Fe (II) в почвенном растворе указанных почв в первую очередь обязано влиянию органических, особенно гумусовых, кислот – продуктов разложения подстилки. Их воздействие на Fe (III)-минералы выражается в двух основных функциях: комплексообразовательной и восстановительной. Лесные почвы бора имеют нестабильные окислительно-восстановительные условия с преобладанием первых. Образование гидроокислов железа происходит через фазу окисления Fe (II) до Fe (III). Процессы протекают, по-видимому, при участии катализаторов – железоокисляющих бактерий и широкого круга гетеротрофных микроорганизмов, утилизирующих органическое вещество подстилок.

6.3. ГЕНЕЗИС ПСЕВДОФИБР И ДРУГИХ НОВООБРАЗОВАНИЙ В ПРОФИЛЯХ ПОЧВОГРУНТОВ БОРА

Специфической особенностью почвообразования на песчаных и супесчаных почвообразующих породах Бузулукского бора надо считать развитие в профиле почв педолитических феноменов – тонких (0,2–1,0 см), ожелезненных цементационных псевдофибровых образований, расположенных в нижних почвенных горизонтах. Являясь продуктом почвообразовательного процесса, на известной стадии развития они сами оказывают на него влияние, вызывая в почвах некоторый застой – «зависание» («подвисание») поверхностных вод. На псевдофибрах формируются геохимические барьеры, где могут накапливаться и сохраняться различные поллютанты, они принимают участие в формировании разнообразия почв по степени влагоемкости, водопроницаемости профиля и другим свойствам и режимам. Псевдофибры известны давно, имеют широкое

географическое распространение, их генезис связан с ортштейнами (округлые конкреции) и ортзандами (прослойки, прожилки, карманы и т. п.) – спутниками песчаных и супесчаных подзолов.

Работы В.О. Аарнио (1915) и Е.В. Аринушкиной (1939) посвящены исследованию химической природы и условий образования ортзандов. В.В. Докучаев (1949) обратил внимание на то, что образование конкреций является результатом физико-химических процессов, протекающих в подзолистых почвах. Им же отмечена приуроченность определенных типов конкреций к ландшафтно-географическим зонам. На участие в образовании конкреций подвижных соединений органических кислот с полуторными оксидами обратил внимание и В.Р. Вильямс (1951).

Следует считать установленным, что процесс агрегации железа и марганца в конкреции происходит преимущественно в почвах тяжелого гранулометрического состава и в меньшей степени – в средних и легких почвах. Железистые новообразования могут служить показателями степени и характера увлажнения почв. Их максимальное количество образуется на контакте элювиального и иллювиального горизонтов, где происходит смена окислительно-восстановительных процессов.

Обширные материалы по химической природе и условиям образования ортзандов мы находим в работе Е.В. Аринушкиной (1939), в которой дан литературный обзор по ортштейнам, приведен гранулометрический состав ортзандовых профилей, исследованы их валовой химический состав, солянокислая вытяжка, кислотность и электропроводность ортзандовых профилей. Е.В. Аринушкина, анализируя и суммируя мнение многих исследователей, касающихся генезиса ортзандов, приходит к заключению, что «основным фактором ортзандообразования будет все же вода в силу своего гидролизного действия и задержки почвенного раствора» (с. 203).

Исследования химического и гранулометрического состава ортзандов показали, что эти образования являются своеобразными иллювиальными горизонтами песчаных и супесчаных почв. В ортзандах накапливаются соединения железа, алюминия, магния и легкорастворимой кремневой кислоты.

В ортзанде можно выделить гуматную и силикатную части. Гуматная богата железоорганическими веществами, силикатная – алюмосиликатами. Наиболее прочная в химическом отношении силикатная часть. Основным цементирующим веществом является растворимая кремневая кислота, основным фактором образования и разрушения ортзанда – водный режим почвы. Ортзанд образуется в зоне капиллярного насыщения почвы и разрушается в присутствии гравитационной воды. Наличие последней в капиллярах вызывает застой почвенного раствора и усиленный гидролиз продуктов почвообразовательного процесса. Гидролиз идет до образования конечных продуктов $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Al_2O_3 в виде вторичных минералов.

Псевдофибры представляют собой неконкреционные образования, цементирующим агентом в которых выступают гумусово-железистые соединения и глинистая тонкодисперсная фракция. Их формирование связано с кратковременными переувлажнениями почвенных горизонтов, где, следовательно, нет таких благоприятных условий для сильного гидролиза и выделения веществ из раствора. Псевдофибры показывают границу переувлажнения за какой-то кон-

кретный срок, ортзанды подчеркивают более длительный период этого увлажнения.

Псевдофибры – динамичные и более хрупкие образования. Разрушаясь на одном месте, они отлагаются в другом и своим присутствием определяют чрезвычайную изменчивость водного режима песчаных почв. Псевдофибры (термин Г.Н. Высоцкого) – тонкие (0,1–2,0 см) железистые оранжево-ржавые горизонтальные прослоечки, располагающиеся через 3–15 см друг от друга и исчезающие при приближении к капиллярной кайме над уровнем грунтовых вод. Они встречаются преимущественно в голоценовых почвах – дерново-подзолистых, дерново-боровых, дерново-степных, причем в последних они являются реликтом былой (дерново-боровой) стадии их развития под сосновыми лесами, которые в позднем голоцене здесь исчезли. В почвах с уровнем грунтовых вод ближе 2 м вместо псевдофибр образуются лишь расплывчатые оранжевые пятна.

Происхождение псевдофибр в легких почвах степной зоны объясняется по-разному. В.Н. Сукачев (1903) связывает их с бывшим пребыванием на этих почвах лесной растительности. Видимо, псевдофибры и ортзанды формировались над капиллярной каймой и по мере понижения уровня грунтовых вод в голоцене под имеющимися уже псевдофибрами могли возникать все новые и новые. При этом толща песков в несколько метров приобретает полосатый зебровый вид от рыжих железистых псевдофибр и ортзандов на светлом фоне, что хорошо заметно в обнажениях правобережья рек Самары и Боровки. Следовательно, псевдофибры и ортзанды в степных легких почвах с глубоким уровнем грунтовых вод относятся к реликтовым образованиям, связанным с бывшим оглеением песков. Они не являются элементами альфегумусового горизонта (BF), иллювиальных горизонтов подзолистых почв и могут возникать и в неподзолистых почвах на контакте восстановительной и окислительной систем с переводом здесь бактериями подвижного закисного двухвалентного железа в железное трехвалентное окисное и выпадением их из раствора в виде гидроокиси с последующей дегидратацией и цементацией. Обязательное условие – наличие хотя бы небольшого количества органического вещества, как энергетического материала для жизнедеятельности бактерий. Детально свойства псевдофибр, их генезис, диагностическое значение и роль во влагообеспеченности лесов были изучены в почвах Окско-Мещерского полесья (Зайдельман, 1974; Зайдельман и др., 1994; Банников, 2001).

Под псевдофибрами понимаются все сцементированные гидрооксидом железа тонкие (0,5–3 см) прослои в профиле легких по гранулометрическому составу почв, преимущественно горизонтального простирания, формирующиеся без участия грунтовых вод в результате иллювиальных явлений. Новообразования такого рода были описаны в песчаных почвах многих биоклиматических зон. Они могут играть существенную роль в обеспечении влагой и питательными элементами сосновых лесов, произрастающих на почвах, имеющих в своем составе псевдофибры.

Псевдофибры задерживают просачивающуюся влагу осадков, повышая влагоемкость почв весной в 1,5–2,0 раза, уменьшают водопроницаемость и скорость впитывания влаги. Так как в них накапливаются не только полутонкие окислы и глина, но и питательные вещества (P_2O_5 , K_2O), а также микроэlemen-

ты и тяжелые металлы, то с развитием псевдофибр улучшается и стабилизируются водный и питательный режимы, улучшается плодородие почв.

Вот как описывает псевдофибры Г.Ф.Морозов (1930): «... они прежде всего представляют собою прослойки желто-бурого цвета среди оподзоленного песчаного грунта... Расположены они в 3 яруса, друг над другом, проходят извиваясь и меняя как свою мощность, так и плотность; первый ярус встречается на глубине около 90 см. Но самое интересное — это отношение корней к этим прослойкам: корни имеют первые боковые разветвления в пределах почвенного песка, затем стержневой корень, мало ветвясь, проходит сквозь толщу оподзоленного песка и, вступая в ортзандовый прослой, начинает сильно ветвиться, образуя вертикальную щетку наподобие той, какая встречается у сосновых корней вблизи грунтовой воды... Такой вид сосновых корней не имеет в себе ничего патологического. Он указывает, по-видимому, только на обильное питание» (с. 91).

Характерной чертой подбуров дерновых слабооподзоленных альфегумусовых песчаных Бузулукского бора является наличие достаточно хорошо выраженных псевдофибр. Все обнаруженные псевдофибры, исходя из внешнего строения, были отнесены нами к двум группам (по Зайдельману, 1974): первая — маломощные (толщина 3–5 мм), вторая — мощные (толщина > 1 см). Нарастание степени гидроморфизма, вызванное приближением уровня грунтовых вод к поверхности, оказывает заметное влияние на морфологию этих новообразований. Цвет псевдофибр изменяется от красно-бурого до буровато-серого и серосизого в глееватой почве, а их количество уменьшается в почвенном профиле. Красноватый тон — реликт более теплообеспеченных по сравнению с современными и увлажненными условий.

Маломощные псевдофибры приурочены в различных по степени гидроморфизма почвах к одинаковой глубине (140–180 см) и расположены в более светлых слоях по сравнению с вышележащими. Нередко над псевдофибрами имеются небольшие осветленные прослои. Маломощные псевдофибры всех исследованных почв Бузулукского бора имеют сквозные мелкие отверстия диаметром до 3 мм, которые сохраняются, по-видимому, в местах ранее существовавших корневых ходов. Вертикальная дифференциация этих псевдофибр проявляется в более гладкой верхней поверхности, без острых углов и крупных минеральных зерен, по сравнению с нижней поверхностью. Хорошо просматривается горизонтальная слоистость красно-бурого слоя с местными фрагментарными белесыми прослоями (2–4 мм). Корни растений, как правило, проникают через слой псевдофибр, но при наличии второго, более мощного, слоя корешки иногда выстилаются по их поверхности.

Нарастание степени гидроморфизма, вызванное приближением уровня грунтовых вод к поверхности, оказывает заметное влияние и на цвет псевдофибр. Они приобретают серую и ржаво-серую окраску. В глееватых почвах легкого гранулометрического состава псевдофибры отсутствуют. Возможно, генезис псевдофибр исходит со времен голоценовых, более спокойных и многоводных потоков воды с их последующей моделировкой почвообразованием.

Псевдофибры служат показателями степени и характера увлажнения почв (табл. 23). Их максимальное количество образуется в горизонте В_Г, так как именно здесь происходит смена окислительно-восстановительных условий, а иногда и гранулометрического состава.

Таблица 23

Влияние псевдофибр на влажность прилегающих слоев почв

Пробная площадка	Место образца на стенке разреза	Полевая влажность весовая, %
Моховой бор	Над псевдофиброй	15,2
	Псевдофибра	15,0
	Под псевдофиброй	10,3
Ложно-травяной бор	Над псевдофиброй	13,7
	Псевдофибра	14,1
	Под псевдофиброй	7,9

Вопрос изучения химизма псевдофибр диктуется их значением при характеристике процессов разрушения и миграции веществ в почвах, а также интенсивности почвообразовательного процесса и его направленности. Огромную роль в почвенном профиле играли процессы седиментации и оглеения. С ним связаны переход окисного железа в закись, а также миграция подвижных форм железа по профилю и его аккумуляция в псевдофибрах.

При сопоставлении гранулометрического и валового химического состава почвы и псевдофибр (см. табл. 27, 31) отчетливо видно повышенное содержание в конкрециях глины, Al_2O_3 , MnO и P_2O_5 по сравнению с почвой в целом. Содержание SiO_2 в псевдофибрах несколько ниже, чем в почвах, но достаточно высокое. Количество и распределение подвижных окисных и закисных форм железа зависит от степени оглеения, которое в почвах бора встречается редко. Процесс сегрегации железа и марганца в псевдофибрах связан с водным режимом, периодическим поверхностным переувлажнением при наличии подстилающих пород, служащих водоупором, что способствует застою влаги и затруднению ее перемещения.

Мощность псевдофибр изменяется не только по мере углубления (нижние прослойки в почвенном профиле обычно толще верхних), но и на протяжении одной и той же прослойки. Верхние прослойки обычно более сближены между собой, чем нижние.

Таким образом, вопрос о природе и условиях образования псевдофибр тесно связан с вопросом о передвижении продуктов почвообразовательного процесса, главным образом соединений железа, алюминия, органических веществ и кремневой кислоты. Известно, что с алюминием связано формирование ряда типов почв с элювиально-иллювиальным профилем, что имеет большое значение в познании закономерностей их формирования.

Наличие обменного алюминия в гор. О дерново-подбуров связано в первую очередь с соединениями биогенного происхождения (с характером растительности, количеством опада и содержанием алюминия в нем). Обменный алюминий в гумусовых, оподзоленных и иллювиальных горизонтах пополняется за счет органо-минеральных соединений и непосредственно за счет алюмосодержащих минералов (Кауричев и др., 1969).

Почвенные растворы содержат значительное количество воднорастворимых органических веществ. На их состав и содержание большое влияние оказывают окислительно-восстановительные условия среды. С изменением окислитель-

но-восстановительных процессов в верхних горизонтах связаны темп превращения органического вещества (опада хвойных и лиственных пород, а также группы перегнойных веществ почвы), качественный и количественный состав воднорастворимого вещества почвенных растворов.

Появление алюминия в почвенном растворе (прочно связанного с органическим веществом) зависит от воздействия на минеральную часть почвы компонентов водорастворимого органического вещества — различных соединений низкомолекулярных органических кислот и фульвокислот, находящихся в растворах. Алюминий в растворах прочно связан в форме алюмоорганических соединений, образуя устойчивые комплексы с воднорастворимым веществом, в частности с его «фульвокислотной» частью, которые сохраняют свою устойчивость при миграции в почве.

Поведение железа в ионном состоянии усложняется его способностью переходить из одной формы валентности в другую. Ион Fe^{II} в условиях оподзоленных почв обладает большей устойчивостью, чем Fe^{III} , так как выпадает из раствора при высоком значении pH. Изменение окислительно-восстановительного потенциала оказывает большое влияние на выделение вещества из раствора. При этом органические вещества, диспергируя гидроокись железа, образуют комплексные соединения. Коагуляция коллоидных растворов от изменения электродвижущей силы при потоке в капиллярах несомненно играет здесь большую роль.

По сравнению с вмещающими горизонтами в псевдофибрах отмечается небольшое накопление фракций физической глины и, особенно, ила (см. табл. 27). Содержание песчаных фракций в составе псевдофибр во всех почвах мало отличалось от количества песчаных фракций во вмещающих горизонтах. Им свойственна существенно большая водоудерживающая способность. Оценка роли псевдофибр в водном балансе почв бора показала, что в профиле неоглеенной почвы за счет каждого сантиметра мощности псевдофибр, обладающих повышенной влагоемкостью, может удерживаться — «зависать» («подвисать») — дополнительно 0,8 мм влаги по сравнению с вмещающим горизонтом той же мощности.

В периоды выпадения осадков повышение влажности связано с псевдофибрами, задерживающими влагу и препятствующими быстрому просачиванию атмосферных осадков вглубь. Кроме того, и сами псевдофибры более влагоемки.

Мощные (> 1 см) псевдофибры обладают очень низкими коэффициентами фильтрации. Их абсолютные значения оказались равными 0,02–0,06 м/сут (табл. 24), т. е. эти новообразования обладают свойствами локальных водоупоров. Можно предполагать, что повсеместно встречающееся осветление верхнего контактного слоя вмещающего горизонта, а также поверхности псевдофибр связано и с периодическим застоем здесь гравитационной влаги.

Таким образом, гидрологическое значение псевдофибр определяется, во-первых, тем, что, обладая более высокой концентрацией глинистых и коллоидных частиц, они отличаются от вмещающих горизонтов повышенной влагоемкостью и могут аккумулировать больший объем капиллярной влаги, во-вторых, они являются водоупором и поэтому могут устойчиво и длительно фиксировать верховодку в почвенном профиле.

Таблица 24

Физические свойства псевдофибр в подбурх дерновых оподзоленных псевдофибровых песчаных

Горизонт	Плотность, г/см ³		Пористость, %	Гигроскопическая влага, %	ПВ, %	K _ф , м/сут.	K _{водоуд.}
	твердой фазы	сложения					
O	1,6	1,2	33,8	0,9	43,6	0,7	0,4
AУ	2,4	1,6	40,4	0,4	40,0	0,6	0,4
AУе	2,6	1,5	40,4	0,3	36,4	1,4	0,3
BF	2,6	1,5	38,7	0,4	38,6	1,7	Не опр.
Bff	2,7	1,6	32,6	1,2	43,0	0,06	—
Bff	2,6	2,04	29,4	1,3	26,9	0,03	0,2
Bff	2,6	1,83	28,9	1,3	30,0	0,02	0,02
C	2,7	1,6	40,7	0,3	41,3	3,7	Не опр.

Исследование плотности сложения псевдофибр в почвах Бузулукского бора показало, что максимальные значения этого показателя составили 1,83–2,04 г/см³. Плотность нижних псевдофибр была меньше, что связано, по-видимому, с нарастанием степени увлажнения профиля. По мере нарастания гидроморфизма их плотности сложения снижались. Общая пористость псевдофибр составила 32,6–28,9%, разница между общей пористостью псевдофибр и вмещающих горизонтов варьировала от 5 до 16%. Псевдофибрам свойственна большая водоудерживающая способность.

Для псевдофибр почв Бузулукского бора характерны более низкие коэффициенты фильтрации – их абсолютные значения не превышали 0,06 м/сут. Обладая свойствами локальных водоупоров, псевдофибры служат своеобразными экранами, играющими роль транспортеров влаги по латерали из верхних террас к нижним. При задержке влаги и ее медленном стекании нивелируется влияние засушливых периодов, частых в южной лесостепи и степи. Кроме того, псевдофибры поддерживают уровень влаги, приемлемый для растений.

Таким образом, гидрологическое значение псевдофибр определяется их повышенной влагоемкостью, экранирующей способностью задерживать над собою влагу и латерально транспортировать ее по склону «внутреннего» рельефа, фиксируя и экономя верховодку в почвенном профиле.

Псевдофибры имеют, как правило, чуть меньшую, чем вмещающие горизонты, pH, содержание обменного алюминия и органического углерода чуть больше. В валовом химическом составе почвенных горизонтов преобладает SiO₂ – 80%, Fe₂O₃ – 0,5%, Al₂O₃ – 5%. В Тамбовскую вытяжку переходит небольшое количество R₂O₃ и до 1% Al₂O₃, что составляет иногда двойное превышение их по сравнению с почвой (табл. 25).

Из приведенных выше данных следует, что псевдофибры отличаются от вмещающих горизонтов и оказывают определенное влияние на многие процессы, протекающие в почвенном профиле. Для них характерны более высокое содержание ила, более высокая плотность и они более кислые. Псевдофибры обогащены подвижным алюминием, несиликатными формами железа, органи-

Таблица 25

Содержание в псевдофибрах полуторных окислов по Тамму, % от массы абсолютно сухой почвы

Горизонт и глубина отбора образца, см	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
BFff 160–170	0,21	0,64	1,01
BFff 180–190	0,24	0,42	0,70
BFff 165–175	0,31	0,20	1,13

ческим углеродом. Формируясь в наименее обеспеченных влагой горизонтах и позициях ландшафта, они оказывают положительное влияние на водообеспеченность растений с глубокой корневой системой. Выполняя роль полупроницаемых природных мембран, экрана, транспортера влаги, растягивая временной и пространственный ее путь, они тем самым помогают растениям переживать засушливые периоды, столь свойственные для условий бора. Присутствие в почвенном профиле псевдофибровых новообразований свидетельствует о том, что грунтовые воды меньше влияют на почвообразование.

Кроме псевдофибр, в профиле почв бора могут встречаться неконкреционные карбонатные новообразования (мягкая порошкообразная известь, луговой мергель), распространенные в ареалах почв с близким залеганием жестких гидрокарбонатно-кальциевых вод (террасы болот, глубокие западины надпойменных террас). Таким образом, эти новообразования следует рассматривать как индикаторы своеобразных и нередко достаточно сложных гидрогеологических условий.

Высокая концентрация карбонатов кальция неглубоко от дневной поверхности определяется подстиланием днищ болот карбонатными пермскими породами, поставляющими известь в грунтовые воды. Благодаря этому тип неконкреционных карбонатных новообразований получил широкое распространение преимущественно в профиле органогенных заболоченных – перегнойно-гидрометаморфических и гумусово-гидрометаморфических – почв (лугово-болотных, луговых и т. д.) Бузулукского бора. Он представлен луговой известью, карбонатными сапропелями и известковым псевдомицелием. Луговая известь образует в профиле торфяных почв относительно мощные сплошные белесые горизонты солевых аккумуляций, залегающая на контакте между минеральным карбонатным дном болота и нижней кровлей органо-минеральной, сверху сильно опесчаненной залежи. Их положение всегда обусловлено влиянием гидрогенного фактора. Поэтому луговая известь – абсолютный индикатор наличия жестких грунтовых или напорных вод и продолжительного (постоянного) заболачивания почв. Они формируются в ареалах ландшафтов, где грунтовые воды перми не перекрыты другими, менее карбонатными или некарбонатными породами, или там, где существуют открытые «окна» в водоупоре, перекрывающем отложения карбонатной перми.

Известковый псевдомицелий – тонкие известковые стяжения, заполняющие поры в карбонатных горизонтах указанных типов почв. Эти новообразования аналогичны новообразованиям псевдомицелия, формирующегося в лёссовидных почвообразующих породах плакоров – карбонатных лёссовидных суглинков.

Сапропель – рыхлые органо-минеральные, сильно опесчаненные аккумуляции, возникающие на дне заболачивающихся пресных водоемов. Включает весьма разнообразные компоненты: песок, глину, детрит, корни, водоросли, ракушки, иногда мергель. Сапропель несет важную диагностическую информацию о безусловном происхождении органогенных почв в результате зарастания и заболачивания водоемов. Его присутствие на контакте минерального карбонатного дна болота и нижней границы торфяной залежи свидетельствует о своеобразии возникновения болота. Наибольшее количество пресноводной извести накопилось, по-видимому, в бореальное время.

Встреченные нами карбонатные новообразования не исключают наличие и других их видов, которые могут иметь место в почвогрунтах бора.

Прослойки карбонатизированного песка встречаются как с поверхности, так и на различной глубине. Мощность и плотность, а порою сцементированность и ожелезненность их различаются. Карбонаты в профилях почвогрунтов бора – пришельцы извне. Первый и главный путь их появления – снизу (из грунтовых вод). Проходя транзитом через толщу песка, не сообразуясь с его стратиграфией, карбонаты проникают в почвогрунты до той высоты и концентрируются в тех его слоях (горизонтах), которые маркируют собой высоту капиллярного (или капиллярно-пленочного) поднятия грунтовых вод. Верхний их уровень формируется границей промачивания.

Другой возможный путь формирования карбонатизированных прослоек песка в верхних гумусовых горизонтах почв – сверху, при минерализации подстилки, пирогенизации органики и высвобождении кальция, который мигрирует вниз по профилю, а также их образование при пожарах. Иногда на их пути встречается ортзандовый горизонт, формирующийся в понижениях при застое вод атмосферных осадков и содержащий оксиды (преимущественно Fe_2O_3 и Al_2O_3), который служит барьером для карбонатов. Вместе они образуют сцементированную карбонатами и пропитанную оксидом Fe_2O_3 монолитную прослойку. При динамике гидрологического режима оксиды железа, особенно в плювиалы межледниковий, как наиболее растворимые, вымывались вниз, задерживаясь на нижних барьерах, а карбонаты оставались и сохранялись как реликты прошлых эпох.

Разные модификации природных барьеров в профилях почвогрунтов бора оказывают существенное влияние на динамику стекания, подвисания, зависания атмосферных осадков и грунтовых вод бора. Неконкреционные новообразования почвогрунтов Бузулукского бора тесно связаны с элементами ландшафтов – почвообразующими породами, рельефом и грунтовыми водами.

Выводы

1. Морфология и химический состав псевдофибр находятся в зависимости от степени увлажнения и глубины залегания грунтовых вод, их динамики. Наличие нескольких (2–3) прослоек псевдофибр свидетельствует о колебаниях характера увлажнения территории в прошлом при наличии прослоек дисперсных частиц.

2. Сопоставление валового химического состава почвы и псевдофибр показало отчетливое повышение содержания в псевдофибрах Fe_2O_3 , MnO , иногда

P_2O_5 , несколько более пониженное содержание SiO_2 и чуть повышенное – ила и глины по сравнению с почвой. Конкреции в профиле почв распределены крайне неравномерно. Максимум их находится в горизонте BF.

3. Псевдофибры обладают сниженным коэффициентом фильтрации и играют роль мембран, на которых временно задерживаются поверхностные воды, что имеет важное значение для продуктивности и устойчивости фитоценозов.

4. Природа образования псевдофибр тесно связана с передвижением продуктов почвообразовательного процесса, главным образом соединений железа, алюминия, органических веществ и кремневой кислоты. Отправной точкой их формирования является неоднородность гранулометрического состава почвообразующей породы. Цементация прослоек в песчаных почвах идет за счет окисления закисных соединений железа, принесенных грунтовой водой со стороны.

ГЕНЕЗИС И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ПОЧВ В ФОРМИРОВАНИИ ФИТОЦЕНОЗОВ БОРА

Среди всей совокупности почвенных процессов имеет смысл выделять многофазные процессы взаимодействия атмо-гидро-литокomпонентов почвенной системы, то есть процессы ее функционирования или «жизни».

В.О. Таргульян

Оригинальность почвенных образований определена их функцией экологически связующей системы между всеми эндо- и экзогенными процессами, потоками веществ, энергии и порождающими их геосферами. Как экзогенная, биокосная, многофазная, саморегулирующаяся система почва одновременно является продуктом полифункционального, интегрирующего, информационного блока геозкосистемы. Процесс преобразования литоматрицы представляется как «немгновенное» необратимое развитие всей многофазной почвенной системы вдоль «стрелы времени». Взаимодействие при педогенезе проявляется в процессах разрушения минеральной части, растворении, миграции, аккумуляции, синтезе минеральной и органической частей. Все эти элементарные почвенные процессы, вызванные взаимоопределяющими проявлениями жидкой, твердой, газообразной фаз и биотой, протекают в толще литоматрицы и, естественно, не могут не наследовать ее свойства (минералогический, химический, гранулометрический состав и др.).

В природе почва является неотъемлемой структурой природных биогеоценозов, в рамках которых она зарождается и функционирует: необходимая предпосылка и фактор жизни биоценоза так же, как и биоценоз, в свою очередь – необходимый фактор формирования и жизни почвы. Биоценоз и почва образуют целостную нераздельную систему – биогеоценоз, который и отражает их разнообразие в иерархической системе организации биосферы. Благодаря локальному разнообразию он способен гибко реагировать на довольно значительные колебания климатических условий и быстро восстанавливать свои функции после нанесенных ему повреждений. Биогеоценоз по определению В.Н. Сукачева наиболее полно и точно выражает представление об элементарных дискретных единицах биосферы, ячейках биогеохимической деятельности, определяющих ее структурный уровень и организованность.

Поэтому сложная природа бора, локальное разнообразие его биогеоценозов оказываются важнейшим фактором устойчивости его как многофункциональной целостной геозкосистемы.

Исследователи неоднократно обращали внимание на специфику процессов почвообразования на песчаных отложениях, в том числе в Бузулукском бору.

Так, Г.Н. Высоцкий (1911) указывал на своеобразие водно-физических свойств песков – большую водопроницаемость и малую водоудерживающую способность, с одной стороны, и малую испаряющую способность и слабое капиллярное поднятие – с другой. Он писал: «песчаные пространства в почвенном отношении сохраняют однотипность в наиболее широком масштабе, почти не реагируя на те климатические диверсии, которые вызывают переходы типов почв суглинистых через несколько классов»... «от зоны подзолистых почв до каштановых почв песчаные почвы более или менее одинаковые» (с. 307).

С.С. Неуструев (1911), признавая глубокое различие между песчаными и суглинистыми почвами в подзолистой и черноземной зонах, утверждал, что «... как и на других осадочных образованиях, почвенные процессы в песках протекают в зависимости от зональных условий, т. е. главным образом климатических». При этом он признавал, что для каждой почвообразующей породы существует своя граница почвенных зон и подзон.

Исходным моментом, предопределяющим суждения о генезисе почв Бузулукского бора, является начало тренда развития почв, который определяет, по видимому, подзолистый тип. Естественно, возникает вопрос, какими факторами обусловлено проявление оподзоливания?

Впервые почвенному покрову Бузулукского бора была посвящена работа П.А. Земятченского «Бузулукский бор в геологическом и гидрологическом отношении» (1904). Позднее появилась работа П.А. Земятченского и А.С. Мачулина «Почвы Борового опытного лесничества» (1931), специально посвященная изучению этих почв. Эти работы имели важное значение в истории изучения почв Бузулукского бора, способствуя выявлению основных морфологических особенностей почвенного покрова и связи типов почв с морфологическими элементами рельефа и типами боров. В отношении определения генезиса описанных почв (в частности, почв сухих местоположений), сжато, но достаточно определено в своей работе говорит Б.Д. Зайцев (1944): «Вопрос генезиса почвенного покрова на основе этих исследований выяснен недостаточно. Характер почвообразовательного процесса в Бузулукском бору считался близким к подзолистому с различной, но слабой степенью его морфологической выраженности. Преобладающими почвами сухих боров явились маломощные песчаные разности различной, но всегда слабой оподзоленности. Однако на склонах грив и холмов мощностю гумусового горизонта возрастает и наблюдаются признаки миграции веществ в виде ржавых пятен и псевдофибр. В замкнутых западинах подзолистый процесс приобретал вполне четкую выраженность». Так рисовал почвенный покров и А.С. Мачулин в области сухих местоположений.

Дальнейшие работы по почвам Бузулукского бора относятся уже к 1941–1946 гг. Это прежде всего работа заведующего сектором почвоведения ВНИИЛХ Б.Д. Зайцева «Почвы сухих условий местопроизрастания Бузулукского бора» (1944), а также кандидатская диссертация М.А. Коршунова (Казанский государственный университет) «Почвы госзаповедника Бузулукский бор» (1947). М.А. Коршуновым предложена довольно детальная классификация местных почв по степени оподзоливания. В работе Б.Д. Зайцева мы встречаем оригинальное освещение генетических черт тех же почв, в результате чего автор склоняется к тому, чтобы местные почвы сухих боров отнести к типу серых почв

лесостепи, к их особым вариантам в связи с песчаным гранулометрическим составом. Ту же точку зрения поддерживал проф. Н.П. Ремезов, сопоставляя работы М.А. Коршунова и Б.Д. Зайцева (по инициативе бывшего госзаповедника «Бузулукский бор»). Однако для окончательного решения вопроса о генезисе этих почв в пользу концепции Б.Д. Зайцева, по мнению Н.П. Ремезова, необходимо дополнительное исследование. Таким образом, вопрос об общей классификации почв Бузулукского бора продолжает оставаться незаконченным и ожидает своего решения.

Особые свойства песчаных почвообразующих пород обусловили своеобразный ход почвообразовательного процесса и специфические свойства песчаных почв, отмеченные в работах Г.Н. Высоцкого (1911), Б.Б. Полюнова (1926), Б.Д. Зайцева (1944), А.Г. Гаеля, А.В.Хабарова (1971), А.Г. Гаеля, А.Н. Маланьина (1971), посвященных песчаным почвам разных регионов.

Очень низкое содержание физической глины ослабляет черты зональности: на песчаных породах не встречаются ярко выраженные подзолы. Из-за низкой влагоемкости и высокой водопроницаемости песчаные почвы быстрее, глубже промачиваются, чем почвы суглинистые, происходит в основном вынос подвижных продуктов выветривания и почвообразования вниз, в грунтовые воды. Значение гранулометрического состава сглаживают климатические изменения (Высоцкий, 1911). В разных зонах песчаные почвы сходны по морфологии, а направление и типы почвообразования отходят на второй план. Ряд авторов доказывает наличие в них подзолообразовательного процесса в прошлом, образование прослоек, пятен и псевдофибр, а также карбонатов, объясняя это сезонными колебаниями уровня грунтовых вод и верховодок, периодической сменой восстановительных (весной) и окислительных (летом) процессов при участии микроорганизмов, превращающих закисное железо в окисное. А.Г. Гаель и Н.А. Воронков (1965) наблюдали хорошо развитые псевдофибры в осолодевших песчаных почвах, В.Н. Сукачев (1903) наличие псевдофибр связывает с былым пребыванием леса.

Водно-оловая слоистость песчаных пород благоприятствует образованию псевдофибр, вызывая временное подвешивание просочившейся весной влаги и возникновение анаэробных условий.

В карбонатных песчаных породах псевдофибры не возникают: по-видимому, связывание железа карбонатами происходит в щелочной среде. В условиях Бузулукского бора образование псевдофибр обуславливает распад органической и минеральной частей почв в условиях периодической смены окислительно-восстановительных процессов. Продукты распада формируются в более мелкоземистых по гранулометрическому составу песчаных прослойках пород. Наличие псевдофибр на песках с близким уровнем грунтовых вод связано с процессами реликтовой гидрогенной аккумуляции полуторных окислов и, возможно, с процессами оглеения.

Как известно, глееобразование сопровождается восстановлением железа в бескислородной среде при участии анаэробной гетеротрофной микрофлоры. Биохимическую природу глееобразования вскрыл Г.Н. Высоцкий (1905), указав на необходимые условия для формирования оглеенных почв: переувлажнение, анаэробная гетеротрофная микрофлора и органическое вещество, способное к сбраживанию. Вода при оглеении есть фактор гидролиза, а при оподзоли-

вании – один из факторов переноса продуктов почвообразования. Таким образом, глееобразование и подзолообразование являются самостоятельными и своеобразными почвенными и биохимическими процессами.

Голоценовые почвы Бузулукского бора на вершинах высоких гряд и холмов проходили дерновую и дерново-подзолистую стадии в раннем голоцене, дерново-лесную – в период климатического оптимума в среднем голоцене (7,5–2,5 тыс. лет назад). Гидроморфные почвы болотную стадию проходили в раннем голоцене, иногда они оглеены, редко – выщелочены от карбонатов, оторфованы. В настоящее время в песчаных почвах при уровне грунтовых вод 1,0–2,0 м отмечаются следы реликтовой глееватости в виде белесого горизонта песка в капиллярной кайме и бледные железистые пятна. Песчаные гидроморфные почвы, подвергшиеся в среднем голоцене заносу более тонким иловатым песком в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности вод поверхностного стока, трансформировались в лугово-черноземные, а при значительном снижении грунтовых вод – в остаточнo-луговые.

На песках древней фазы дефляции под лесной растительностью (сосна) в атлантический период климатического оптимума среднего голоцена даже на глубоководных участках сформировались мощные (до 0,8–1,8 м) дерновые оподзоленные связнопесчаные почвы.

За последние 7 тыс. лет для четырех эпох была характерна увлажненность климата: конец V – начало IV тысячелетия до н.э.; вторая половина III и начало II тысячелетия до н.э.; вторая половина I тысячелетия до н.э.; середина и начало второй половины текущего тысячелетия (Шнитников, 1949, 1969). Современный период является переходным в сторону усиления засушливости климата. В позднем голоцене сосновые леса исчезли на некоторой части юга России в связи с усилением континентальности климата, и дерновые оподзоленные почвы трансформировались в дерново-степные.

Слабая способность песчаных почв реагировать на смену природных зон объясняется почти одинаковыми во всех зонах их водно-физическими свойствами (рефлекторность, сенсорность песчаных почв по И.А. Соколову). Эти почвы разные авторы называли по-разному: серопески – П.С. Сергеев, Б.Б. Полюнов, боровые пески – К.П. Горшенин, скрытоподзолистые – И.П. Герасимов, светло-бурые – Н.П. Ремезов, бурые лесные – И.М. Стефанович, ржавоземы – В.М. Фридланд, ржаво-бурые – Т.П. Тихоненко, дерново-боровые и дерново-степные – А.Г. Гаель, ожелезненные неоподзоленные – В.С. Лялин и т. д. На основании явления инверсии зон на песках П.А. Земятченский (1904) назвал почвы на дюнных песках Бузулукского бора «серыми», хотя он считал (Земятченский, 1931), что при достаточном освещении, увлажнении и аэрации, препятствующей развитию в почве кислых перегнойных веществ, здесь могут создаваться песчаные почвы, подобные черноземам. Действительно, если не под пологом леса, то под степной растительностью такие песчаные черноземовидные почвы имеются непосредственно по соседству с Бузулукским бором. Б.Д. Зайцев (1944) причислил почвы бора к серым лесным.

Почвы на дюнных песках Бузулукского бора в течение всего голоцена находились под воздействием соснового леса. В почвах под аккумулятивным горизонтом A1 (AY) имеется иногда рыжеватоый подгоризонт с отмытыми зернами кварца – горизонт A2 (AYc), а под ним в выщелоченном от карбонатов горизон-

те В (BF) на глубине 2–5 м в толще песка встречаются псевдофибры. Ниже в карбонатном песке обнаруживаются известковые стяжения в виде корневидных сростков и трубок, описанные А.П. Тольским (1905). Различные плотные карбонатные прослойки встречены нами при описании эталонных разрезов для Красной книги почв Оренбургской области (2001 г.). Эти карбонатные стяжения встречались в профилях песчаных почв террасы р. Илек и отнесены не к современным, а палеопочвенным образованиям (фитолитам).

Песчаные почвы Бузулукского бора имеют повышенную мощность перегнойного горизонта АУ и значительное содержание кальция в органическом веществе (Зайцев, 1949). По мнению Б.Д. Зайцева, их нельзя назвать и серыми лесными почвами, относящимися к подзолистому ряду почвообразования. К тому же серые лесные почвы формируются на лёссовидных суглинках в основном под широколиственными, а не хвойными лесами.

При рассмотрении почв Бузулукского и Хреновского боров А.Г. Гаель и А.В. Хабаров (1971) отнесли их к дерново-боровым, подчеркнув лишь своеобразие в связи с карбонатностью и различием в минералогическом составе⁹.

Почвообразование на кварцевых и кварц-полевошпатовых песчаных породах Бузулукского бора определяется чередованием слабокислой и щелочной сред и бедностью почвообразующих пород основаниями. Для них характерны очень слабое элювиально-иллювиальное перемещение подвижных форм Fe_2O_3 и Al_2O_3 , слабый кислотный гидролиз первичных минералов, глубокое выщелачивание с выносом подвижных оснований, кремнезема и относительно слабым накоплением менее подвижных соединений железа и алюминия, преимущественно в несиликатных формах, при ослабленном глинообразовании.

Наличие окислительных условий и периодически промывной тип водного режима в целом определяют слабую миграционную способность оксидов железа. Отмечается биогенное накопление в верхних горизонтах CaO , MgO . Закреплению продуктов разложения благоприятствует слабокислая, близкая к нейтральной реакция среды.

Причины, затрудняющие появление осветленных подподстильных горизонтов, кроются в повышенном рельефе: хорошая дренированность при глубоком уровне грунтовых вод, малая подвижность железа (господство окислительных процессов) и низкое абсолютное содержание агрессивного органического вещества из-за малого поступления опада в сосновых борах.

Свойства песчаных почвообразующих пород обеспечивают относительную сухость песчаных почв в районах избыточного увлажнения и увлажненность в аридных областях, сглаживая тем самым отмеченное Г.Н. Высоцким (1911) влияние климатических условий на свойства песчаных почв.

А.Г. Гаель и А.А. Трушковский (1962), В.О. Таргульян (1968), отмечая различия в почвообразовании на песках и суглинках, подчеркивали общность почвообразовательного процесса на песках в разных зонах и подзонах: первые – в условиях степной зоны (от лесостепи до сухой степи), второй – для тундры и северной тайги.

⁹А.Г. Гаель и А.В. Хабаров исследовали почвы нижней части долины р. Боровки с близким к поверхности залеганием грунтовых вод.

В почвах «высокого» рельефа и равнинных участков в горизонте BF содержание железа меньше, чем в породе (гор. С). Отсутствие элювиально-иллювиальной дифференциации кремнекислоты и алюминия в этих почвах соответствует их морфологически слабой оподзоленности.

Таким образом, приведенные выше данные свидетельствуют о специфике почвообразования, в том числе подзолообразования, на песчаных отложениях в разных природных условиях. Своеобразие подзолообразования на кварцевых песках, литогенность песчаных почв, заметно нивелирующая их зональные особенности, до настоящего времени остаются дискуссионными и требуют дальнейшего изучения.

В «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) дерновые подбурь оподзоленные выделялись в дерново-подзолистом подтипе типа подзолистых почв на правах рода. В «Классификации и диагностике почв России» (2004) дерновые оподзоленные почвы отнесены к стволу постлитогенных, отделу альфегумусовых и диагностируются по сочетанию серо-гумусового (дернового – АУ), слабооподзоленного (АУе) и альфегумусового (BF) горизонтов (см. легенду к почвенной карте, рис. 25). Мощность серо-гумусового горизонта достигает 15 см, содержание гумуса варьирует в широких пределах – от 0,5 до 5%, обычно составляя 1–1,5%. Распределение гумуса в профиле аккумулятивное. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты и фульвокислоты агрессивных (1+1а) фракций ($C_{гк}/C_{фк} = 0,7–0,9$). Емкость поглощения в серо-гумусовом горизонте находится в пределах 5–10 мг-экв. Оподзоленный горизонт небольшой мощности содержит около 0,5–1% гуматно-фульватного гумуса. Альфегумусовый горизонт характеризуется светло-желтой или буро-желтой окраской и низким количеством гумуса. Почвы имеют слабокислую реакцию.

Наиболее представительны для типа почв, встречающегося в Бузулукском бору, подтипы: оподзоленные – АУе-BF-C, псевдофибровые (АУ-BFff-C или АУе-BFff-C) – первые и вторые преобладают, а также глееватые (АУ-BF-BFg-Cg) – довольно часто встречаются и литобарьерные (АУ-BF-De-D) – на двучленных породах внутри боровых плакоров, одетых плащом песков.

Выводы

1. Анализ публикаций по песчаным почвам различных природных зон и подзон выявил их общие черты, позволяющие отнести почвы Бузулукского бора к почвенному типу подбурь дерновых Al-Fe-гумусовых, который включает почвы, формирующиеся в автоморфных условиях на силикатных породах, обеспечивающих внутренний дренаж, и характеризующиеся слабооподзоленным профилем и слабокислой реакцией.

2. На провинциальных особенностях свойств и режимов, а также на большом разнообразии почв и фитоценозов Бузулукского бора, как это будет показано далее, сказываются экологические условия степной зоны: жесткий термический режим, небольшое количество осадков, преобладание испарения над осадками, а также местные условия – наличие на небольшой глубине жестких гидрокарбонатно-кальциевых вод, лежащих на пермских карбонатных породах. Эти условия преломляются в местных вариациях микроклимата, характере микро- и мезорельефа, почвообразующих и подстилающих породах и особенностях гидрологического режима.

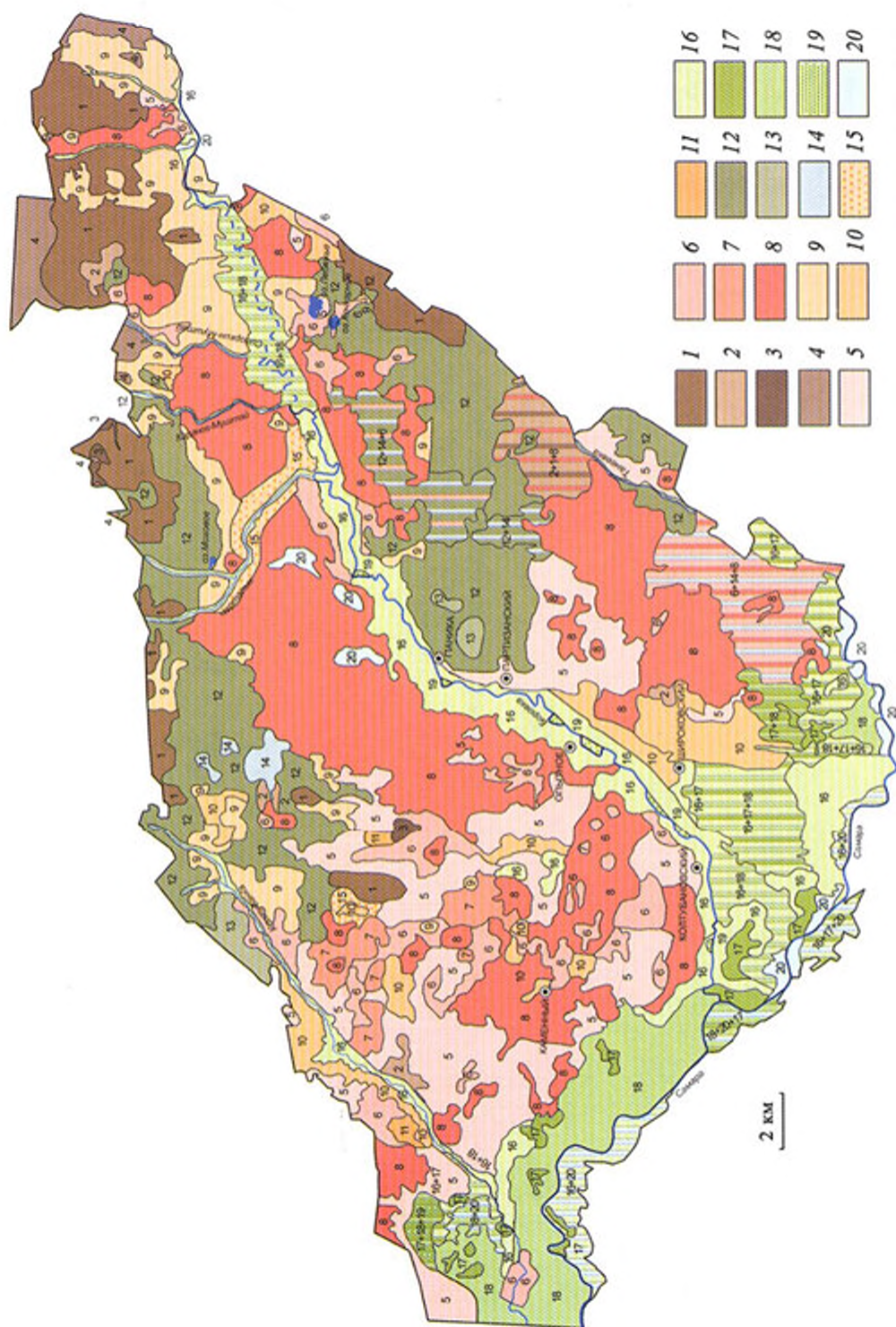


Рис. 25. Почвенная карта-схема Бузулукского бора по материалам реконгноспировочных почвенных исследований, проведенных в 1990–2009 гг. (составитель – д.с.-х.н., профессор А.И. Климентьев)

Легенда к почвенной карте-схеме Бузулукского бора

Индекс почвы на карте	Название почвы*	Рельеф	Почвообразующая порода
<i>Почвы приборовых и внутриводораздельных сыртов</i>			
1	Черноземы типичные тучные среднесуглинистые	Плакоры, северные пологие склоны	Тяжелые и средние карбонатные суглинки, иногда подстилаемые плотными породами
2	Черноземы типичные, иногда слабоподзоленные тучные, средне- и малогумусные средне- и маломощные тяжелосуглинистые	Тальвеги балок и прибалочные северной позиции склоны боровых и приборовых сыртов	Тяжелые, средние и легкие суглинки, иногда подстилаемые плотными породами
3	Черноземы сегрегационные сильногумусированные, черноземы карбонатные средне- и сильногумусированные эродированные	Узкие водоразделы и их южные сухие склоны	Делювиальные тяжелые и средние карбонатные суглинки
4	Черноземы сегрегационные среднегумусированные эродированные	Крутые и покатые склоны к балкам	Карбонатные суглинки и глины
<i>Почвы второй и первой надпойменных террас р. Боровки</i>			
5	Сочетание дерново-подзолов слабоподзоленных слабогумусированных (малоформированных) с дерново-подзубами дефлированными крайнемелкими песчаными	Вершины и верхние трети южных склонов холмов и дон («высокий» рельеф)	Отмытые, отсортированные сухие флювиогляциальные пески
6	Дерново-подзубы слабоподзоленные псевдофибровые слабогумусированные средне-мелкие песчаные	Склоны всхолмлений	Флювиогляциальные пески, иногда с псевдофибрами
7	Дерново-подзубы слабоподзоленные псевдофибровые малогумусированные средне- и маломощные супесчаные	Невысокие дюнные всхолмления и ровные местоположения	Флювиогляциальные пески с карбонатно-железистыми прослойками
8	Дерново-подзубы слабоподзоленные псевдофибровые слабо- и малогумусированные мало- и среднесупесчаные	Пологие всхолмления и ровные местоположения первой и второй террас р. Боровки	Флювиогляциальные супеси с псевдофибрами и карбонатно-железистыми прослойками
9	Дерново-подзубы псевдофибровые слабоподзоленные малогумусированные среднесупесчаные в сочетании с дерново-подзубами малогумусированными среднесупесчаными с карбонатной прослойкой легкосуглинистыми	Пологие дюны и междюнные понижения	Пески и супеси с карбонатизированными прослойками, подстилаемые мергелями перми

10	Дерново-подбурья псевдофибровые слабоподзолщенные малогумусированные легкосуглинистые и супесчаные в сочетании с дерново-подбурьями малогумусированными карбонатными легкосуглинистыми	Пологие всхолмления и низкие долины	Супеси и легкие карбонатизированные суглинки
11	Дерново-подбурья карбонатные слабогумусированные среднесиловые легкосуглинистые в комплексе с лугово-болотными почвами	Плоские понижения и западины	Супеси и легкие карбонатизированные, иногда ожелезненные суглинки, подстилаемые пермскими породами (палеопочвами)
12	Дерново-подбурья литобактерные мало- и среднесуглинистые	Склоны внутрибортовых пологих сыртов	Легкие и средние суглинки, подстилаемые мергелями и мергелистыми глинами на глубине 1,5–3,0 м, палеопочвами перми (Таргульян, 2010)
13	Дерново-подбурья литобактерные среднесуглинистые средние- и маломощные среднесуглинистые	Внутрибортовые сыртовые плато	Средние и легкие суглинки, подстилаемые мергелями и мергелистыми глинами на глубине 0,5–1,5 м
14	Лугово-болотные различного гранулометрического состава в комплексе с дерново-подбурьями литобактерными карбонатными среднесуглинистыми	Западины при переходе II террасы в I, междоленные понижения	Суглинки, супеси, подстилаемые мергелем – относительным водоупором
15	Техногенные почвы на дерново-подбурьях псевдофибровых слабоподзолщенных слабо- и малогумусированных легкосуглинистых и супесчаных	Площадки буровых скважин, нефте- и путепроводы, дороги	Флювиогляциальные пески и супеси с принесенным почвогрунтом
16	<i>Почвы пойм рек Самары и Боровки</i>		
	Комплексы сочетаний аллювиальных серо-гумусовых (дерновых) типичных и типичных карбонатных мало- и слабогумусированных средне-мелких и маломощных легко- и среднесуглинистых почв	Центральные части высокой (до 3–6 м) поймы указанных рек (припойменный сосняк)	Аллювиальные, иногда и древнеаллювиальные, карбонатизированные супеси и пески с про-слоями суглинков
17	Комплексы сочетаний аллювиальных (дерновых) типичных слабоподзолщенных темно-гумусовых средних и сильногумусированных мало- и среднесиловых легко- и среднесуглинистых почв (луговые поляны)	Центральные части высокой поймы рек, часто безлесных, иногда – с единичной сосной, луговыми и степными травами	Аллювиальные и древнеаллювиальные отложения различного гранулометрического состава с преобладанием супесей карбонатизированных с про-слоями суглинков

Окончание легенды

Индекс почвы на карте	Название почв*	Рельеф	Почвообразующая порода
18	Комплексы сочетаний аллювиальных серо-гумусовых (дерновых) типичных и типичных карбонатных мало- и слабогумусированных средне-мелких и маломощных легко- и среднесуглинистых почв	Понижения между гривами прирусловых пойм р. Самары и Боровки	Аллювиальные супеси, легкие суглинки, часто карбонатизированные с крошкой мергеля
19	Сочетания аллювиальных серо-гумусовых (дерновых) типичных и типичных карбонатных мелких и средне-мелких мало- и среднемошных песчаных и супесчаных очень слабо и слабогумусированных почв	Вершины и склоны грив прирусловых пойм р. Самары и Боровки	Аллювиальные супеси и пески
20	Комплексы сочетаний органических торфяно-иловатых, торфяно-болотных и иловато-болотных, часто карбонатных почв различного гранулометрического состава с различными почвами, в т. ч. и аллювиальными почвами пойм	Пониженные участки притеррасных понижений и пойм с ольхой	Древние и современные аллювиальные, часто карбонатные отложения, часто подстилаемые пермскими породами

*В основу номенклатуры почв положена «Классификация и диагностика почв России» (2004).

7.1. ПОЧВЫ «ВЫСОКОГО» РЕЛЬЕФА ВТОРОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ р. БОРОВКИ

7.1.1. Морфология почв

Подробное морфологическое описание почвенных профилей дает возможность правильно диагностировать почву и отнести ее к тому или иному типу. Очень важной частью описания горизонтов являются количественные придержки составляющих их свойств, определяющих диагностику почв. Под диагностическим (или типобразующим) горизонтом понимается генетический почвенный горизонт, тесно связанный с процессом почвообразования, появление которого в почвенном профиле дает основание для выделения нового типа почвы (Шеремет, 2006). Каждому почвообразовательному процессу соответствуют отдельные горизонты, имеющие специальные обозначения. Они служат для выявления в почвенном профиле отчетливых признаков процессов, с помощью которых можно проследить генезис почвы, а затем и определить соответствующее ей классификационное положение. При наличии хорошего морфологического описания и данных лабораторных анализов имеется возможность более точно классифицировать почву, выявить наличие диагностических горизонтов и свойств, а также зарегистрировать остальные специфические характеристики, определяющие положение почвы в данном таксоне.

В целях выяснения некоторых морфологических характеристик серо-гумусовых дерновых подбуров Бузулукского бора нами была составлена сводка морфологических показателей почв, формирующихся на второй, наиболее контрастной в ландшафтном отношении надпойменной террасе р. Боровки. Почвообразующие породы – кварцевые пески – характеризуются резким преобладанием в минералогическом составе кварца. В то же время содержание кремнезема, полуторных и других оксидов может заметно варьировать в зависимости от положения по рельефу: валовое количество SiO_2 в почвогрунтах бора колеблется в пределах 80–90%, Al_2O_3 – 1,02–7,80%, Fe_2O_3 – 0,98–7,99%. Такое содержание этих окислов обнаружено в большинстве выходящих на дневную поверхность песчаных отложениях Восточно-Европейской равнины (Тонконогов, 1969).

В целом почвы характеризуются однородным гранулометрическим составом, хорошей дренированностью и водопроницаемостью профиля, часто отсутствием дифференциации на генетические горизонты. Переходы одного горизонта в другой постепенны, поэтому в них, как правило, нечетко выделяется гумусово-элювиальный горизонт АУ. Затем идет оподзоленный горизонт АУе небольшой мощности, иногда обогащенный древесными углями. Альфегумусовый горизонт бурой окраски, часто с наличием псевдофибр. Переход в материнскую породу очень постепенный. Общая номенклатура горизонтов наиболее распространенных почв Бузулукского бора, составленная согласно «Классификации и диагностики почв России» (2004), представлена на рис. 26.

Наиболее характерная особенность второй надпойменной террасы р. Боровки, которая прислонена к правобережному склону, – сочетание почв высоких дюнных гряд и холмов, ровных поверхностей, а также западин и котловин, последние из которых в прошлом являлись озерами. К западу этот дюнно-грядово-холмистый сильноволнистый рельеф переходит в более сглаженный, где преоб-

Горизонт О (растительная подстилка)	{	O1	Неразложившиеся органические остатки (хвоя, листья и т. д.)
		O2	Частично разложившиеся органические остатки
Горизонт А (зона элювиирования)	{	AУ	Зона максимального накопления гумуса (темноокрашенная, серогумусовая) или зона оподзоливания (светлоокрашенная)
Горизонт Е (зона оподзоливания)		AУе	(переходная зона)
Горизонт В (зона иллювиального процесса и оглеения)	{	BF	Зона иллювиирования (ил, железо, алюминий и (или) гумус, псевдофибры) или оглеения
		BFff	(переходная зона)
Горизонт С		C	Материнская порода
Горизонт D		D	Подстилающая порода
Грунтовые воды			

Рис. 26. Номенклатура горизонтов основных почв Бузулукского бора

ладают дюны с плоскими вершинами. На этой террасе М.А. Коршуновым (1947) даже в пределах одного квартала площадью 1000×500 м с севера на юг было выделено 8 склонов и 3 западины, одна глубокая котловина и 4 вершины песчаных гряд. В направлении с запада на восток на протяжении 500 м им закартографировано 5 склонов, 2 западины и 3 вершины дюн. Из-за такого сочетания форм рельефа, даже при прочих равных условиях, формируются различные типы почв и растительность. Изучавший типы леса Бузулукского бора В.Н. Сукачев (1931, с. 103) так писал о типах лесов и характере их распространения на подобных возвышенных резко волнистых формах рельефа: «В зависимости от того, как резко выражена и как глубока котловина между дюнами, состав типов (боров. — А.К.) на них будет отличаться. В том случае, если котловина не очень глубока, мы можем здесь видеть следующие типы: вершины дюн заняты типом лишайниковых сосняков (*Pinetum cladinosum*), при этом он спускается несколько ниже по южному склону, чем по северному. Склоны заняты типом *Pinetum declivo pleuroziosum* (мшистый сосняк склонов дюн и пологих всхолмлений), а котловины — *Pinetum depresso-pleuroziosum* (мшистый сосняк понижений). Обычно среди неглубоких котловин попадаются и более глубокие. Они заняты типом *Pinetum depresso-pseudoherbosum*, который обычно выделяется значительно березой, участие которой в составе древостоя больше в маленьких котловинах, чем в крупных. В целом эти четыре типа образуют хорошо выраженный комплекс типов».

Наши наблюдения и исследования, проводимые с применением картографической основы (масштаба 1:25 000) с горизонталями сечением через 5 м, а также данные М.А. Коршунова (1947) подтверждают это положение В.Н. Сукачева. Действительно, типы и полнота лесонасаждений, а также характер почв находятся в тесной зависимости от форм рельефа и степени доступности влаги. Если в междюнных понижениях и на северных склонах песчаных гряд полнота насаждений достигает порядка 0,7–0,8, то на южных склонах она не превышает 0,5–0,6. На вершинах высоких гряд встречаются лишь редкие экземпляры

лишайникового сосняка, а иногда приходилось отмечать и отсутствие деревьев. Нами установлено, как это будет показано далее, что условия почвообразования на различных элементах рельефа и в типах растительности неодинаковые. Условия гумусонакопления в гумусовых горизонтах вершин дюн и южных склонов с отрицательным балансом продуктов почвообразования и эрозионно-непромывным водным режимом будут много хуже, чем на северных склонах и, особенно, на равнинах и в западинах, где к хвойным породам примешиваются береза и другие культуры.

Пространственная неоднородность присуща всем почвам различных элементов рельефа. В дерновых подбурх слабоподзолённых «высокого» рельефа второй террасы в связи с формированием микрорельефа в виде западинок и перераспределением влаги между его элементами эта неоднородность носит не случайный, а закономерный и регулярный характер. Часто микровариабельность отмечается при отсутствии микрорельефа, обусловленная, по-видимому, «внутренним рельефом». Закономерно варьируют морфология, химические и физические свойства почв, вскрываемые почвенными разрезами и траншеями. Часто микрорельеф, как результат почвенных процессов, становится важнейшим фактором почвообразования, создавая условия для дифференцированного водного режима почв, поверхностной и внутрисочвенной миграции жидкой и твердой фаз с микроповышений в западины. Интенсивное перераспределение жидкой и твердой фаз сопровождается переносом ряда соединений, химических элементов – в первую очередь кальция, железа, кремнезема и др.

В целом почвам Бузулукского бора свойственен своеобразный почвообразовательный процесс, обусловленный континентальным климатом с годовыми осадками 550–600 мм, песчаными однородными мелкозернистыми почвообразующими породами и различным уровнем залегания грунтовых жестких гидрокарбонатно-кальциевых вод, лежащих на относительно водоупоре – карбонатных пермских породах, контролирующей «внутренний» рельеф территории. Для морфологического строения почв бора характерны следующие признаки: различная мощность гумусового горизонта, слабая (или отсутствие) дифференциация профиля на генетические горизонты, слабая гумусированность и слабая степень оподзоливания, особенно в почвах сухих боров, о чем свидетельствует посветление (отмытость) горизонта АУе. Их общая мощность находится в прямой зависимости от условий залегания в рельефе (табл. 26, рис. 27, 28).

Почвенные разрезы сгруппированы нами по местонахождению в рельефе: 1) почвы вершин высоких «дюн», гряд и холмов, а также верхних третей южных склонов; 2) почвы склонов (кроме южных); 3) почвы западин и междюнных понижений.

Статистическая выборка мощностей почвенных горизонтов (АУ; ВФ; АУ + ВФ), проведенная по трем позициям рельефа, показала достоверные различия мощностей горизонтов по наиболее характерным элементам рельефа. Если вершины гряд и холмов заняты почвами, имеющими мощность аккумулятивного гумусового горизонта 3,4 см, то на северных склонах она равна 10,1 см, а в понижениях – 7,9 см. Сумма горизонтов АУ + ВФ равна 21,8; 34,5; 38,1 см соответственно. Имеются различия и по другим морфологическим показателям: мощности альфегумусового горизонта ВФ, который увеличивается по указанным позициям рельефа от 17 до 24 и 30 см соответственно, наличию, глуби-

Таблица 26

Средние мощности почвенных горизонтов почв Бузулукского бора, см

Элементы рельефа	Размер выборки, НСР	Горизонт					
		АУ		ВФ		АУ + ВФ	
		Средняя	Разность	Средняя	Разность	Средняя	Разность
Вершины гряд	28	3,4		17,4		21,8	
Северные склоны	30	10,1	+6,7	24,4	+7,0	34,5	+12,7
	НСР ₀₅		0,8		1,5		2,2
	НСР ₀₁		1,0		2,1		2,9
Вершины гряд	28	3,4		17,4		20,8	
Понижения	22	7,9	+4,5	30,2	+12,8	38,1	+17,3
	НСР ₀₅		1,2		2,0		4,0
	НСР ₀₁		1,71		2,6		5,3
Северные склоны	30	10,1	+2,1	24,4		34,5	
Понижения	22	7,9		30,2	+5,8	38,1	+3,6
	НСР ₀₅		1,1		2,2		4,3
	НСР ₀₁		1,5		2,9		5,7

не залегания и мощности псевдофибр и т. д. В связи с этим есть основание проводить описание почв и физико-химическую характеристику по наиболее характерным ландшафтным комплексам, начиная с самой высокой – второй надпойменной террасы р. Боровки, используя при этом метод катен.

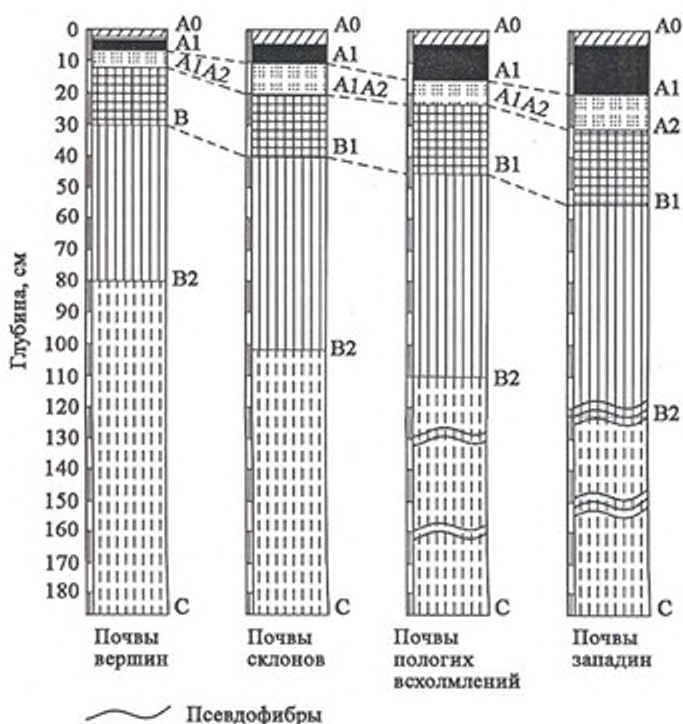
В пределах векторной геосистемы – катены – можно уловить степень различия профилей почв. Почвы более высоких сухих холмов, увалов и их южных склонов отличаются отсутствием дифференциации профилей, мощность их меньше, чем почв равнин и северных позиций склонов. Естественно полагать, что пространственное варьирование изучаемых свойств почв есть функция горизонтального переноса вещества (высота местности, крутизна склона и профиль поверхности) и влияния растительности. При этом понижения выполняют функции своеобразных ловушек, усиливающих масштабы контраста.

Из-за различных условий водного и теплового режимов формируются разные почвы и типы сосняков: на вершинах высоких песчаных гряд и холмов, на их южных склонах – лишайниковый сосняк, на северных склонах и ровных вершинах пологих дюн – мшистый сосняк, в глубоких и замкнутых западинах – мшисто-травяной сосняк с примесью во втором подъярусе березы, на ровных участках – сложные боры с примесью дуба, осины и липы, а на сыртах с близким (0,8–1,5 м) залеганием коренных пород (литобарьерные дерновые подбуры) – сложные боры с дубом. Естественно, что и условия гумусонакопления находятся в прямой связи с типами сосняков, так как основными источниками органического вещества в лесных почвах являются опад древесной, а иногда и травянистой, растительности, а также подстилка. Наши наблюдения свидетельствуют о том, что степень «оподзоленности» и гумусированности почв резко волнистого рельефа второй террасы р. Боровки тесно зависит от элементов рельефа и характера леса. Интенсивность процесса оподзоливания ослабевает от

Рис. 27. Схема профилей почв высокого рельефа второй террасы р. Боровки (по М.А. Коршунову, 1947)

междюнных понижений к вершинам высоких гряд, причем на последних она часто выражена очень слабо (голоценовая оподзоленность). Таким образом, при прочих равных условиях почвы западин оказываются более оподзоленными. Однако и в почвах западин типичного подзолистого горизонта АУе, с ясно выраженными морфологическими признаками подбуров дерновых нам не удалось обнаружить признаков оподзоливания на вершинах высоких форм рельефа. Оподзоленность представлена лишь общим посветлением, усиливающимся в нижней части горизонта.

Степень гумусированности, как это будет далее показано, как и степень оподзоленности, увеличивается к почвам западин. Наиболее бедны гумусом почвы вершин высоких гряд, гряд и их южных склонов, почвы северных склонов и ровных пологих всхолмлений обеспечены гумусом лучше. Наиболее гумусированы почвенные разновидности, приуроченные к западинам. Особняком стоят высокогумусированные дерновые подбуров внутрибуровых сыртовых форм рельефа, одетых тонким плащом песков, лежащих на двучленных породах (литобарьерный подтип). Почвы восточных и западных склонов как по степени оподзоленности, так и по содержанию гумуса занимают промежуточное положение между почвами южных и северных склонов. В такой же зависимости от элементов рельефа находят



ся общая мощность генетических горизонтов, степень их выраженности и наличие псевдофибр. В почвах вершин высоких гряд и их южных склонов мощность горизонта АУ не превышает



Рис. 28. Расположение почв по катене высокого рельефа второй надпойменной террасы р. Боровки

Рис. 28. Расположение почв по катене высокого рельефа второй надпойменной террасы р. Боровки

ет 3–5 см, непосредственно под лесной подстилкой залегает слабооподзоленный отбеленный горизонт АУе. Иллювиальный горизонт ВF выражен неявно и растянут. В почвах северных склонов и ровных вершин пологих дюн выделяется гумусовый горизонт АУ мощностью 6–10 см. В них намечается горизонт оподзоливания, яснее выделяется благодаря желтовато-темно-бурому цвету растянутый альфегумусовый горизонт ВF (иногда их три, причем последние два – продолжение первого). Здесь же имеются псевдофибры. Однако педогенная проработка почв настолько слаба, что все их свойства и режимы по существу определяются особенностями почвообразующих пород.

И наконец, в почвах западин мощность горизонта АУ достигает 10–16 см, имеются более ясные признаки горизонта оподзоливания, выраженные в виде общего посветления, причем последнее усиливается книзу. Лучше выражен в этих почвах и альфегумусовый горизонт, который имеет более плотное сложение и темновато-желто-бурый цвет. В его нижней части встречаются псевдофибры, представленные тонкими горизонтально расположенными извилистыми прожилками красно-бурого цвета.

По увеличению мощности гумусовых горизонтов, степени гумусированности, оподзоленности и выраженности генетических горизонтов можно выстроить следующий ряд: почвы вершин высоких гряд – почвы холмов, дюн – почвы южных, восточных, западных, северных склонов – почвы западин.

Степень выраженности генетических горизонтов в различных почвах резко волнистого рельефа и пологих дюн мшистого бора очень слабая. Поэтому при установлении границ между ними А.С. Мачулин (1931) относил горизонты, лежащие под горизонтом ВF, к материнской породе, а М.А. Коршунов (1947) условно выделял, кроме горизонта В1 (ВF), подгоризонты В2 и В3. Можно достаточно уверенно говорить о том, а это подтверждает и валовой анализ, что горизонты В2 и В3 являются продолжением растянутого (рассредоточенного) альфегумусового реликтового горизонта. Растянutosть горизонта ВF по профилю – реликтовый признак, который может быть вызван колебаниями во времени сумм атмосферных осадков и уровня грунтовых вод.

Таким образом, вследствие изрезанности рельефа, различий водного и теплового режимов, разнообразия типов лесонасаждений по его элементам почвенный покров резко волнистого рельефа второй надпойменной террасы, как и на всей территории бора, чрезвычайно разнообразен по морфологии, свойствам и режимам, а также по комплексам сочетаний. При этом почвенные профили в одном типе леса могут различаться как на уровне подтипов и типов, так и отделов. Из всего многообразия дерновых подбуров оподзоленных почв второй террасы р. Боровки можно выделить четыре основные разновидности, образующие комплекс сочетаний, имеющие индивидуальные особенности как по месту залегания и морфологическим показателям, так и по физико-химическим, водно-физическим и другим свойствам: 1) дерновые подбуры иногда слабооподзоленные среднелеткие (малосформированные) слабогумусированные песчаные вершин высоких гряд, холмов и южных склонов (тип леса – *Pinetum cladinosum*); 2) дерновые подбуры слабооподзоленные, псевдофибровые маломощные слабогумусированные песчаные склоны дюн (тип леса – *Pinetum declifo-pleuroziosum*); 3) дерновые подбуры слабооподзоленные псевдофибровые маломощные малогумусированные песчаные вершин пологих всхолмле-

ний (тип леса – *Pinetum plano-pleuroziosum*); 4) дерновые подбуры оподзоленные псевдофибровые среднемошные малогумусированные песчаные (супесчаные) западин (тип леса – *Pinetum depresso-pleuroziosum*).

Ниже приведена морфологическая характеристика четырех наиболее характерных разновидностей почв резко волнистого рельефа второй надпойменной террасы р. Боровки.

1. Почвенный покров вершин дюнных гряд, холмов и их южных склонов крутизной 14–20° представлен подбурами дерновыми слабооподзоленными крайнемелкими (малосформированными) слабогумусированными песчаными и занимает незначительную площадь. За исключением гарей, здесь произрастает лишайниковый сосняк (*Pinetum cladinosum*). По В.Н. Сукачеву (1931), он характеризуется простотой строения и господством в напочвенном покрове лишайников, развитие которых связано с наиболее сухими, бедными элементами минерального питания и гумусом почвами с укороченным, очень слабо дифференцированным профилем, слабым оподзоливанием, с отрицательным балансом продуктов почвообразования и эрозионно-непромытым водным режимом. «Экспансия» почв вершин гряд к почвам подчиненных позиций микро-рельефа заключается в дополнительном привносе влаги и органо-минеральных соединений.

Характерными признаками этой почвенной разновидности являются слабо выраженный оподзоленный горизонт, относительная укороченность почвенного профиля и очень слабая его дифференциация на генетические горизонты. Основные статистические морфологические показатели приведены в табл. 27, из которой видно, что мощность дернины не превышает 1,25 см, горизонт АУ не выражен (3–4 см), иногда отсутствует, АУе – равен 7,4 см, ВF – 17,4 см, что квалифицирует почву как крайне мелкую (< 10 см). Сумма мощностей горизонтов ВF достигает 91 см, горизонт С начинается с глубины 123 см.

Разрез № 1004, северо-восточная треть кв. 99. Верхняя часть южного крутого (18°) склона высокой песчаной гряды. Лишайниковый бор: сосна, возраст 120–150 лет, полнота 0,4–0,5, подрост сосны, среди здоровых деревьев встречаются сухие. Подлесок: единичные экземпляры вишни. Травянистая растительность – подушки лишайников.

О	0–2 см	– несплошная лесная подстилка из хвои, веток, коры и шишек, кладоний, сухая.
АУе	2–12 см	– серый, с белесоватыми пятнами отдельных кристаллов кварца, песчаный, рыхлый, бесструктурный, свежий, включения кусочков (1–1,5 см) углей. Переход слабо заметен по окраске.
В1F	12–28 см	– желтовато-бурый, песчаный, сухой, чуть плотнее, бесструктурный, редкие корни сосны, переход заметный.
В2F	28–92 см	– буровато-желтый, песчаный, свежий, бесструктурный, корни до глубины 72 см.
В3F	105–140 см	– буро-желтый, рыхлый, песчаный, слабоувлажненный.
С	140–215 см	– буро-желтый, книзу светлее, песчаный, слабоувлажненный, бесструктурный, мелкие корешки до 130 см. Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные (отбеленные) слабогумусированные мелкие (малосформированные) песчаные.

Разрез № 1104, центральная часть кв. 83. Вершина высокой дюны с крутым южным и относительно пологим северным склоном. Лишайниковый бор: сосна, возраст 120–200 лет, полнота 0,5–0,6. Подрост сосны отсутствует.

Таблица 27

Гранулометрический состав почв высокого рельефа второй надпойменной террасы р. Боровки

Местонахождение	№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций (% от абс. сухой почвы) размером, мм					Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро- влага, %	
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001			<0,001
Дерновые подбуры слабоподзоленные слабогумусированные мелкие песчаные										
Крутой (18°) склон высокой гряды, лишайниковый бор, кв. 99	1004	AYe 2-10	6,0	89,7	1,0	1,7	0,8	1,0	3,5	0,92
		B1F 17-27	5,4	90,4	0,8	1,5	0,9	0,8	3,2	0,84
		B2F 40-50	6,4	89,9	0,3	1,4	1,0	1,0	3,4	0,71
		B2F 70-80	6,8	89,7	0,2	1,3	1,1	0,9	3,3	0,71
		C1 99-109	6,7	90,3	0,2	0,7	1,2	0,9	2,8	0,71
		C2 130-140	9,0	87,9	0,2	1,1	1,0	0,8	2,9	0,82
	1104	C3 205-215	7,0	89,7	0,4	1,2	1,0	0,7	2,9	0,87
		AYe 3-12	12,6	84,1	0,8	0,1	1,0	1,4	2,5	0,92
		B1F 20-28	12,5	84,1	0,8	0,1	1,0	1,5	2,6	0,83
		B1F 45-55	12,7	83,0	0,8	0,1	0,9	1,5	2,7	0,78
Псевдофибры	B2F 90-100	12,8	83,0	0,8	0,2	1,0	1,4	2,6	0,83	
	C1 145-150	10,8	81,3	1,0	1,0	1,3	2,6	4,9	1,03	
	C2 200-210	12,3	84,2	0,8	0,4	0,9	1,4	2,7	0,84	
		12,4	84,2	0,8	0,4	0,8	1,4	2,6	0,79	
Дерновые подбуры слабоподзоленные слабогумусированные среднетонкие песчаные										
Вершина высокой гряды, лишайниковый бор, кв. 100	48	AY 2-12	5,36	90,75	0,98	Не опр.	Не опр.	Не опр.	2,91	0,86
		AYe 19-28	6,99	90,27	0,74				2,00	0,72
		B1F 42-52	6,25	92,85	0,25				0,65	0,69
		B2F 73-83	4,31	94,63	0,16				0,90	0,66
		C2 140-150	8,99	8,99	0,24				1,77	0,70
	C3 200-210	7,05	7,05	0,38				0,83	0,65	

	Дерновые подбурсы слабоподзоленные слабогумусированные песчаные									
	235*	AY 3-13	12,61	83,23	0,82	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	
Вершина высокой гряды, лишайниковый бор, кв. 83		AYe 25-35	15,11	81,75	0,53					3,34
		BIF 50-60	9,73	89,41	0,22					2,61
		B2F 90-100	17,78	81,99	0,09					0,64
		C1 140-150	—	—	—					0,14
		C2 180-190	14,42	85,43	0,05					—
Дерновые подбурсы слабоподзоленные слабогумусированные малоощинные песчаные										
Вторая надпойменная терраса р. Боровки, мшистый бор, кв. 56 Борового опытного лесничества	1	AY 5-12	20,2	68,9	1,8	0,2	1,5	5,3	7,0	1,000
		AYe 30-40	18,8	63,8	9,4	2,3	Не опр.	3,9	6,2	1,007
		BIF 140-150	20,8	73,0	0,2	0,6	Не опр.	3,5	4,1	1,007
		B2F 160-170	24,3	68,9	Не опр.	Не опр.	0,4	3,8	4,2	1,006
		C 210-220	10,2	81,9	0,4	0,1	0,4	4,5	5,0	1,006
		C 260-270	12,9	79,5	Не опр.	1,0	Не опр.	3,9	4,9	1,006

*Потери от обработки во всех образцах разрезов находятся в пределах 0,5–2,7%.

В подлеске единичные экземпляры ракитника русского. Напочвенный растительный покров: единично – ландыш, хвощ полевой, обилие лишайников.

- О 0–2 см – подстилка из опавшей хвои, веток и коры, внизу – полусгнившая, сухая.
 АУе 2–12 см – серый, неравномерно окрашенный, с белесыми пятнами, сухой, песчаный, бесструктурный, рыхлый, редко – кусочки углей. Переход заметный по окраске.
 В1F 12–30 см – желто-бурый, свежий, песчаный, бесструктурный, несколько уплотненный, единичные корни деревьев. Переход заметный.
 В2F 30–92 см – желтовато-буроватый, песчаный, бесструктурный, по плотности не отличается от предыдущего горизонта, корни – единичные. Переход очень постепенный.
 В3F 50–115 см – желтовато-бурый, песчаный, бесструктурный, корни.
 С1 115–140 см – буровато-желтый, песчаный, увлажненный, бесструктурный, слабо уплотненный. Переход весьма постепенный.
 С2 140–200 см – светлее предыдущего, песчаный, увлажненный, рыхлый.
 Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные слабогумусированные мелкие (малоформированные) песчаные.

Разрез 159, кв 43. Вершина высокой дюны, с крутым южным склоном и более пологим северным. Редкие сосны в возрасте 30–80 лет высотой 20–25 см. В подлеске редкие кусты ракитника русского. Хорошо развит напочвенный покров в виде лишайников.

- А0 0–1,5 см – лесная подстилка, состоящая из опавшей хвои, коры и веток.
 АУ 1,5–12 см – светло-серо-гумусовый со слабо выраженными белесоватыми пятнами, сухой, бесструктурный, рыхлый, песчаный. Переход постепенный.
 АУе 12–20 см – окрашен как и АУ, несколько заметнее белесоватые пятна отмытых кристаллов кварца, сухой, бесструктурный, песчаный, рыхлый. Переход постепенный.
 В1F 20–40 см – серый с желто-бурым оттенком, несколько плотнее вышележащего горизонта, бесструктурный, сухой, единичные корни древесной растительности, песчаный. Переход почти неуловим.
 В2F 40–75 см – окраска та же с лучше выраженным желтовато-бурым оттенком, слабо уплотнен, бесструктурный, песчаный. Переход слабо заметен по окраске.
 В3F 75–155 см – буро-желтый с сероватым оттенком, бесструктурный, влажный, уплотнен как и В2. Переход слабо заметен по изменению уплотнения.
 С1 155–170 см – буро-желтый песок, влажный, бесструктурный, чуть плотнее В3F. Переход заметен по наличию псевдофибр.
 С2 170–240 см – буро-желтый, на общем фоне выделяются горизонтальные извилистые полосы красно-бурого цвета – псевдофибры на глубине 170–240 см, мощность их колеблется от 2 до 5 мм.
 Почва: дерновые подбуры слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные мелкие песчаные.

Приведенные выше описания характерных разрезов и данные табл. 26 позволяют сделать следующие выводы: 1) гумусовый профиль у описываемой разновидности укорочен, общая мощность гумусового горизонта не превышает 20 см, что позволяет ее отнести (по Классификации, 2004) к мелкой; 2) лесная подстилка незначительной мощности (1,5–2,0 см); 3) в верхних горизонтах профиля, как правило, встречаются мелкие кусочки углей; 4) оподзоленный горизонт АУе небольшой мощности; 5) степень оподзоливания, представленная белесоватыми пятнами отбеленных кристаллов кварца, выражена слабо; 6) альфегумусовый горизонт от лежащих выше горизонтов не отличается уплотнением; 7) вскипания от соляной кислоты не обнаружено ни в одном разрезе, что свидетельствует о выщелоченности профиля почвы; 8) с глубины 170–240 см нередко обнаруживаются псевдофибры (разрез 159). По-видимому, в двух предыдущих разрезах они находятся на большей, недостижимой разрезом глубине.

2. Район «высокого» резко волнистого рельефа. По площади распространения господствуют дерновые подбурь слабоподзоленные слабогумусированные псевдофибровые маломощные песчаные. Они приурочены к склонам преимущественно северных позиций высоких песчаных гряд, грив и пологих дюн крутизной 6–10°, в отдельных случаях – до 15°. Поскольку северные склоны по увлажнению и тепловому режиму значительно отличаются от южных, то здесь получили развитие сосняки мшистого бора с полнотой 0,7–0,8, а по нижним третям склонов – до 0,9 с единичной березой и более богатым по видовому составу подлеском. Напочвенный покров составляют мхи, лишайники встречаются очень редко, преимущественно по верхним третям склонов. Из-за особенностей мшистого сосняка распространенные здесь почвы по морфологии несколько отличаются от предыдущей разновидности (см. табл. 28): во-первых, они характеризуются большей мощностью гумусовых горизонтов и почвенного профиля в целом; во-вторых, имеют несколько более ясно выраженные признаки оподзоливания.

Приводим описание собственных разрезов.

Разрез 1204, северо-восточная часть кв. 250. Нижняя треть северного склона высокой гривы крутизной 9–12°. Сосна в возрасте от 50 до 180 лет, высота 25–30 м, полнота 0,7–0,8. Второй ярус – редкая береза. Подлесок: редкие экземпляры вишни, подрост сосны редкий, здоровый в возрасте 10–20 лет. Травяной покров: хвощ, ландыш, редкие подушки мха.

О 0–3 см	– лесная подстилка из хвои, веток, шишек и коры, сверху неразложившаяся, внизу – полуразложившаяся, с мицелиями грибов.
АУ 3–13 см	– серо-гумусовый с темноватым оттенком, неравномерноокрашенный, песчаный, редкие кусочки углей (0,5–1,2 см), рыхлый, бесструктурный, влажный. Переход постепенный.
АУе 13–21 см	– белесовато-серовато-бурый (белесоватые пятна отмытого кварца), песчаный, рыхлый, бесструктурный, редкие корни травянистой растительности. Переход слабо заметен.
В1F 24–38 см	– желто-буроватый, песчаный, несколько плотнее предыдущего горизонта, бесструктурный, влажный. Переход слабо заметен.
В2F 38–66 см	– буровато-желтый, песчаный, слегка уплотнен, как и В1F, бесструктурный, единичные корни сосны. Переход постепенный.
В3F 66–140 см	– желто-бурый (осветленный), влажный, песчаный, слегка уплотненный, отдельные корни сосны. Переход постепенный.
С 140–240 см	– буровато-желтый, рыхлый, песчаный, влажный, бесструктурный. С глубины 158 см тонкие неровные полосы псевдофибр красноватого цвета. Скопления псевдофибр вниз по горизонту сосредоточены на глубине 158–166, 179–184, 190–200 см. С глубиной полосы псевдофибр становятся рыхлее. Почва: подбурь дерновые слабоподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднеглубинные песчаные.

Разрез № 64, кв. 126. Платообразная, обширная площадка – вершина невысокой дюны. Сосна возрастом 20–40 лет, отдельные экземпляры – около 100 лет. Во втором подъярусе редко встречается береза, единично – осина. Подрост сосны отсутствует. Из кустарников – ракитник. Напочвенный растительный покров: ландыш, борщевик, единичные подушки мхов.

О1 0–2 см	– лесная подстилка из опавшей и полусгнившей коры, веток, хвои, листьев.
О2 2–4 см	– полуразложившаяся подстилка из тех же компонентов. Редкий мицелий грибов.

- AY 4–14 см – светло-серый со слабым темным оттенком, неплотный, бесструктурный, редкие мелкие кусочки углей, пронизан корнями древесной и травянистой растительности.
- AYe 14–20 см – светло-серый с белесоватым оттенком от кремнеземистой присыпки, бесструктурный, рыхлый, пронизан корнями древесной растительности, песчаный.
- B1F 20–56 см – буровато-серый, влажный, бесструктурный, плотнее вышележащего горизонта, песчаный, разнородный.
- B2F 56–102 см – буро-серый, влажный, довольно однородный, слабо уплотненный, песчаный. Переход постепенный.
- B3F 102–160 см – буро-серый влажный песок с тонкими, извилистыми прожилками псевдофибр окристо-желто-бурой окраски: 1-я – на глубине 108 см, 2-я – на глубине 126 см, 3-я – на глубине 145 см и 4-я – на глубине 160 см.
- C 160–190 см – буро-серый, влажный, несколько уплотненный песок. Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднемелькие песчаные.

Из приведенных выше описаний почвенных профилей, данных табл. 28 и рис. 29, 30 видно, что характеризующие почвы имеют подстилку большей мощности, гумусовый горизонт растянут на большую глубину и имеет ясное выраженный темно-серый оттенок, иллювиальный горизонт несколько плотнее, более обособлен и вытянут по профилю. Следует подчеркнуть, что почвам этой группы свойственны наиболее развитые профиль и горизонты и выраженный оподзоленный горизонт.

3. Междюнные понижения имеют также широкое распространение на территории Бузулукского бора в пределах второй террасы р. Боровки. Неглубокие

Таблица 28

Профильная дифференциация гранулометрического состава почв понижений*

Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций (% от абс. сухой почвы) размером, мм						Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро-влажность, %
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001		
O 0–5	8,0	83,1	2,0	1,3	3,7	1,9	6,9	1,46
	0,95	1,01	0,5	1,6	0,65	1,42	1,03	
AY 5–12	7,2	84,3	1,9	1,5	3,2	1,9	6,6	1,03
	1,06	1,00	0,5	1,4	0,75	1,42	1,08	
AYe 12–22	8,6	81,9	1,5	2,0	4,1	2,9	8,0	1,89
	0,89	1,06	0,5	1,04	0,58	0,93	0,89	
B1F 39–49	7,6	79,1	1,6	3,1	4,6	4,6	11,7	4,80
	1,0	1,10	0,7	0,7	0,52	0,59	0,6	
B2F 70–80	6,7	82,9	1,5	2,0	2,0	4,9	8,9	2,80
	1,14	1,00	0,7	1,04	1,2	0,55	0,8	
B3F 110–120	7,3	87,2	0,2	2,4	1,0	1,9	5,3	1,93
	1,04	0,97	5,0	0,86	2,4	1,42	1,35	
C 160–170	7,9	86,5	0,2	2,4	0,9	1,8	5,1	0,99
	0,96	0,96	5,0	0,87	2,5	1,43	1,4	
C 210–220	8,0	87,1	0,2	2,0	0,9	1,8	4,7	0,93
	0,95	0,96	5,0	1,00	2,5	1,43	1,52	

* Данные по 3 разрезам. В знаменателе – коэффициент дифференциации, вычисленный от средневзвешенного содержания (запасов) вещества в профиле почвы.

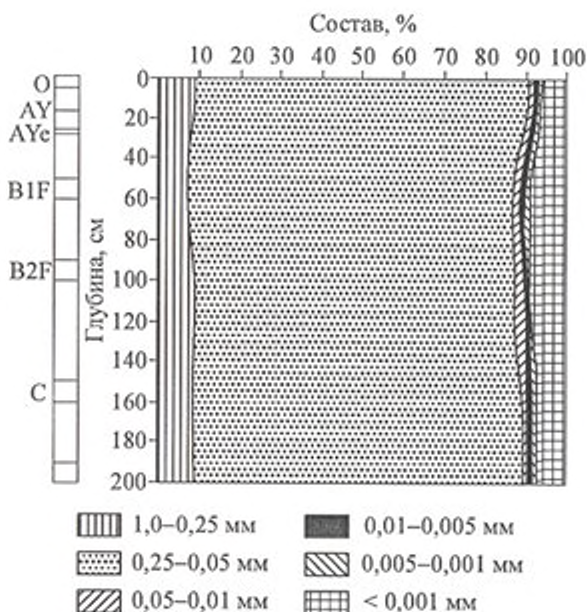
Рис. 29. Гранулометрический состав почв второй надпойменной террасы р. Боровки (разрез 1504)

междюнные понижения характерны для участков с резко волнистым рельефом, где они, как правило, являются открытыми. Здесь же встречаются (редко) более глубокие замкнутые западины. Как уже отмечалось, почвы западин, получая дополнительное увлажнение за счет перераспределения атмосферных осадков, а в ряде случаев и за счет близкого к поверхности залегания грунтовых гидрокарбонатно-кальциевых вод, имеют более благоприятные условия для развития почвообразовательного процесса. По

В.Н. Сукачеву (1931), неглубокие западины заняты мшистым сосняком, для которого характерно присутствие березы во втором подъярусе с более обильным травяным покровом. Более глубокие западины заняты травяным сосняком, который имеет еще более сложную структуру древостоя и более мощный травяной покров. Усложненный состав фитоценозов, большое количество опада, аккумулятивный характер микрорельефа и благоприятные условия увлажнения способствуют гумусонакоплению и развитию почвообразовательного процесса в сторону большего оподзоливания, ограниченного уровнем воды. Вместе с тем в почвах некоторых западин, особенно глубоких, в профиле довольно часто в горизонте С присутствуют карбонаты, привнесенные близко циркулирующими здесь грунтовыми водами. Псевдофибры иногда сочетаются с карбонатизированным песком и ортзандами, последние расположены, как правило, ниже горизонта псевдофибр. Ниже приводим описание наиболее характерных разрезов.

Разрез № 1304-1, кв. 101. Обширная неглубокая западина. Сосна возрастом 50–150 лет, полнота 0,8–0,9. Во втором подъярусе единичные экземпляры березы, в подлеске ива черная. Травянистая растительность: костяника, земляника, ландыш, редкие подушки мхов.

- О1 0–6 см — подстилка из листьев, хвои, веток, шишек, коры и мхов, разложившихся в различной степени.
 АУ 6–17 см — сероватый с темным оттенком, в нижней части отдельные белесые пятна, песчаный, свежий, рыхлый, структура песка мелкозернистая, корни. Переход заметен по окраске.
 АУс 17–31 см — светло-серый, белесые пятна, кремнеземистая присыпка, свежий, песчаный, бесструктурный, корни, чуть уплотнен.
 В1F 31–62 см — серый с буроватым оттенком, песчаный, увлажненный, слабоуплотненный, бесструктурный. Переход постепенный.



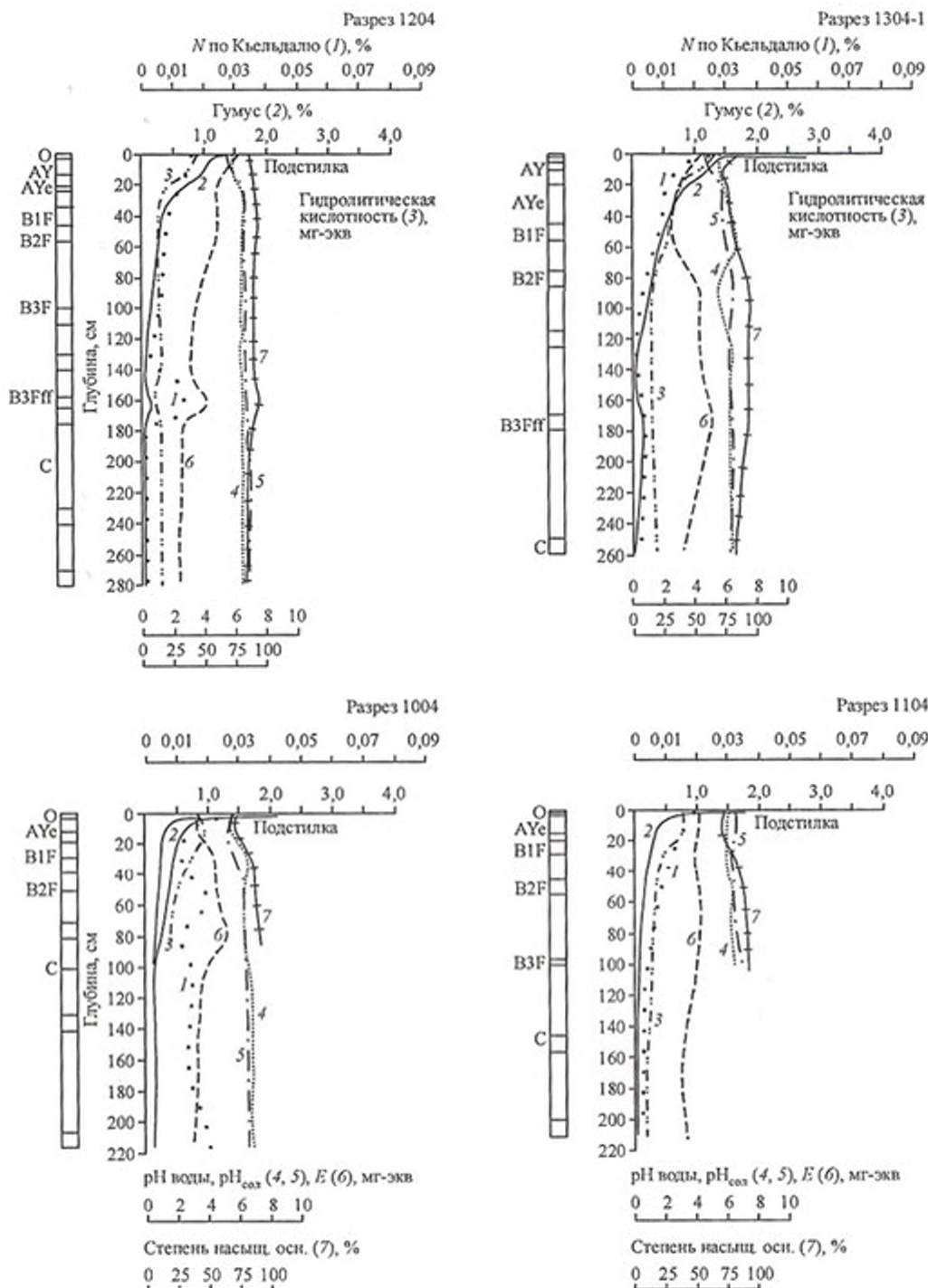


Рис. 30. Физические и физико-химические свойства почв второй надпойменной террасы р. Боровки

- B2F 62–94 см – желтый с буроватым оттенком, влажный, песчаный, уплотнен, мелкие ржавые пятна в нижней части горизонта (редко).
 B3F 94–150 см – буровато-желтый, песчаный, влажный, уплотненный. Переход заметный.
 C 150–260 см – буровато-желтый с ржавыми пятнами и псевдофибрами с глубины 150 см, различной толщины: сверху – 2–3 мм, с 200 см – 5–8 мм. Расстояние между прослойками 20–30 см. С глубины 225 см слабо сформированный ортзандовый горизонт.
 Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные песчаные.

Разрез № 1504, кв. 74. Замкнутая более глубокая западина. Сосна различного возраста, довольно частые экземпляры березы, достигающей II подъяруса, редко осина, единично – липа. Из кустарников: рябина, черемуха, ракитник. Травяной покров густой, с преобладанием хвоща, ландыша, душицы, грушанки однобокой и др. Напочвенный покров преимущественно из мхов.

- O 0–5 см – бурая лесная подстилка, состоящая из листьев, хвои, коры и веток разложившихся в различной степени.
 AY 5–16 см – темно-серый с темно-коричневым оттенком, бесструктурный, пронизан густой сетью корней травянистой растительности, слабо уплотнен, супесчано-песчаный. Переход заметен по окраске.
 AYc 16–27 см – буровато-темно-серый с белесоватым оттенком (отбеленные зерна кварца), слабо уплотнен, бесструктурный, песчаный. Переход заметен слабо.
 B1F 27–54 см – буровато-серый, с ржавыми пятнами на глубине 50 см, влажный, бесструктурный, плотнее выше лежащего, песчаный. Переход постепенный.
 B2F 54–92 см – буро-серый, более влажный, плотнее B1F, песчаный. Переход постепенный.
 B3F 92–139 см – буро-серый с пепельным оттенком, пятнистый, более плотный и влажный, мажущийся песок; на глубине 136 см прослойка карбонизированного песка, бурно вскипающего от соляной кислоты.
 C1 139–146 см – буро-серый с желтоватым пепельно-серым оттенком, пятнистый от присутствия солей CaCO_3 . На глубине 144 см линзы карбонизированного песка.
 C2 146–180 см – желто-бурый песок с буровато-серым оттенком, плотный, сильно увлажнен, слабо вскипающий от HCl .
 C3 180–210 см – буро-серый песок с желто-буром оттенком, ниже 210 см – вода.
 Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные слабогумусные среднетонкие глубококарбонатные супесчаные.

Особенности морфологии почв западин заключаются в повышенной мощности гумусового горизонта и профиля, более высоким содержанием гумуса и несколько большей оподзоленности. О более развитом почвообразовательном процессе свидетельствует наличие иллювиальных образований – псевдофибр, характерных для всех заложённых разрезов. В более глубоких западинах отмечается функциональная связь профиля почв с грунтовыми гидрокарбонатно-кальциевыми жесткими водами, отлагающими карбонаты на глубине 2,0–2,5 м и выше. А.С. Мачулин (1931) отмечал скопления извести в почвах глубоких котловин Борового лесничества на глубине 100–150 см. Нами на терраске ботола Моховое карбонатный горизонт, состоящий почти сплошь из вторичных мучнистых карбонатов, выделен над грунтовыми водами на глубине 70 см. Профиль почвы национального парка «Мещеры» содержит кремнезем (SiO_2), определяющий подзолистый тип почв. Внешний вид профилей почв внешне поразительно схож, химически – противоположен.

При изучении динамики процессов почвообразования на территории Бузулукского бора нами выявлены определенные закономерности. Морфологичес-

ки они проявляются по-разному на разных элементах рельефа второй террасы р. Боровки. Эти изменения мы попытались вычленить аналитически. Проведенный нами расчет коэффициента дифференциации генетических горизонтов по глине (табл. 28) не превысил 1,4–1,52. На количественном уровне он вскрыл динамику процессов перераспределения глины, что отличает почвы бора от более зрелых почв. Формирование элювиальных и иллювиальных горизонтов неактивное и непостоянное во времени и пространстве (по профилю почвы) в связи с динамичностью эколого-климатических и гидрологических условий, вызванной как природными колебаниями (осадки, уровень грунтовых вод и др.), так и антропогенными факторами, в частности пирогенным, приводящим часто к временной смене типов ассоциаций растительности, затуханию процессов выноса из профиля глинистых частиц, кальция, перераспределению гумуса. В результате это приводит к неупорядоченности процессов вымывания и вмывания, формируется растянутый (дискретно-прерывистый), а потому невыраженный альфегумусовый горизонт, а иногда их образуется несколько – до 3 (Коршунов, 1947).

Низкие содержание и запасы органического вещества, а также его качественный состав, близкий к фульвокислотам, свидетельствуют о «молодости» почв (Кононова, 1963) по сравнению с эталонами – черноземами выщелоченными (Климентьев, 1977), сформированными на приборовых плакорах. Согласно данным М.М. Кононовой (1963), строение макромолекул гуминовых кислот альфегумусовых песчаных почв имеет свои особенности, а именно: их боковые цепи менее конденсированы по сравнению с кислотами черноземов. Степень их конденсированности также различна и зависит от рельефа. Наиболее конденсированы кислоты гидроморфических (лугово-черноземных) почв участков центральной высокой поймы р. Боровки, свободной от леса, где наличие степных видов растительности способствует гумусонакоплению. Но и здесь, как показали единичные определения состава гумуса, он оказался гумматно-фульватным.

Выводы

1. Исследование почвенного разнообразия почвенно-ландшафтных катен «высокого» рельефа второй надпойменной террасы р. Боровки показало прямую связь степени выраженности основных морфологических признаков с характером мезо- и микрорельефа и типом лесонасаждений.

2. В рассматриваемых почвах выражены качественные морфологические различия. Выделяются почвы вершин и южных склонов высоких гряд, грив и холмов «высокого» рельефа (лишайниковый бор) – подбуры дерновые слабооподзоленные крайнемелкие (малосформированные) слабогумусированные песчаные, в которых часто непосредственно под слабой подстилкой мощностью 1,5–2,0 см залегает слабооподзоленный горизонт, переходящий постепенно в альфегумусовый. Почвы характеризуются малоразвитым гумусовым профилем, фрагментарным горизонтом АУ, слабым проявлением процесса оподзоливания. Псевдофибры расположены на глубине 170–240 см и встречаются редко.

Основной фон на этой территории создают почвы с относительно развитым аккумулятивным серо-гумусовым горизонтом, светло-желтым очень слабогумусированным слабооподзоленным и неяркоокрашенным, иногда рассыпчатым,

чуть более уплотненным альфегумусовым горизонтом. Они занимают склоны С, СЗ, СВ позиций крутизной 6–10° и представлены дерновыми подбурами слабоподзоленными слабогумусированными мелкими песчаными. Псевдофибры находятся в среднем на глубине 179,2 см.

3. Почвы западин и междюнных понижений обладают наиболее мощными почвенным профилем и гумусовым горизонтом (АО + АУ + АУе – 30 см), более выраженным процессом оподзоливания. Псевдофибры (два слоя) отмечены на глубине 160 и 195 см соответственно. Почвы пологих всхолмлений и равнин по морфологическим показателям мало отличаются от почв западин по мощности генетических горизонтов и степени оподзоливания. Обращает на себя внимание меньший разброс морфологических показателей, что свидетельствует о большей стабильности здесь (на равнинах) почвообразовательных процессов.

4. Описанные варианты почв не исчерпывают всего многообразия, пестроты и комплексности почвенного покрова «высокого» рельефа второй террасы р. Боровки. Последняя развивается по мере увеличения абсолютного почвенного возраста территории (Петелина, 1954), отразить которую возможно только при более детальных крупномасштабных исследованиях.

5. На значительной части территории с высоким сильно расчлененным рельефом описанные почвенные разновидности образуют сложные комплексы (почвенные комбинации) в структуре почвенного покрова, которые по существу являются типами земель. Порой невозможно выделить отдельные разновидности в М 1:25 000. Для детального картографирования необходима основа с рельефом М 1:10 000 или более крупного.

6. Чрезвычайная контрастность ландшафтной и почвенной структуры этой территории обусловлена не только сложным взаимодействием ландшафтообразующих и почвообразующих факторов, но и неоднократными сменами эволюционного тренда геосистем. Разнообразие ландшафтов и почв выступает как основной показатель разнообразия и экологической устойчивости геозоосистем Бузулукского бора.

7.1.2. Физико-химические и экологические свойства почв «высокого» рельефа

Из данных табл. 27 следует, что гранулометрический состав почв второй надпойменной террасы р. Боровки представлен мелко-, средне- и крупнопесчаными фракциями и обеднен глинистыми. Количество частиц диаметром менее 0,01 мм находится в пределах 2–7%, а ила содержится в пределах 0,7–5,3%, причем крайние максимальные интервалы встречаются редко, в отдельных разрезах, расположенных или на ровных местоположениях, или в понижениях. Наибольшее количество приходится на фракции мелкого песка размером 0,25–0,05 мм, содержание которых достигает 63–95%, частиц размером > 0,25 мм фракций крупного и среднего песка значительно меньше – от 5 до 20%. Таким образом, по данным гранулометрического состава описываемые почвы могут быть отнесены к песчаным и супесчаным мелкозернистым. Им свойственна некоторая слоистость профиля.

Наряду с общим для всех сочетаний разновидностей почвенного комплекса преобладанием фракций песка и обеднением их фракцией физической глины

имеются и существенные различия. Как видно из табл. 27, в верхних горизонтах почв вершин высоких гряд и их склонов сумма частиц физической глины и ила более чем в 2 раза меньше, чем в соответствующих горизонтах почв ровных местоположений и, особенно, западин. Причиной пониженного содержания физической глины и ила в первых и повышенного — у вторых являются условия их залегания. Верхние горизонты почв западин обогащены мелкими фракциями вследствие действия атмосферной влаги, стекающей в понижения, и частично ветра, которые перераспределяют глинистые фракции.

Распределение по профилю частиц физической глины иногда носит обратный характер, что можно объяснить процессом слабого переноса ее по профилю, а также низким содержанием в верхних горизонтах гумуса. При этом нельзя не отметить весьма слабое накопление частиц физической глины и ила в альфегумусовом горизонте ВР почти всех разновидностей почв. Данное явление свидетельствует о слабой степени проявления оподзоливания, особенно в почвах высоких положений рельефа.

Как известно, основным показателем дифференциации твердой фазы почв является их гранулометрический состав. В почвоведении широко используются профильно-генетические методы определения дифференциации веществ в системе генетических горизонтов почвенных профилей по отношению к почвообразующей породе (Роде, 1937). Нами использован метод, основанный на определении соотношения данных о содержании или запасах каких-либо веществ в горизонтах со средневзвешенным их содержанием (запасами) в почвенном профиле.

Для проверки полученных результатов по единичным разрезам мы проанализировали и обобщили материалы, касающиеся внутрипрофильного распределения ила — одного из важных показателей, позволяющих судить о внутрипрофильной дифференциации вещественного состава почв. Проанализированы данные по 68 профилям слабо- и среднеоподзоленных почв, а по трем разрезам проведены статистические подсчеты средних (см. табл. 28). Сопоставление этих данных не показало четкой дифференциации верхней и средней частей профиля по илу. Рассчитанные коэффициенты дифференциации ила свидетельствуют о том, что в рассматриваемой группе профилей ясно выраженные текстурные горизонты отсутствуют. Морфологически также наблюдаются только слабо диагностируемые признаки текстурного горизонта в виде растянутых вниз посветлений. Наличие в профиле серо-гумусовых дерновых подбуров оподзоленных песчаных слабой гранулометрической и цветовой дифференциации (иногда 2–3 горизонтов ВР) можно объяснить разной интенсивностью аллювиально-иллювиальных процессов, протекавших в прошедшие эпохи голоценового почвообразования. По-видимому, наличие в этих горизонтах псевдофибр — тонких красновато-коричневых слегка извилистых полосок толщиной 0,5–3,5 мм, также обусловлено этими причинами. Они характерны для профилей почв пологих склонов, ровных слегка пониженных участков двух надпойменных террас р. Боровки. Иногда псевдофибры образуют два-три обособленных интервала скоплений, и именно в этих профилях почв наблюдается более значительная дифференциация по илу, Al_2O_3 и Fe_2O_3 . Сами псевдофибры содержат несколько меньше SiO_2 и экранируют повышенные скопления Al_2O_3 , P_2O_5 и Fe_2O_3 .

Из физико-химических показателей почв гумус является основой внутрипочвенной биологии, ее поглотительной способности и биологической активности. Почвы вершин высоких гряд, холмов и их южных склонов по содержанию гумуса следует отнести к слабогумусированным (табл. 29). Содержание органического вещества в подстилке мощностью не более 2 см находится¹⁰ в пределах 2,04–4,07%, в горизонте АУ оно резко падает и колеблется от 0,63 до 0,94% в зависимости от расположения почвенного разреза по рельефу. На вершинах высоких гряд содержание гумуса в верхнем горизонте минимальное, с понижением рельефа (южный склон) оно немного выше (на 0,13–0,31%). Распределение гумуса по профилю резко убывающее.

По распределению гумуса каждая почвенная разновидность имеет свои особенности, обусловленные его различным содержанием при общей довольно характерной черте: максимальное количество гумуса имеет подстилка, а затем горизонт АУ, при переходе в следующий горизонт оно падает в 1,5–2,0 раза, причем вниз по профилю снижение резко возрастает. Подобный характер распределения гумуса по вертикальному профилю свидетельствует о некотором выщелачивании, промывании, а также о слабой дифференциации профиля почвы. Мы связываем это со слабым (подзолистым) типом почвообразования, что вполне согласуется с данными М.А. Коршунова (1947). Анализ морфологических показателей и данных по содержанию гумуса свидетельствует о достаточно тесной взаимосвязи мощности подстилок и содержания гумуса. Отмечается органо-аккумулятивный характер распределения гумуса с его резким убыванием по профилю. Проникновение гумуса в нижние горизонты профиля в основном обусловлено илливируванием органических кислот в виде растворов из верхних органических и органо-минеральных горизонтов и частично разложением корневых остатков.

В полном соответствии с низким содержанием и распределением гумуса по профилю ведут себя углерод и общий азот по Кельдалю; количество азота в горизонте АУ колеблется от 0,012 до 0,063%. Почвы имеют низкие суммы поглощенных оснований и емкость поглощения. Последняя колеблется в пределах 4,0–6,08 м-экв г на 100 г почвы. Статистическая обработка 44 разрезов по содержанию гумуса, глины и ила в верхнем горизонте почв показала довольно тесную взаимосвязь их между собой (табл. 30).

Низкие показатели физико-химических свойств обусловлены главным образом бедностью почвообразующих пород физической глиной и соответственно характером лесонасаждений. При сухости почвенного климата и бедности почв элементами питания развивается скудная растительность – лишайниковые сосняки. Известно, что основным источником образования органического вещества в лесных почвах является опад древесной растительности. Мишистый и, особенно, лишайниковый сосняки дают опад, наиболее бедный зольными элементами. При сухости климата и прекрасной аэрации происходят интенсивная минерализация органических остатков и их вынос (вертикальный и латеральный). Вследствие бедности описываемых почв гумусом они содержат и мало азота: наименьшее его количество имеют почвы вершин и южных скло-

¹⁰Потери при прокаливании горизонта подстилки достигают 20–28%.

Дерновые подбурсы слабоподзоленные слабогумусированные маломощные песчаные (вершина дюны, лишайниковый бор)												
235*, кв. 83	AYe 3-13	0,72	He опр.	0,011	3,43	4,11	0,68	83,4	12,5	12,0	6,5	6,0
	B1F 25-35	0,31	—	0,009	3,09	3,58	0,49	88,9	17,0	11,3	6,3	6,0
	B2F 50-60	0,12	—	0,008	3,91	4,30	0,39	90,0	20,0	11,3	6,3	6,3
	B3F 90-100	0,02	—	0,001	3,80	4,09	0,29	92,9	25,0	11,3	7,0	6,5
Дерновые подбурсы слабоподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднетонкие песчаные (нижняя треть склона дюны, травяно-лиственный бор)												
1204, кв. 85	O 0-3	4,07	0,54	0,019	28,4	5,12	0,84	85,9	11,3	14,2	5,5	5,6
	AY 3-13	0,94	0,32	0,014	22,8	4,17	0,70	87,4	10,8	10,8	6,0	5,9
	AYe 13-21	0,70	0,28	0,010	28,0	3,02	0,33	90,1	7,5	10,9	6,5	6,3
	B1F 24-34	0,34	0,20	0,009	22,2	3,80	0,28	93,1	11,4	15,4	6,5	6,5
	B2F 46-56	0,28	0,15	0,008	18,7	3,15	0,24	92,9	8,9	16,8	6,5	6,6
	B3F 100-110	0,11	0,05	0,005	10,0	2,38	0,30	88,8	10,8	15,9	6,5	6,3
	B3F 130-140	0,07	0,03	0,001	30,0	2,20	0,30	88,0	14,1	17,8	6,5	6,3
	Псевдофибры (158-164)	0,14	0,09	0,08	11,2	3,11	0,24	93,1	15,9	11,5	6,6	6,4
	C1 165-175	0,01	0,05	0,001	25,0	2,14	0,30	87,7	11,2	10,3	6,7	6,4
	C2 230-240	0,006	0,03	0,001	30,0	1,60	0,30	84,2	6,0	10,3	6,7	6,4
	C3 270-280	0,004	0,02	0,001	20,0	1,60	0,30	84,2	6,0	10,3	6,7	6,4
Дерновые подбурсы слабоподзоленные слабогумусированные маломощные песчаные (западный склон, лиственный бор)												
225, кв. 52	AY 2-12	0,92	0,53	0,037	14,3	2,76	1,08	71,9	10,0	9,5	5,7	5,0
	AYe 14-24	0,46	0,29	0,036	8,0	2,31	0,68	77,0	10,0	15,8	6,0	5,7
	B1F 44-54	0,20	0,136	0,034	4,0	2,76	0,59	82,4	8,75	4,75	7,0	6,0
	B2F 74-84	0,10	0,056	0,007	8,0	3,99	0,29	93,2	25,0	15,8	6,5	6,0
Дерновые подбурсы слабоподзоленные слабогумусированные маломощные песчаные (верхняя треть западного склона дюны, лиственный бор)												
347, кв. 46	AY 3-13	0,98	He опр.	0,040		3,04	4,31	1,27	73,0	5,0	9,5	6,3
	AYe 20-30	0,45	—	0,027		1,59	2,21	0,51	72,1	10,0	7,6	6,3
	B1F 50-60	0,14	—	0,003		1,73	2,31	0,51	75,0	15,0	4,75	7,5

Окончание табл. 29

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Гумус, %	С, %	N по Кельдалю, %	C:N	Поглощенные основания, м-экв		Гидролитическая кислотность, м-экв	Степень насыщенности оснований, %	P ₂ O ₅ по Кирсанову		K ₂ O по Пейве		pH	
						сумма	свободная			мг/100 г почвы	мг/100 г почвы	водный	солевой		
Дерновые подбуры слабоподзоленные слабо-среднегумусированные песчаные (вершина пологого всхолмления, мшистый бор)															
224, кв. 75	AY 4-10	1,08	не опр.	0,051		3,88	5,05	1,17	76,8	7,5	10,0	10,0	6,0	5,0	
	AYe 15-25	0,49	—	0,026		1,75	2,34	0,59	75,5	10,0	6,0	6,0	6,3	5,6	
	B1F 40-50	0,27	—	0,015		2,31	2,80	0,49	82,5	12,5	10,0	10,0	7,0	6,3	
	B2f 80-90	0,17	—	0,002		2,65	3,14	0,49	84,3	17,5	9,0	9,0	6,5	6,5	
Дерновые подбуры слабо-среднеподзоленные, слабо-среднегумусированные песчаные (западная, травяно-мшистый бор)															
213, кв. 101	AV 5-13	1,29		0,063	11,8	3,35	5,98	1,17	80,4	7,5	9,0	9,0	6,0	5,5	
	E 15-25	0,61		0,039	9,0	3,69	4,32	0,97	77,5	9,5	15,0	15,0	6,3	6,3	
	B1F 38-48	0,25		0,020	15,0	4,02	4,32	0,63	85,5	15,0	9,4	9,4	6,8	6,8	
	B2F 70-80	0,15		Следы	—	—	4,61	0,59	87,3	20,0	5,4	5,4	7,0	7,0	
	B3F 100-110	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,3	6,3	

* Данные М.Г. Коршунова (1947).

Таблица 30

Показатели зависимости емкости поглощения почв от содержания гумуса, глины и ила
(по данным для 44 разрезов)

Показатели	Дерновые подбурья слабооподзоленные крайнемелкие (малоразвитые) вершин, гряд, холмов	Дерновые подбурья слабооподзоленные псевдофибровые мелкие склонов	Дерновые подбурья оподзоленные псевдофибровые малоомощные пологих всхолмлений и равнин	Дерновые подбурья оподзоленные малоомощные западин
Содержание гумуса в гор. АУ (2–12 см), %	0,60	0,94	1,12	1,31
Количество частиц, % < 0,01 мм	3,78	3,90	5,10	6,57
< 0,001 мм	1,18	1,22	2,11	2,53
Емкость поглощения, м-экв на 100 г	3,68	3,86	5,15	5,98

нов. Кроме того, гумус сосновой подстилки хуже по качеству, чем другие подстилки: в нем меньше азота.

Отношение углерода к азоту характеризует степень доступности азота растениям: чем уже это отношение, тем он доступнее, и наоборот, чем шире отношение $C : N$ в почвах, тем он менее (относительно) доступен растениям. В целом следует подчеркнуть, что доступность азота растениям в дерновых подбурьях слабооподзоленных высоких гряд и холмов ниже, чем в более гумусированных почвах равнинного рельефа. Следовательно, в гумусе первых содержание безазотистых органических веществ больше, чем в других почвах, например западин. Таким образом, более благоприятными по обеспеченности азотом и доступности его растениям являются почвы западин, равнин и пологих всхолмлений, чем почвы высоких вершин гряд, холмов и их южных склонов, где растительность беднее.

Как известно, фиксация углерода в биологической продукции осуществляется при синтезе белка. Соответственно циклы азота, фосфора и серы рассматриваются как сходные, жестко не связанные с круговоротом углерода. Тем не менее многие почвоведы и экологи считают, что углерод не только способствует захвату (фиксации) азота и вовлечению последнего в биологическую продукцию, но и жестко определяет циклы остальных питательных элементов.

В почвах вершин высоких гряд и всхолмлений химические процессы выветривания и разложение органического вещества происходят менее активно или даже в ином направлении, чем в почвах западин. При слабом выветривании безводных силикатов не образуется в достаточном количестве водных соединений и других конечных продуктов разрушения материнских пород, в результате верхние горизонты слабо снабжаются удобряемым питательным материалом для растений. Например, более богатый опад и корневые остатки в сложных борах, накапливаясь из поколения в поколение, дают ту массу органического вещества, которая характеризует корнеобитаемый слой. Это органическое вещество, подвергаясь различным процессам химического и, главным образом, биологического характера, коренным образом изменяет состав корнеобитаемо-

го слоя, обогащая его перегноем, влияющим в свою очередь на физические свойства и химический состав почв, причем в результате этого ряда процессов происходит их обогащение азотом.

Таким образом, биогеохимический цикл азота представляется как автономная система, функционирование которой осуществляется в виде замкнутого контура компонентов: N минер. фонда почвы → N растит. вещества → N орг. вещества → N минер. фонда почвы. Для эффективной работы этой системы необходима ее подпитка путем разложения подстилки и аккумуляции органического вещества – положительной разности между «входом» и «выходом» системы (Тихонов, Климентьев, 1996). Абсолютные величины отношений C : N для различных почв отличаются, хотя классическим является 10 : 1. В наших условиях во всех разрезах вниз по профилю эти отношения ведут себя по-разному, что объясняется различием в количестве гумуса в горизонтах исследуемых почв, а также факторами миграции элемента.

Величина гидролитической кислотности в почвах бора невелика и в верхних горизонтах она колеблется от 0,68 до 0,84 м-экв. Емкость поглощения (поглощенные основания + гидролитическая кислотность) также низка, что находится в полном соответствии с распределением полуторных окислов R_2O_3 . В верхних горизонтах pH водной суспензии колеблется в слабокислом интервале, а именно в пределах 5,5–6,5. К верхним, наиболее кислым горизонтам приурочены и максимальные значения обменной кислотности (от 5,2 до 6,0), что обусловлено преимущественно алюминием. При этом реакция почв вершин гряд и холмов несколько более кислая, чем равнинных территорий бора. По профилю катены вниз почвы не становятся кислее, что обусловлено жесткостью грунтовых вод, о чем еще писал П.А. Земляченский (1904): «... в Бузулукском бору развитию и накоплению кислого гумуса под лесом препятствует значительная жесткость грунтовых вод, углекислая известь которых нейтрализует перегнойные вещества кислого характера».

Валовой химический анализ почв разрезов (табл. 31) показал, что содержание кремнезема в почвах ландшафтного комплекса самых возвышенных гряд и холмов, а также равнинных территорий второй террасы р. Боровки довольно стабильно и достигает 80,0–87,6%, причем существенных различий по этому окислу почвенные разновидности не имеют. Распределение кремнекислоты по профилю почв носит несколько своеобразный характер, но без особых контрастов. Так, например, в разрезах наблюдается незначительное повышение количества кремнекислоты в нижней части профиля. Общим признаком является слабый вынос R_2O_3 из верхних горизонтов. Иногда их максимум ограничивается средней частью профиля, а в ряде случаев они выносятся на глубину 2,5 м (разрез № 1304-1). Это свидетельствует о том, что в почвах равнинных ландшафтов процесс выщелачивания (оподзоливания) выражен несколько сильнее, чем в почвах вершин высоких гряд и холмов. Для всех почв распределение R_2O_3 носит одинаковый характер: максимум содержания находится в верхнем горизонте, вниз по профилю оно снижается, несколько увеличиваясь в иллювиальном горизонте BF или на псевдофибрах.

По содержанию полуторных окислов близки между собой почвы вершин и западин. Характерен небольшой вынос R_2O_3 из верхних горизонтов. В разрезе 48 скопление R_2O_3 ограничивается глубиной 52 см, а в профиле разрезов 1004,

Таблица 31

Валовой химический состав почв Бузулукского бора, % на прокаленную навеску

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	SiO ₂	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$
<i>Дерновые подбурья слабоподзоленные слабогумусированные мелкие песчаные (крутой склон высокой гряды, лишайниковый бор)</i>												
1004, кв. 99	AYe 2-10	86,61	6,52	2,36	4,09	0,90	0,81	0,18	0,07	13,7	12,4	2,4
	BIF 17-27	86,04	6,75	2,30	4,37	0,79	0,99	0,16	0,08	14,1	11,6	2,4
	BIF 40-50	86,04	6,41	2,29	4,08	0,71	0,91	0,14	0,04	14,1	11,6	2,5
	C1 99-109	86,76	6,83	2,35	4,46	0,60	0,91	0,10	0,02	13,9	12,6	2,4
	C3 205-215	87,20	5,79	3,09	2,69	0,59	1,01	0,10	0,01	10,6	19,1	2,8
<i>Дерновые подбурья слабоподзоленные песчаные (вершина высокой гряды, лишайниковый бор)</i>												
48, кв. 100	AYe 2-12	85,60	6,81	2,28	4,53	0,822	0,897					
	BIF 42-52	85,64	7,16	2,28	4,88	0,696	0,996					
	C1 100-110	86,80	7,10	2,05	5,05	5,05	0,924					
	C3 200-210	87,29	5,33	3,31	2,02	2,02	1,007					
<i>Дерновые подбурья слабоподзоленные слабогумусированные песчаные (вершина высокой дюны, лишайниковый бор)</i>												
1104, кв. 82	AYe 3-12	86,01	6,12	5,01	1,02	0,70	0,75	0,196	0,09	6,4	49,7	2,6
	BIF 20-28	85,18	7,34	5,61	1,64	0,66	0,71	0,170	0,10	5,7	30,6	2,2
	BIF 90-100	85,11	7,34	4,19	3,11	0,63	0,78	0,169	0,04	7,6	16,1	2,2
	Псевдофибры	81,69	13,50	7,70	5,74	2,67	1,73	0,21	0,06	4,0	8,4	1,1
	C2 200-210	84,01	7,53	3,36	4,16	0,61	0,78	0,170	0,01	9,4	12,1	2,1
<i>Дерновые подбурья слабоподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднетяжелые песчаные (нижняя треть склона гряды, травяно-мшистый бор)</i>												
1204, кв. 85	AY 3-13	85,58	10,49	5,73	6,68	1,78	1,82	0,25	0,08	5,6	7,5	1,5
	AYe 13-21	85,36	10,98	5,80	7,14	1,91	1,89	0,26	0,04	5,5	7,0	1,4
	BIF 24-34	85,54	11,06	5,56	7,44	1,99	1,89	0,29	0,06	5,8	6,8	1,4
	B2F 45-55	85,21	11,03	5,79	7,48	1,90	1,90	0,29	0,03	5,5	6,7	1,4
	Псевдофибры (158-164 см)	89,73	13,82	7,99	6,80	2,85	1,97	0,29	0,03	3,9	7,1	1,1
	C 230-240	85,30	11,46	5,86	7,69	1,12	1,90	0,29	0,01	5,5	6,5	1,4

1104, 1204, 213 вынос (хотя и слабый) происходит из всей толщи профиля, иногда до глубины 1,5–2 м. С одной стороны, это находится в соответствии с гранулометрическим составом, с другой – в почвах ровных местностей и западин процесс оподзоливания выражен сильнее, чем в почвах вершин и склонов. По отдельным компонентам можно отметить, что как содержание, так и профильное распределение Fe_2O_3 представляет довольно пеструю картину, поэтому установить какие-либо закономерности не представляется возможным. По-видимому, большей подвижностью характеризуется Al_2O_3 , вследствие чего и выносится в большем количестве, чем Fe_2O_3 . Если содержание Fe_2O_3 в горизонте ВF увеличивается всего на 11%, то Al_2O_3 в горизонте В3F в почвах вершин гряд – на 32%, а в почвах западин – в 2 раза. Вынос часто не ограничивался глубиной в 110 см, а осуществлялся до глубины 2 м и более (разрез 1204). Это еще раз свидетельствует о большей глубине и интенсивности оподзоливания почв западин.

Во всех разрезах заметно некоторое скопление СаО в верхних горизонтах, что, несомненно, обусловлено наличием обменного кальция в органической части верхних горизонтов. Не различается и характер распределения СаО по профилю почв: и в почвах вершин гряд, и в почвах западин максимальное количество СаО находится в верхних горизонтах, постепенно снижаясь до глубины 200 см и увеличиваясь в псевдофибрах. Содержание MgO выше, чем СаО. Наименьшее его количество находится в верхнем горизонте, к низу оно увеличивается в почвах вершин гряд, а в почвах западин наблюдается противоположный характер распределения MgO. Несоответствие распределения СаО и MgO по профилю почв следует, по-видимому, искать в минералогическом составе песков.

Обзор данных валового анализа позволяет сделать следующие выводы:

1. Для всех почвенных разновидностей комплекса высоких положений рельефа характерен очень слабый вынос полуторных оксидов из верхних горизонтов.
2. В почвах западин вынос полуторных оксидов выражен несколько заметнее и охватывает значительно большую толщу, что свидетельствует о большей интенсивности и глубине процесса оподзоливания в этих почвах.

Рассмотрим поведение форм железа в профиле почв (табл. 32). Распределение как подвижных, так и окристаллизованных форм железа носит выраженный аккумулятивный характер и мало соответствует поведению валового железа. Незначительный максимум окристаллизованного и подвижного железа наблюдается в горизонтах АУ и АУе, минимум – в альфегумусовом горизонте, что противоречит самой природе подзолообразования. В условиях Бузулукского бора с мая по сентябрь происходит интенсивная минерализация подстилок, в результате чего ее запасы снижаются. При этом высвобождается большое количество минеральных соединений, в том числе железа, а также органических соединений. Известно, что передвижение железа по профилю почвы в форме органо-минеральных комплексных соединений происходит только в кислой среде. В исследованных почвах со слабокислой реакцией почвенного раствора отмечается некоторое накопление подвижных форм железа в поверхностных горизонтах, что свидетельствует об их слабой миграционной способности. Этому способствуют также небольшое количество атмосферных осадков, глубокое

Таблица 32

Физико-химические свойства почв второй надпойменной террасы р. Боровки

№ разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	pH		C	N	Сумма поглощенных оснований, м-экв	Несиликатные формы, %		
			водный	солевой				%	Fe ₂ O ₃ по Тамму	Al ₂ O ₃ по Тамму
Дерновая слабоподзоленная слабогумусированная среднетонкая песчаная (вершина высокой гряды, лишайниковый бор)										
1004, кв. 99	AYc	2-10	5,6	5,0	0,20	0,020	2,35	0,31	0,26	0,30
	B1F	17-27	6,5	6,0	0,12	0,012	3,63	0,28	0,20	0,29
	BC	40-50	6,4	6,3	0,09	0,004	4,02	0,33	0,11	0,30
	C1	99-109	6,3	6,3	0,07	0,002	4,92	0,21	0,17	0,17
	C2	205-215	6,8	6,5	0,01	0,001	2,10	0,26	0,18	0,20
Дерновая слабоподзоленная псевдофибровая слабогумусированная маломощная песчаная (вершина высокой дюны, мшистый бор)										
1204, кв. 85	AY	3-13	6,0	5,9	0,32	0,014	4,17	0,28	0,20	0,26
	AYc	13-21	6,5	6,3	0,28	0,010	3,02	0,29	0,22	0,27
	B1F	24-34	6,5	6,5	0,20	0,009	3,80	0,29	0,20	0,20
	B2F	46-56	6,5	6,6	0,15	0,008	3,15	0,18	0,14	0,17
	BC	100-110	6,5	6,3	0,05	0,005	2,38	0,23	0,17	0,19
	BC	130-140	6,5	6,3	0,03	0,001	2,20	0,20	0,20	0,20
	Псевдо-фибры	158-164	6,6	6,4	0,09	0,08	3,11	0,33	0,28	0,26
	C	230-240	6,7	6,4	0,03	0,001	1,60	0,14	0,11	0,15

промерзание почвы, иссушение профиля из-за высоких летних температур, а в некоторых случаях карбонатные породы и грунтовые воды.

По основным физико-химическим свойствам эти почвы значительно отличаются от «классических» подзолистых почв легкого гранулометрического состава, что связано, по-видимому, со спецификой факторов среды. Почвы бора характеризуются слабокислой реакцией среды, очень низким содержанием гумуса и резким его падением с глубиной (кроме горизонта AY), крайне малым количеством обменных водорода и алюминия. Не совсем четко выявляется дифференциация обменных оснований по элювиально-иллювиальному типу. Обращает на себя внимание очень высокая степень насыщенности основаниями (93-97%), что также характерно для почв бора.

Почвы бора отличаются сравнительно низким окислительно-восстановительным потенциалом освещенной части профиля (370-420 мВ)¹¹, что объясняется решающим влиянием биологического фактора. Как известно, потенциалопределяющими системами в почвах в большинстве случаев являются кислород почвенного воздуха и почвенного раствора, окисленные или восстановленные продукты разложения растительных остатков, окисные или закисные соединения металлов и продукты выделения микроорганизмов. Для почв бора характе-

¹¹По двум определениям.

рен весьма напряженный период биологической активности, изменчивый по знаку, прерывистый маятниковый тип микробиологических процессов в летний период, что сказывается на поведении окислительно-восстановительных процессов. Окислительная обстановка в почвах усиливается в засушливые периоды и после прохождения лесных пожаров, типичных для Бузулукского бора. Продукты пиролиза лесной подстилки и опада, поступая в почву в окисленном виде, способствуют усилению окислительных процессов, что приводит к повышению окислительно-восстановительного потенциала до 480–600 мв.

По биологическим показателям исследованные почвы близки к дерново-подзолистым. Однако, как показали единичные определения, в них почти не выражен второй максимум микроорганизмов в альфегумусовом горизонте. Максимальное относительное содержание спорных форм бактерий здесь не превышает 10%, что значительно меньше, чем в дерново-подзолистых почвах. В составе целлюлозоразрушителей доминируют бактерии, а не грибы. В целом экологические условия бора определяют специфику развития микрофлоры в почвах. С одной стороны, они характеризуются пониженной общей биогенностью и укороченным микробиологическим профилем, с другой – повышенной биологической активностью в летний период.

Из особенностей почв, позволяющих отнести их к типу подбуров дерновых слабоподзоленных, назовем следующие: слабая дифференциация гранулометрического состава (отсутствие четко выраженного подзолистого горизонта АУе и по данным гранулометрического анализа, и в единицах объема); отсутствие накопления кремнезема в горизонте АУе; близкая к нейтральной реакция среды; незначительное содержание обменного водорода и почти полная насыщенность почвенного поглощающего комплекса основаниями. В ослабленной форме наблюдаются присутствие альфегумусового горизонта бурого или коричнево-бурого цвета без четких признаков вымывания глинистого вещества, наличие гумусово-железистых пленок на гранях зерен кварца, элементы структурной организации, характерные для горизонта вымывания. Их слабое проявление вызвано песчаным профилем, сглаживающим дифференциацию почвенных процессов в условиях дефицита осадков.

Отмеченные сходные модели почвообразования обуславливают появление ряда общих свойств. Для почв Бузулукского бора, развитых на кварцевых флювиогляциальных песках второй (и первой) надпойменных террас р. Боровки, характерны: слабокислая реакция, слабая выщелоченность и ненасыщенность почвенного профиля, малая химико-минералогическая изменчивость исходной материнской породы, незначительное количество новообразованного минерального материала (большая отмытость песков), слабая иллювиальная гумусированность минеральных горизонтов подвижным органическим веществом. Перечисленные свойства являются результатом малого количества осадков при высоких летних температурах, что определило сравнительно невысокую интенсивность выноса продуктов гумификации и минерализации опада. При сохранении этих наиболее общих свойств и режимов альфегумусовых дерновых подбуров оподзоленных песчаных выделяется несколько подтипов почв, генетические различия которых зависят от положения по рельефу, перераспределяющему часть осадков, определяющему гидрологический их режим, темпы и направленность почвообразования.

Первая группа – почвы свободного внутреннего дренажа (Таргульян, 1968), занимающие высокие увалы, вершины и южные верхние позиции склонов холмов и дюн второй надпойменной террасы р. Боровки (лишайниковый бор), в которых выпадающие атмосферные осадки быстро переносятся почвенной песчаной толщей вниз по вертикали (часть стекает по склону в понижения), при этом в профиле превалирует окислительная обстановка. Эти почвы формируются на самых отсортированных, отмытых песках, имеют более грубый крупно- и среднеспесчаный гранулометрический состав при отсутствии текстурной дифференциации. В формировании профиля этих почв (особенно верхней части) значительна роль литогенных (литологическая прерывистость экзогенного, пирогенного порядка) факторов. Почвы имеют неразвитый профиль, низкое содержание и запасы гумуса. Для них характерны малая мощность гумусового горизонта и подстилки, pH находится в слабокислом интервале. Рассматриваемая группа почв согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004) отнесена к отделу альфегумусовых дерновых подбуров.

Для лишайникового бора высокого рельефа характерны резкий сброс весенних почвенных вод, приповерхностное распространение корневых систем сосны, преимущественно напочвенный тип поступления растительного опада, низкая емкость биологического круговорота, высокая минерализация отмерших растительных остатков при быстром их выщелачивании и смыве в понижения. Борьба за влагу в этих условиях имеет решающее значение, поэтому присутствие конкурентов, особенно трав, будет чрезвычайно неблагоприятным. Различия по типам фитоценозов сказываются главным образом на количественной стороне указанных явлений, не меняя их качественной однотипности.

Вторая группа – почвы нижних частей северных склонов гряд и холмов, в том числе и почвы более низких и пологих дюн и пологих плоских более обширных всхолмлений – имеют ряд существенных отличий, а именно: слабые признаки гранулометрической дифференциации, большая мощность гумусового горизонта и профиля в целом и более высокие содержание и запасы гумуса в верхнем горизонте. По морфологическому строению (наличие слабооподзоленного горизонта АУе (морфологическое оподзоливание), очень слабо выраженный иллювиальный (альфегумусовый) горизонт ВF), а также внутрипрофильному распределению гранулометрического состава они ближе стоят к указанному выше отделу альфегумусовых дерновых подбуров. Эти почвы наиболее широко распространены среди почв террас р. Боровки – дренированных поверхностей, сложенных средне-мелкопесчаными фракциями, гранулометрический состав которых утяжеляется вниз по трансекте. По классификации 2004 г. рассматриваемые почвы соответствуют диагностике серо-гумусовых дерновых подбуров оподзоленных псевдофибровых.

Третья группа объединяет почвы открытых и замкнутых довольно обширных западин и котловин, расположенных на надпойменных террасах р. Боровки. Повышение влажности почв при решающей роли кальция в составе почвенно-грунтовых вод обычно является фактором, улучшающим лесорастительный эффект. Характерные особенности этих почв – значительная мощность гумусового горизонта и профиля в целом, более высокие содержание и запасы гумуса. Профиль также имеет слабую внутрипрофильную дифференциацию, но она выражена более четко. На глубине 2–4 м находятся обычно грунтовые

гидрокарбонатно-кальциевые жесткие воды, чуть выше уровня которых отмечается горизонт вскипания от 10%-ной HCl за счет новообразований карбонатов в форме непрочных кристалликов (временный псевдомицелий), исчезающих при подъеме уровня воды.

Четвертая группа – почвы кратковременно затрудненного внутреннего дренажа. В них при кратковременном переувлажнении всей или верхней части толщи атмосферными осадками наблюдается временная восстановительная обстановка. Эти почвы формируются также на песках, но содержание фракций другое. Возникновение весеннего кратковременного застоя атмосферных осадков приводит к большей дифференциации профиля почвы при отсутствии или незначительном его оглинивании в нижней части.

Таким образом, главная генетическая особенность песчаных почв Бузулукского бора заключается в слабой внутрипрофильной дифференциации гранулометрического состава за счет некоторой слоистости, валовых оксидов железа и алюминия. Слабое проявление процессов оподзоливания обусловлено местными экологическими условиями – жестким термическим режимом, преобладанием испарения над осадками (за счет десукции), высокой карбонатностью подстилающих пород и грунтовых вод, направляющих эволюционное развитие почв в сторону карбонатности и меньшей оподзоленности. Временное поверхностное переувлажнение и развитие в верхней части профиля восстановительных процессов ранней весной и в периоды дождей касаются только почв третьей группы, расположенных в нижних позициях рельефа надпойменных террас. В период иссушения в почвах преобладает окислительная обстановка, что и приводит к слабой внутрипрофильной дифференциации. Согласно новой классификации почв (2004 г.), описываемые почвы следует диагностировать как серогумусовые дерновые подбурсы слабооподзоленные псевдофибровые.

По содержанию усвояемой растениями фосфорной кислоты почвы характеризуются низкими показателями, особенно почвы верхних гряд и холмов (5 мг на 100 г почвы против 7,5 мг в почвах западин), что обусловлено низким содержанием гумуса и легким гранулометрическим составом почв и пород. Во всех почвах распределение P_2O_5 по профилю носит одинаковый характер, а именно: минимальное количество наблюдается в верхних горизонтах, по мере углубления оно увеличивается и в горизонте BF (на глубине 80–100 см) достигает в среднем 17–25 мг. Подобная картина распределения P_2O_5 все-таки характерна для почв подзолистого типа.

В распределении K_2O (по Пейве) по профилю почвы не удалось проследить какой-либо закономерности, что связано, по-видимому, с неоднородностью минералогического состава пород и различным характером растительности почв вершин гряд, склонов и западин. Бедность почв подвижными формами фосфора и калия обусловлена низким содержанием гумуса в почвах и легкостью гранулометрического состава пород. Этим можно объяснить и низкую емкость поглощения почв и сумму поглощенных оснований. Распределение последних по профилю следующее: увеличение суммы оснований происходит сверху вниз, свидетельствуя о наличии процесса оподзоливания, хотя степень его выражена слабо, судя по слабой дифференциации профиля, слабая.

Почвам свойственна невысокая величина гидролитической кислотности – в верхних горизонтах она колеблется от 1,08 до 1,27 м-экв, уменьшаясь книзу.

Низкая обменная способность почв обусловлена главным образом бедностью их гумусом и илом, определяющей малую величину удельной поверхности и минералогический состав дисперсной фазы.

7.2. ПОЧВЫ СЛАБОВОЛНИСТОГО РЕЛЬЕФА ВТОРОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ р. БОРОВКИ

Район слабоволнистого рельефа Бузулукского бора занимает наиболее выровненную часть второй надпойменной террасы р. Боровки. Основные площади расположены в северо-западной равнинной части территории бора, а отдельные участки имеются в центральной и южной частях. По характеру рельефа и подстилающих пород данный район существенно отличается от «высокого» рельефа второй террасы. Поверхность его слабо осложнена невысокими грядками, чередующимися с неглубокими обширными понижениями. Склоны гряд довольно пологие, вследствие чего переход от их вершин к понижениям постепенный. Из-за отмеченных особенностей рельефа здесь не происходит больших перераспределений атмосферных осадков в виде поверхностного стока. Вследствие этого при равных климатических условиях создаются более благоприятные условия увлажнения, обуславливающие развитие растительности иного характера. Флювиогляциальные пески, на которых получили развитие дерновые подбуры слабо-среднеоподзоленные, содержат значительное количество физической глины, а на глубине 2–2,5 м пески нередко подстилаются суглинками¹².

Как и в районе резко волнистого «высокого» рельефа, господствующей породой леса здесь является сосна, но тип сосняка имеет более сложное строение: к сосне, составляющей первый ярус, примешиваются лиственные породы – береза, осина, липа, дуб и др. Травяной покров представлен большим числом видов. Таким образом, почвы этой территории развиваются под пологом леса, дающего больше растительных остатков, чем лишайниковые и мшистые боры, поэтому процесс гумусонакопления здесь более развит. Несколько яснее выражены и другие внешние признаки.

В общих чертах морфологическое строение рассматриваемых почв можно охарактеризовать следующим образом. Верхний слой представлен лесной подстилкой (О) мощностью 3–4 см. Под ней находится перегнойно-аккумулятивный горизонт (АУ), характеризующийся темновато-серой серо-гумусовой окраской, мощность которого варьирует в зависимости от положения по рельефу от 12 до 20 см. Ниже расположен горизонт оподзоливания (АУе), представленный светло-серыми или светлыми пятнами обесцвеченных кристаллов кварца. Он окрашен в серый со светло-серым оттенком цвет. Его мощность находится в пределах 6–14 см. Затем идет альфегумусовый горизонт В1F мощностью 25–30 см, а под ним находятся подгоризонты В2F и В3F.

Горизонт ВF окрашен в темно-бурый цвет, в его нижней части иногда встречаются псевдофибры – тонкие извилистые прожилки красно-бурого цвета. Го-

¹²Подстиление суглинков не повсеместное. В полосе, граничащей с резко волнистым рельефом, последние отмечались в редких случаях.

ризонит В1F имеет более плотное сложение, его мощность не превышает 25–30 см. Окраска горизонтов В2F и В3F несколько бледнее. Подгоризонт В3F более плотный, в нем всегда присутствуют псевдофибры, причем они толще псевдофибр, встречающихся в горизонте В1F. Ниже идет материнская порода, которая представлена либо желто-бурым песком, либо суглинком.

Выраженность морфологических признаков почв находится в тесной зависимости от характера рельефа. На плоских вершинах гряд и их склонах окраска, а также мощность горизонтов выражены слабее, чем в западинах. Поэтому мы выделяем два вида почвы: слабо пологих всхолмлений и обширных понижений или неглубоких западин.

Разрез № 1404, кв. 75. Расположен на плоской довольно обширной, почти ровной вершине невысокой дюны с пологими склонами. Сложный бор, сосна возрастом 90–130 лет и высотой 25–30 м, полнота 0,7–0,8. Подрост сосны здоровый, возраст 20–30 лет. Редкие кусты ракитника русского. Напочвенный покров: кислица, хвощ полевой, ландыш, борщевик, редкие подушки мхов.

О 0–2 см	– подстилка из опавшей хвои, веток, коры и шишек, корни.
О1 2–4 см	– подстилка полуразложившаяся, корни.
АУ 4–14 см	– темновато-светло-серый, свежий, песчаный, бесструктурный, рыхлый, корни. Переход слабо заметен.
АУс 14–25 см	– светло-серый, белесый (наличие отмытых зерен кварца), песчаный, увлажненный, бесструктурный, редкие мелкие кусочки угля, корни. Переход постепенный.
В1F 25–60 см	– буровато-желтый со светло-серым оттенком в верхней части горизонта, песчаный, слабо увлажненный, бесструктурный, несколько уплотнен, пронизан корнями древесной растительности.
В2F 60–145 см	– буро-желтый, влажный, песчаный, бесструктурный, очень слабо уплотненный.
С 145–210 см	– буроватый, влажный, песчаный, несколько уплотненный в местах расположения псевдофибр (глубина 168–178 см). Вскипания от соляной кислоты не обнаружено. Почва: дерновые подбуры слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднелетние песчаные.

Как видно из приведенного описания разреза, для этих почв характерна более мощная лесная подстилка, ясно выраженный и более мощный гумусовый горизонт АУ, более светлая окраска пятен оподзоливания в горизонте АУс и более мощный гумусовый профиль.

Почвенный покров ровных площадей, плоских низких обширных всхолмлений и невысоких дюн имеет довольно значительное распространение и сформирован в условиях более пониженного рельефа с травяно-мшистыми сосняками. Последние характеризуются тем, что к древостою из сосны примешиваются отдельные экземпляры березы во II ярусе и всегда выражен травяной покров, за счет чего увеличивается количество опада и создаются более благоприятные условия гумусонакопления.

Разрез № 220, кв. 46. Ровная вершина невысокой гряды. Сосна в возрасте 100–160 лет; во втором подъярусе осина, береза, редко липа. Травяной покров средней густоты. Наиболее распространены следующие виды: *Rubus saxatilis* (костяника), *Convallaria majalis* (ландыш майский), *Calamagrostis epigeios* (вейник наземный), *Agropyron* (пырей).

О 0–3 см	– лесная подстилка, состоящая из двух слоев: первый – из опавших листьев и хвои, мощность 1 см, второй – из тех же компонентов, но в полуразложившемся состоянии.
----------	---

AY 3–20 см	– темновато-серый, окрашен слабо, рыхлый, песчаный. Переход заметен.
AYe 20–30 см	– серый с ясным светло-серым оттенком, редкие белесые пятна отмытых зерен кварца, песчаный. Переход заметен.
B1F 30–69 см	– буро-серый с неясным светло-серым оттенком в верхней части горизонта, плотнее вышележащего горизонта, песчаный. Переход постепенный.
B2F 69–120 см	– буро-серый с желтоватым оттенком, на глубине 118 см извилистая полоска, псевдофибры толщиной 5 мм.
B3F 120–170 см	– буровато-желтый, влажный, песчаный, с двумя тонкими псевдофибрами на глубине 128 и 142 см.
C 170–200 см	– буровато-желтый, влажный песок. Почва: дерновые подбуры оподзоленные псевдофибровые гумусированные среднелеткие песчаные.

Описание наиболее типичного разреза в достаточной степени характеризуют морфологическое строение профиля дерновых подбуров слабооподзоленных псевдофибровых малогумусированных песчаных и супесчаных, на которых сформирован сложный бор. В отличие от почв вершин и склонов «высокого» резко волнистого рельефа второй террасы р. Боровки почвы слаболопых всхолмлений имеют более мощный и более интенсивно прокрашенный гумусовый горизонт, яснее выражен не только горизонт оподзоливания, но и в целом генетические горизонты.

В плоских понижениях и межгрядных западинах, где увлажнение более интенсивное, сформированы дерновые подбуры оподзоленные псевдофибровые малогумусированные маломощные супесчаные, имеющие повышенную мощность гумусового горизонта и более интенсивно протекающий процесс оподзоливания.

Приводим описание наиболее характерного разреза № 9607 (кв. 60), заложенного в неглубоком, но довольно значительном по площади понижении. Сосна 150 лет (резерват). Во втором подъярусе – береза, липа, осина, редко дуб, вяз. Кустарники – черемуха. Травяной покров средней густоты: хвощ лесной, земляника лесная, орляк обыкновенный, мятлик узколистный, осока. Напочвенный покров – единичные экземпляры мхов.

O 0–8 см	– лесная подстилка из хвои, шишек, листьев, веток, нижняя половина полуразложившаяся.
AY 8–15 см	– темно-серый, рыхлый, увлажненный, супесчаный, весь пронизан корневой системой. Переход заметный.
AYe 15–25 см	– светлее предыдущего, белесые пятна отмытого кварца, корни, рыхлый, увлажненный. Переход заметный.
B1F 27–48 см	– желтовато-серый, равномерно окрашенный, супесчаный. Переход заметный.
B2F 48–70 см	– буроватый с темно-серым оттенком, гумусово-железистая плазма по граням кварца, в нижней части уплотненный, песчаный. Переход заметный по окраске.
B3F 70–90 см	– желтоватый с буроватым оттенком, влажный, песчаный, с 80 см псевдофибры.
C 99–125 см	– желтый с буроватым оттенком, пятна светлые, слоистый – прослойки суглинка, плотного сложения. Переход резкий.
C 190–200 см	– серый, влажный, песчаный, уплотненный. Почва: дерновые подбуры оподзоленные псевдофибровые малогумусированные среднелеткие супесчаные на флювиогляциальных песках с прослойками суглинка.

Наиболее ясное представление о морфологических параметрах двух наиболее распространенных почв слабоволнистого рельефа второй надпойменной террасы р. Боровки дает статистическая обработка материалов 22 почвенных разрезов (табл. 33, 34). Наблюдается существенная разница в мощности гори-

Таблица 33

Расчет наименьшей существенной разности (НСР) для горизонтов почв равных местоположений и пологих всхолмлений второй террасы р. Боровки

Параметр	Горизонт почвы					
	О	AY	AYe	BIF	AY + AYe + BIF	Псевдо-фибры
<i>Почва 1 – дерновые подбуры слабоподзоленные псевдофибровые среднелеткие супесчаные</i>						
Размер выборки	22	22	22	22	22	20
Среднее	2,795	11,954	6,363	26,545	47,872	169,85
Дисперсия	0,325	4,331	1,94	6,450	17,523	498,97
Стандартное отклонение	0,570	2,081	1,093	2,539	4,186	22,337
Стандартная ошибка	0,121	0,443	0,223	0,541	0,892	4,994
<i>Почва 2 – дерновые подбуры оподзоленные псевдофибровые слабогумусные маломощные супесчаные</i>						
Размер выборки	22	22	22	22	22	15
Среднее	4,409	18,818	14,00	30,181	67,272	157,66
Дисперсия	0,348	12,822	6,952	23,393	48,660	149,52
Стандартное отклонение	0,590	3,580	2,636	4,836	6,975	12,228
Стандартная ошибка	0,125	0,763	0,562	1,031	1,487	3,157

Таблица 34

Сводная таблица оценки различий морфологических свойств почв
(в числителе – почва 1, в знаменателе – почва 2)

Параметр	Горизонт					
	О	AY	AYe	BIF	AY+AYe+BIF	Псевдофибры
Среднее	2,79/4,41	11,9/18,8	6,36/14,0	26,5/30,1	47,8/67,2	169,8/157,6
Разность	+1,6	+6,8	+7,6	+3,63	+19,4	-12,2
НСР ₀₅	0,35	1,78	1,22	2,35	3,50	12,0
НСР ₀₁	0,47	2,38	1,64	3,14	4,68	16,2

зонтов двух почв, однако глубина расположения псевдофибр в их профиле практически одинакова – 157,6–169,8 см. Кроме указанных в таблицах отличий, для большинства почв западин характерно наличие вскипания с глубины 185–220 см (глубина расположения грунтовых вод), которое проявляется в некоторых почвенных разрезах.

Качественные различия в рассматриваемых нами почвах следующие. Выделяются почвы верхних гряд, дюн и холмов «высокого» рельефа (лишайниковый бор), в которых непосредственно под слабой подстилкой мощностью 1,5–2,0 см залегает слабоподзоленный горизонт, переходящий постепенно в иллювиальный горизонт BIF. Основной фон территории создают почвы с относительно развитым аккумулятивным гумусовым горизонтом, светло-серо-желтым слабогумусированным оподзоленным и неярко окрашенным, иногда расплывчатым, более уплотненным альфегумусовым горизонтом.

Гранулометрический состав почв слабоволнистого рельефа второй террасы р. Боровки преимущественно песчаный и супесчаный (табл. 35). Распределение фракций песка (частицы размером 0,25–0,05 мм) по профилю подчиняется положению разреза по рельефу. Обычно верхние, а иногда срединные горизонты содержат несколько повышенное количество песчаных фракций. К прослойкам скопления псевдофибр увеличивается содержание фракций физической глины (частицы < 0,01 мм) и ила (< 0,001 мм). В целом гранулометрический состав несколько утяжеляется в почвах разрезов западин, где сумма фракций < 0,01 мм несколько увеличивается в верхних горизонтах за счет органических веществ подстилки, затем в горизонтах BF и прослойках псевдофибр. В горизонте С содержание песка становится то несколько больше, то меньше в сравнении с верхним гумусовым горизонтом. Количество гигроскопической влаги слабо варьирует по профилю, свидетельствуя об однообразии гранулометрического состава.

По содержанию гумуса почвы слабоволнистого рельефа второй террасы р. Боровки относятся к слабо- и малогумусированным (табл. 36). Только в верхнем горизонте АУ гумуса содержится 1,07–3,267%, а вниз по профилю его содержание довольно быстро падает до десятых и сотых долей процента. Соотношение С : N довольно высокое, но более узкое, чем в почвах «высокого» рельефа, что свидетельствует о большей доступности азота растениям. Почвам свойственна невысокая емкость поглощения, но высокая степень насыщенности основаниями, величина гидролитической кислотности невелика, рН водной суспензии в верхних горизонтах колеблется в слабокислом интервале. Верхним, наиболее кислым горизонтам присущи и максимальные значения обменной кислотности. В разрезах западин почвы вниз по профилю не становятся кислее за счет жесткости вод. Повышенное количество подвижного фосфора и обменного калия обусловлено более мощной подстилкой, при разложении которой больше высвобождается элементов питания.

Главными диагностическими признаками дерновых подбуров слабоподзоленных слабоволнистого рельефа второй террасы р. Боровки являются отсутствие в профиле аккумулятивного гумусового горизонта (исключая подстилку), повышенное по сравнению с почвами «высокого» рельефа содержание гумуса ввиду более мощной подстилки, слабая дифференциация профиля по полуторным окислам и илу, реакция почв варьирует от кислой до близкой к нейтральной (рН водной суспензии 5,5–6,4).

Валовое содержание органического углерода в подстилке равно 30–40%, а в минеральных горизонтах почвы – более 1%. Абсолютные запасы гумуса в сложном бору увеличиваются. Количество органического углерода в иллювиальном горизонте В1F не изменяется, что коррелирует с содержанием полуторных оксидов и подвижного железа в данном горизонте. Повышение содержания углерода и R_2O_3 связано с улучшением условий разложения и гумификации подстилки, повышением влажности в сложном бору, способствующей передвижению гумусовых веществ вниз по профилю в комплексе с полуторными окислами. Величина отношения валового содержания углерода к азоту позволяет судить о степени гумифицированности органического вещества. В лишайниковом бору отношение С : N оказалось несколько уже, чем в сложном бору, что свидетельствует об относительно большей гумифицированности подстилки в первом.

Таблица 35

Гранулометрический состав почв ровных местоположений и пологих всхолмлений второй надпойменной террасы р. Боровки

Местонахождение	№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, в зависимости от их размера, мм					Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро-влаж., %	
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001			< 0,001
<i>Черновые подбурья оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные супесчаные</i>										
Пониженная равнина, травяно-мшистый бор, кв. 101	1304-1	O 0-5	10,4	80,7	4,0	1,3	1,3	2,3	4,9	0,88
		AY 5-16	10,3	80,1	4,8	1,5	1,2	2,1	4,8	0,86
		AYe 17-31	10,6	79,4	4,8	1,6	1,2	2,4	5,2	1,00
		B1F 45-55	10,7	79,6	4,6	1,6	1,2	2,3	5,1	1,00
		B2F 75-85	11,2	79,4	4,6	1,4	1,2	2,2	4,8	0,89
		BC 115-125	8,5	72,4	6,1	2,4	3,3	4,6	10,3	1,30
		Псевдофибры	10,3	76,8	5,1	2,0	1,2	3,6	7,8	1,01
		170-180	11,9	78,6	4,8	1,2	1,4	2,1	4,7	0,79
		C 250-260	12,8	77,5	4,9	1,3	1,2	2,3	4,8	0,79
		<i>Черновые подбурья оподзоленные малогумусированные слабокарбонатные супесчаные</i>								
Плоская обширная западина, травяно-мшистый бор, кв. 52	1504	AY 5-16	8,60	81,86	1,45	0,87	0,55	6,47	7,89	1,94
		AYe 16-27	7,01	82,09	1,83	0,54	0,60	7,93	9,07	0,90
		B1F 27-39	6,80	80,03	1,58	1,09	1,59	8,64	11,32	0,96
		B2F 60-70	9,00	78,84	1,87	0,10	1,36	8,83	10,29	0,83
		B3F 129-139	9,00	79,97	1,73	0,20	1,00	8,10	9,30	0,86
		C2 171-181	9,00	80,04	1,69	0,74	0,44	8,09	9,27	0,88
		<i>Черновые подбурья оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные песчаные (сложный бор)</i>								
Вершина невысокой дюны, сложный бор, кв. 46	1404	AY 3-20	14,80	77,80	1,33	1,06	0,80	4,21	6,07	1,20
		AYe 15-25	14,44	78,04	0,90	0,90	0,87	4,85	6,62	0,82
		B1F 40-50	14,80	78,79	0,44	0,59	0,60	4,78	5,97	0,74
		B2F 80-90	17,60	75,22	0,38	0,28	0,12	4,61	6,74	0,74
		Псевдофибры (142-143)	16,59	74,89	1,38	3,67	0,50	6,32	10,49	0,98
		B2F 168-173	18,01	71,33	0,44	2,21	0,45	5,42	8,08	0,84
		C 190-200	21,06	73,01	1,46	4,23	0,39	5,30	9,92	0,82

Полотное входление, мшистый бор, кв. 134	75	Дерновые подбурь слабоподзоленные слабогумусированные песчаные									
		AY 4-10	8,24	86,60	2,58					4,58	1,04
		AYe 15-25	9,90	83,75	1,33					5,02	0,90
		B1F 40-50	9,35	86,36	1,03					3,26	0,72
		B2F 80-90	8,70	89,30	0,83					1,17	—
Дерновые подбурь оподзоленные псевдофибровые малогумусированные слабокарбонатные супесчаные на песках с прослойками суглинков											
Пониженная равнина, сложный бор (резерват), кв. 60	9607	C 190-200	12,06	87,18	0,71					0,05	0,66
		O 0-8	26,5	44,6	10,0						
		AY 8-15	28,7	40,3	11,3		3,7	5,3	9,9	18,9	2,0
		AYe 15-25	30,9	38,4	10,1		4,2	5,1	10,4	19,7	1,9
		B1F 27-48	33,8	33,6	8,0		4,7	3,4	12,5	20,6	1,7
		B2F 55-65	49,4	32,4	5,6		4,8	6,2	13,6	24,6	1,1
		B3F 80-90	77,2	13,3	2,2		1,1	1,7	9,8	12,6	0,4
		C 115-125	77,0	12,4	1,9		0,7	0,6	6,0	7,3	0,25
		C 190-200	78,2	10,6	1,4		1,2	3,3	4,5	9,0	0,4
		C 200-210	78,2	10,6	1,4		2,0	3,9	3,9	9,8	0,4
Дерновые подбурь оподзоленные слабо-среднегумусированные песчаные											
Западина, травяно- мшистый сосняк, кв. 101	113	AY 5-13	8,23	83,32	1,86					6,59	1,03
		AYe 15-25	8,60	85,90	1,45					4,05	0,89
		B1F 38-48	7,60	83,13	1,65					5,62	6,80
		B2F 70-80	6,71	88,94	0,51					3,84	0,80
		C1 150-160	9,88	88,75	0,18					1,19	0,71
Дерновые подбурь оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные песчаные											
Нижняя треть северного склона, мшистый бор, кв. 250	1204	C2 200-210	9,59	89,13	0,23					1,05	0,70
		AY 3-13	13,7	81,8	1,0			1,1	2,5	3,5	1,0
		AYe 13-21	14,3	81,1	1,2			1,1	2,3	3,4	0,83
		B1F 24-34	13,2	82,0	1,2		0,2	0,8	2,6	3,6	0,79
		B1F 46-56	12,8	82,0	1,4		0,4	0,7	2,7	3,8	0,84
		B2F 100-110	12,8	82,4	1,3		0,4	0,7	2,4	3,5	0,88
		B3F 130-140	12,3	82,6	1,5		0,3	1,0	2,3	3,6	0,88
		Псевдофибры (158-164)	10,6	80,1	2,0		1,2	3,5	2,6	7,3	0,90
		C1 165-175	12,9	82,8	1,1			0,9	2,3	3,2	0,86
		C2 230-240	13,8	81,6	1,2		0,3	1,0	2,1	3,4	0,79

Окончание табл. 35

Местонахождение	№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, в зависимости от их размера, мм					Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро- влага, %	
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001			< 0,001
<i>Дерновые подбурья слабооподзоленные слабогумусированные песчаные</i>										
Западный склон, мшистый бор, кв. 43	159	AV 3-8	3,68	91,88	1,02			3,42	0,96	
		E 12-20	4,29	91,85	0,55			3,31	0,80	
		B1F 30-40	3,93	93,13	0,41			2,53	0,74	
		B3F 100-110	9,83	88,19	0,20			1,78	0,76	
		C1 160-170	17,90	79,78	0,11			2,21	0,81	
		C2 220-230	26,84	70,61	0,21			2,34	0,70	
		C3 270-280	14,79	83,91	0,14			1,16	0,65	
<i>Дерновые подбурья слабооподзоленные слабогумусированные песчаные</i>										
Мшистый бор, кв. 52	125	AY 2-12	3,57	91,62	1,04			3,77	0,83	
		AYe 14-24	4,32	92,08	0,72			2,88	0,83	
		B1F 44-54	3,58	92,82	0,74			2,86	0,97	
		B2F 74-84	2,66	95,19	0,28			1,87	0,95	
		B3F 110-120	2,19	96,36	0,18			1,27	0,76	
		C2 190-200	1,85	96,81	0,19			1,15	0,66	

Поскольку для гидрологического режима почв Бузулукского бора, особенно понижений, характерно наличие кратковременного избыточного увлажнения в весенний и осенний периоды, то, по-видимому, разложение растительного материала в условиях избытка увлажнения и обуславливает максимальное содержание воднорастворимого органического вещества именно в эти сроки.

Выводы

1. Почвы, сформированные на хорошо отсортированных рыхлопесчаных отложениях второй высокой древнеаллювиальной террасы р. Боровки, характеризуются хорошей дренированностью профиля, слабо фиксируемой дифференциацией на генетические горизонты, отсутствием морфологических признаков оглеения и карбонатности. Переходы одного горизонта в другой постепенны. В этих почвах, как правило, выделяются подстилка различной мощности, собственно гумусовый горизонт АУ небольшой мощности (11,9–18,8 см), сильно обогащенный древесными углями. В слабооподзоленных почвах вершин холмов он минимален по мощности (11,9 см), а сразу под ним идет слабооподзоленный горизонт АУе, имеющий осветленную окраску. Иллювиальные горизонты выделяются буро-желтой окраской, бесструктурны, иногда с наличием псевдофибр на глубине 150–160 см. Переход в материнскую породу постепенный, подстилающие породы находятся на значительной глубине. По строению профиля подобные почвы отнесены нами к серо-гумусовым дерновым оподзоленным.

2. Морфологические, химические, физико-химические и биологические свойства описываемых почв обусловлены положением по рельефу. В гранулометрическом составе исследованных почв доминирует фракция мелкого песка. Расчеты запасов механических фракций в слое мощностью 1 см показали, что осветленная часть профиля (горизонт АУе) очень слабо дифференцирована по гранулометрическому составу на механические элементы. Здесь по сравнению с материнской породой запасы ила, мелкой и крупной пыли немного выше, что свидетельствует о постепенной механической передвигке по профилю тонких фракций.

3. Валовой анализ выявил слабую дифференциацию окислов в профиле почвы. Вместе с тем в почвах западин процесс оподзоливания выражен сильнее, чем в почвах вершин и склонов. По профильному распределению отдельных компонентов группы R_2O_3 установить какую-либо закономерность не представляется возможным. Более подвижен Al_2O_3 , вследствие чего он выносится в большем количестве, чем Fe_2O_3 .

4. В почвах ровных положений и западин вынос полутонких окислов выражен несколько заметнее и охватывает значительно большую толщу, что свидетельствует о большей глубине и интенсивности процесса оподзоливания в этих почвах.

5. Накопление подвижных и окристаллизованных форм железа не носит выраженного аккумулятивного характера, что соответствует реакции почвенного раствора, близкой к нейтральной. Отмечено слабое накопление форм подвижного железа в виде пленок на кварцевых кристаллах и слабая миграционная способность этих соединений.

6. Как в сложных, так и в лишайниковых борах наблюдается большая степень разложенности подстилки, в ней увеличивается относительное содержание азота, а отношение $C : N$ становится более узким.

7. Гуминовые кислоты в составе гумуса данных почв представлены преимущественно наиболее подвижными формами. В почвах сложных боров несколько больше содержание фульвокислот, особенно в нижних горизонтах, что мы считаем признаком активизации процесса оподзоливания в этих почвах.

8. В целом наименьшая текстурная дифференциация профиля и наиболее плавные постепенные переходы от элювиальной к иллювиальной части почвенной толщи обнаружена в почвах повышенных элементов рельефа; более заметна она в почвах выровненных поверхностей и пологих склонов.

9. Оподзоливание в понижениях с близким залеганием коренных пород – относительных водоупоров – постоянно корректируется влиянием жестких гидрокарбонатно-кальциевых вод, карбонатными подстилающими породами и сухими циклами климата, которые существенно изменяют режимы почвообразования. Поверхностные гумусовые горизонты наиболее чувствительны как к «внешним» факторам почвообразования – рельефу и климату, так и, особенно, к минерало-гранулометрическому составу почвообразующих пород – полиминеральным пескам.

7.3. ПОЧВЫ ПЕРВОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ р. БОРОВКИ

Первая надпойменная терраса образована позднее второй по мере снижения уровня вод мирового океана – это рисковое время, соответствующее среднему (Днепровскому) оледенению Русской равнины. Генетические модели почвообразования в ее пределах можно объяснить фактами формирования их в коротких, но разных по климату межледниково-ледниковых макроциклах развития. В результате резкой смены и дифференциации экзогенных процессов при активной деятельности многочисленных водно-ледниковых потоков и подпруженных озер здесь были сформированы более молодые аллювиальные песчаные отложения, расположенные в отрицательных формах рельефа Общего Сырта.

Различная мощность профилей песчаных почв, слабая их дифференциация и выраженность оподзоливания, а также их большая по сравнению с почвами второй террасы оглиненность и карбонатность предполагают прохождение почвообразования в несколько этапов, включая суббореальный аридно-ксероморфный, а также субатлантический мезоморфный, что определило облик почв.

Относительно непродолжительные и неблагоприятные для активного почвообразования эпохи, соответствующие трансгрессии Каспия, нашли отражение в габитусе песчаных почв первой надпойменной террасы р. Боровки – им свойственны слоистость, карбонатность, меньшая оподзоленность и дифференциация профиля. Происходило частичное переотложение песчаного материала (моделировка) песчаных ландшафтов первой террасы в результате эоловых процессов в ксеротермические периоды днепровского межледниковья в условиях перигляциальной холодной тундро-степи. Дефляция, погребение почв и забо-лоченных участков эоловыми наносами, деградация происходили синхронно

регрессивным фазам Каспийского бассейна. Чередованием фаз регрессии и трансгрессии Каспия были обусловлены основные черты контрастности ландшафтной и почвенной структур первой террасы.

Первая надпойменная терраса р. Боровки отделяется от ее поймы ясно выраженным уступом высотой 6–7 м, который не везде выражен отчетливо: в южной части бора, например, он едва заметен. Подобно пойме, ширина первой террасы различная – от 1 до 2 км.

По характеру рельефа первая терраса несколько отличается от второй, имея более выровненную поверхность, вместе с тем ее рельеф обладает некоторым волнистым характером, обусловленным наличием невысоких гряд и холмов, чередующихся с межгрядными понижениями, среди которых встречаются и более глубокие западины в виде полувысохших болот. Эта терраса сложена менее перемерзшими, хотя и хорошо отсортированными песками, в толще которых иногда встречаются прослои супесей и суглинков. Господствующий тип леса – *R. vallis pleurozium* (припойменный сосняк), являющийся, по М.В. Маркову, промежуточным звеном между мшистым и сложным борами. По понижениям встречаются листовые породы: береза, осина, липа и др. Древесная растительность на песчаных отложениях первой террасы преобладает как в количественном, так и в качественном выражении.

Различия в строении рельефа и растительности отразились на характере почвенного покрова. Для почв первой надпойменной террасы в отличие от почв второй характерны более темная окраска, большая мощность гумусового горизонта и почвенного профиля в целом, большая гумусированность и меньшая оподзоленность. При этом выраженность морфологических признаков в этих почвах, как и на второй террасе, зависит от характера рельефа. В почвах, приуроченных к грядкам и микровозвышениям, мощность гумусового горизонта и морфологическая оподзоленность, отраженная в разнице окраски элювиального и иллювиального горизонтов, несколько меньше, чем в почвах межгрядных понижений и ровных площадок. Глееватость почв отмечается лишь в отдельных микропонижениях, где даже в летнее время (июль) в отдельных случаях сохраняется горизонт верховодки.

Мощность песчаных отложений первой надпойменной террасы р. Боровки несколько меньше по сравнению со второй террасой (особенно если сравнивать с участками «высокого» рельефа). По площади первой террасы эти отложения распределены более равномерно в соответствии с меньшей контрастностью ее «внутреннего» рельефа. К этому следует добавить и большую их оглиненность по сравнению с отложениями второй террасы и меньшую – по сравнению с пойменными аллювиальными отложениями. На первой террасе влияние грунтовых вод и подстилающих пород на почвообразовательные процессы и фитоценозы проявляется более четко вследствие их более близкого нахождения от поверхности.

Расположенные ближе к поверхности грунтовые воды и подстилающие породы с высоким содержанием карбонатов способствуют формированию более богатых по гумусу и элементам питания почв, на которых получили развитие сложные по составу боры (припойменные сосняки) с участием березы, осины, липы, дуба, богатыми подлеском и травянистой растительностью. Питательный режим фитоценозов здесь пополняется за счет прихода элементов-органов-

генов вследствие отмирания растений и разложения более богатой подстилки, а также за счет наличия элементов питания в карбонатных подстилающих породах и грунтовых водах, осуществляющих латеральный транспорт элементов.

Морфологическое строение почв первой террасы можно представить из описаний следующих разрезов.

Разрез № 1-2006 заложен на первой надпойменной террасе р. Боровки в 500 м севернее с. Опытное, кв. № 65, ЮЗ угол, 100 м от угла на СВ. Обширное ровное понижение между дюнами, расположенными с ЮЗ на СВ. Мшистый сосняк. Редкие кусты ракитника. Напочвенный покров: хвощ, ландыш, борщевик, редкие подушки мхов.

- О 0–4 см – лесная подстилка из опавшей хвои, коры и веток, ее нижняя половина – из полуразложившейся хвои, веток и коры.
 - АУ 4–16 см – темновато-светло-серый, рыхлый, бесструктурный, песчаный. Переход заметный.
 - АУс 16–34 см – светло-серый с белесоватым оттенком за счет скопления отмытых зерен кварца, песчаный, неплотный, бесструктурный, редкие мелкие кусочки угля. Переход постепенный.
 - В1F 34–60 см – буровато-желтый со светло-серым оттенком в верхней части горизонта, гумусово-железистая плазма по граням кварца, песчаный, слабо увлажнен, бесструктурный, более уплотненный, пронизан корнями древесной растительности.
 - В2F 60–82 см – буровато-желтый, слабо увлажненный, песчаный, бесструктурный, пронизан корнями древесной растительности.
 - В3F 82–139 см – буро-желтый, песчаный, влажный, бесструктурный.
 - С 99–200 см – однородный, несколько уплотненный, песчаный, влажный, псевдофибры с 200 см. Вскипания от соляной кислоты не обнаружено.
- Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные песчаные.

Разрез № 1-2000 заложен 22 июня 2000 г., ЮЗ угол, кв. 61, в 3,5 км западнее пос. Опытный. Средняя часть правобережной первой надпойменной террасы р. Боровки. Боровое опытное лесничество. Микрорельеф в форме всхолмлений и западинок. Лес – естественный резерват сосны I бонитета, состояние хорошее. Глубина грунтовых вод 3–4–5 м. Поверхность почвы слегка бугристая, много опада, шишек. Проективное покрытие растительности – 40%, средняя высота 30–35 см: мятлик луговой, пырей ползучий, вороний глаз, шиповник, чистотел, заячья капуста, спаржа лекарственная, клубника, земляника лесная, звездчатка, зопник клубненосный, спирея.

- О 0–6 см – темно-серый, супесчаный, влажный, шишки, опад, пронизан корнями, подстилка (мортмасса). Переход ясный.
 - АУ 6–17 см – супесчаный, темнее предыдущего (серо-гумусовый), влажный, пороховато-непрочнокомковатый, прогумусированный, много крупных и мелких корней, слабоуплотненный. Переход постепенный.
 - АУс 17–25 см – светлее предыдущего (белесоватый), супесчаный, неплотный, непрочной структуры, корней меньше, влажный. Переход постепенный.
 - В1F 25–55 см – буровато-серый, влажный, неплотный, корни вертикальные, однородный, супесчаный. Переход постепенный.
 - В2F 55–120 см – буроватый, влажный, отдельные корни, непрочной структуры. Переход ясный по окраске и вскипанию.
 - С 120–170 см – карбонатная супесь, более плотная, вторичные карбонаты в форме плохо оформленных непрочных мучнистых ядрышек (0,3 см). Вскипание с 120 см, бурное – с 168 см.
- Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные сильногумусированные среднелегкие легкосуглинистые на древнеаллювиальных карбонатных супесях.

Разрез № 9604 заложен 20 июля 1996 г. на влажном пологом дюнном склоне к р. Боровке. Боровое опытное лесничество, кв. 60, выдел 7, площадь 2,5 га. Высота яруса 34 м, элемент леса – сосна обыкновенная, возраст 150 лет, диаметр 44 см, класс возраста 8-й, группа возраста 4-я, бонитет I. Тип леса В_{2,3} – мшистый сосняк склонов дюн и понижений. Полнота 0,7, запасы древесины – 550 м³/га (на выделе 1380 м³/га). Участок леса является генетическим резерватом – мшистый сосняк неглубоких котловин. Второй ярус: сосна, береза, липа. Подлесок: черемуха, вишня, бузина, спирея, вяз. Травянистая растительность: костяника, папоротник, земляника, ландыш, хвощ, костер, чистотел, кровохлебка. Уровень грунтовых вод – 2,06 м. Вскипание: бурное – с 27 до 46 см.

О 0–8 см	– серый легкий суглинок, порошистый, рыхлый, много корней, листьев и веток. Переход заметный.
АУ 8–15 см	– черный с сероватым оттенком легкий суглинок, непрочной комковато-пороховатой структуры, рыхлый, корней много. Переход заметный по плотности.
АУс 15–23 см	– темно-серый свежий легкий суглинок, уплотненный, корни, мелкокомковато-порошистый, не вскипает.
В1F 23–48 см	– серый с белесоватым оттенком, сильно вскипает за счет слоя аморфных мучнистых карбонатов без видимых новообразований, которые распределены по горизонту равномерно, непрочной структуры, мелкокомковато-пылеватый, корни. Переход заметный по окраске.
В2F 48–74 см	– супесь серая, слегка ржавая за счет окисных форм Fe ₂ O ₃ , структура непрочная, уплотнен, упакован, комковатый, карбонаты только по ходу корней, между корнями супесь не вскипает. Переход заметный по плотности.
В3F 74–113 см	– песок серый, слегка ржавый, карбонаты по корням (слабое вскипание по ходу корней), более рыхлый, отдельные мелкие корни, бесструктурный, влажный. Переход заметен по увлажнению.
С 113–200 см	– мокрый серый песок, бесструктурный, рыхлый, единичные корни, по ходу которых очень слабое вскипание, в других местах не вскипает. С 206 см грунтовая вода. Почва: подбурь дерновые слабооподзоленные сильногумусированные карбонатные среднелегкие легкосуглинистые на древнеаллювиальных карбонатных супесях.

Разрез № 7-2001 заложен 29 июня 2001 г. на правобережном склоне к р. Боровке, первая надпойменная терраса, лес сосновый, генетический резерват. Сосна в хорошем состоянии. Почва хорошо увлажняется благодаря близости грунтовых вод. Даже в условиях сильной расчлененности повышенные элементы рельефа имеют хорошее увлажнение.

О 0–4 см	– песчаный, серый, бесструктурный, рыхлый, много корней. Переход постепенный.
АУ 4–15 см	– влажный, серый, пороховатый, непрочной структуры, рыхлый, корней много. Переход постепенный.
АУс 15–25 см	– песчаный, влажный, светлее предыдущего (белесый), равномерной окраски, рыхлый, корней меньше. Переход постепенный.
В1F 25–50 см	– серо-коричневый, влажный, бесструктурный, рыхлый, корни. Переход постепенный.
В2F 50–100 см	– песчаный, однородной окраски, влажный, равномерный, рыхлый. Переход постепенный.
С 100–200 см	– песчаный, рыхлый, на глубине 170 см псевдофибры, не вскипает. Почва: подбурь дерновые оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднелегкие легкосуглинистые.

Разрез № 251, кв. 118. Плоская довольно обширная по площади вершина невысокой песчаной грядки. Сосна различного возраста – от 50 до

200 лет, полнота 0,4–0,5. Во II подъярусе береза, редко – липа. В подлеске дрок, ракитник. Травяной покров средней густоты: ландыш, осока русская, земляника, фиалка, костяника.

O 0–4 см	– слабомодерный, темно-серый, переплетен корнями травянистой растительности, песчаный.
AУ 4–23 см	– серый, слабо окрашен, рассыпчатый, мелкие комочки углей, в нижней части горизонта отдельные светлые пятна, песчаный. Переход заметен.
AУе 23–38	– светло-серый (белесоватый), редкие, слабо заметные белесые пятна, сухой, несколько плотнее вышележащего, песчаный. Переход заметен по окраске.
B1F 38–58 см	– желто-бурый со светло-серым оттенком, плотный, сухой, песчаный. Переход слабо заметен по уплотнению.
B2F 68–115 см	– желто-бурый, плотнее B1, влажный, слабые пятна светло-серого оттенка, песчаный. Переход постепенный.
C1 115–155 см	– желто-бурый песок, на глубине 120 и 141 см извилистые полосы псевдофибр толщиной 0,5–0,7 см.
C2 155–210 см	– буро-желтый, плотный, влажный песок. Почва: подбуры дерновые слабоподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные песчаные на древнеаллювиальном песке.

Разрез 345, кв. 69. Ровная горизонтальная площадка. Сосна составляет первый ярус, полнота 0,4–0,5. Во II подъярусе береза, в подлеске единично дуб, липа. Из кустарниковых – черемуха, бересклет, ракитник. Травяной покров редкий. Наиболее распространены ландыш и костяника.

O 0–4 см	– лесная подстилка из опавших листьев, хвои, веток, коры мощностью 2 см, ниже идут те же компоненты, но в полуразложившемся виде.
AУ 4–26 см	– темно-серый, слабо уплотненный, сухой, супесчаный, редкие комочки углей. Переход заметен.
AУе 26–36 см	– серый со светлым оттенком, слабые белесые пятна, неплотный, песчаный. Переход заметен по окраске.
B1F 36–70 см	– буровато-серый со светло-серым оттенком в верхней части, плотнее вышележащего, песчаный. Переход постепенный.
B2F 70–109 см	– желтовато-буро-серый, плотный, с глубины 71 см встречаются тонкие извилистые полосы псевдофибр толщиной 0,5–0,8 см.
C 109–190 см	– желтовато-бурый, плотный песок, псевдофибры отмечены на глубине 95 и 115 см. Почва: подбуры дерновые слабоподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные супесчаные на древнеаллювиальном песке.

Разрез № 253, кв. 119. Вершина невысокой гривки. Сосновые посадки в возрасте 18–20 лет. Травяной покров редкий, разнотравье с преобладанием пырея ползучего.

O 0–4 см	– лесная подстилка.
AУ 4–23 см	– темновато-серый, неплотный, сухой, пронизан редкими корнями травянистой растительности, песчаный. Переход заметен.
AУе 23–37 см	– серый со слабо заметным белесоватым оттенком, песчаный. Переход заметен по окраске.
B1F 37–68 см	– буро-серый, в верхней части горизонта наблюдается светло-серый оттенок, плотный, слабо увлажненный, песчаный.
B2F 68–108 см	– желтовато-бурый, плотный песок.
B3F 108–140 см	– желто-бурый, песок с тонкими псевдофибрами на глубине 109 и 126 см. Почва: подбуры дерновые слабоподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные песчаные на древнеаллювиальном песке.

Разрез № 300, кв. 65. Ровная обширная по площади межгрядная площадка. Западный угол квартала. Сосна, составляющая верхний ярус, полнотой 0,3. Во II подъярусе береза, осина. В подлеске черемуха, ракитник, вишня. Травяной покров густой. Наиболее распространены земляника, ландыш, осока русская.

- | | |
|---------------|---|
| O 0–5 см | – мощная лесная подстилка темно-бурой окраски, пронизанная густой сетью травянистой растительности. |
| AY 5–26 см | – темновато-серый, со слабым светло-серым оттенком в нижней части горизонта, неплотный, сухой, супесчаный. |
| AYe 26–40 см | – серый с белесовато-серым оттенком, слабопятнистый, сухой, песчаный. |
| B1F 40–76 см | – буро-желтый, в верхней части горизонта светло-серый оттенок, плотный, песчаный. |
| B2F 76–110 см | – серовато-буро-желтый, плотный, окраска неравномерная, на глубине 90 и 105 см псевдофибры красно-бурого цвета, слой песка между псевдофибрами окрашен в желтовато-бурый цвет. |
| C 110–190 см | – сравнительно однородный желто-бурый влажный песок.
Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные супесчаные на древнеаллювиальном песке. |

Разрез № 254, кв. 102. Межгрядный участок с ровной поверхностью. Сосна в возрасте 50–70 лет, полнота 0,3. Во II подъярусе осина, береза, очень редко дуб, липа. В подлеске крушина ломкая, ракитник, дрок. Травяной покров редкий.

- | | |
|---------------|---|
| O 0–4 см | – лесная подстилка из листьев, хвои, веток. |
| AY 4–27 см | – серый, с очень слабым темным оттенком, неплотный, редкие мелкие комочки углей, песчаный. Переход замечен. |
| AYe 27–42 см | – светло-серый, слабопятнистый, неплотный, сухой, песчаный. Переход замечен по окраске. |
| B1F 42–67 см | – желто-бурый со светло-серым оттенком, плотнее вышележащего, сухой, увлажнение очень слабое, песчаный. |
| B2F 67–100 см | – желто-бурый, несколько уплотненный влажный песок.
Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные слабогумусированные маломощные песчаные на древнеаллювиальном песке. |

Разрез № 350, кв. 45. Горизонтальная ровная площадка. Сосна различного возраста (60–70 лет). Во II подъярусе береза, осина. В подлеске ракитник, черемуха, шиповник. Травяной покров густой. Наиболее распространены те же виды, что и в разрезе 300.

- | | |
|----------------|---|
| O 0–4 см | – дерновинный, задернение слабое, сохранились признаки подстилки. |
| AY 4–26 см | – серый, неплотный, сухой, мелкие комочки углей, песчаный. |
| AYe 26–40 см | – светло-серый, слабо пятнистый, окрашен неравномерно, слабо уплотненный, песчаный. Переход замечен. |
| B1F 40–71 см | – желтовато-буро-серый, в верхней части со светло-серым оттенком, плотнее вышележащего горизонта, слабо увлажненный, песчаный. |
| B2F 71–108 см | – желтовато-бурый, плотный, окраска неравномерная, с глубины 90 см встречаются тонкие извилистые полосы псевдофибр. |
| B3F 108–154 см | – довольно однородный желто-бурый влажный песок.
Почва: подбуры дерновые слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные песчаные на древнеаллювиальном песке. |

Из приведенных описаний разрезов и данных табл. 37 видно, что характерной особенностью морфологического строения почв первой надпойменной тер-

Таблица 37

Морфологическая характеристики почв первой надпойменной террасы р. Боровки
($n = 16$)

Мощность генетических горизонтов, см						Глубина		
О	AY	AYe	B1F	AY + AYe + + B1F	С глубины	вскипания	выделения	
							карбонатов	псевдофибр
5,1	20,3	17,6	23,4	65,8	112,3	редко с 84 см	мучнистые с 86 см редко	110,8 см

расы служит темно-серый цвет верхних горизонтов и наличие перегнойно-аккумулятивного горизонта AY, мощность которого достигает 20–25 см (в среднем 20,3 см).

По наличию этих признаков М.А. Коршунов относит почвы к темно-серым слабоподзолистым, квалифицируя их как переходные от мощных темно-серых супесчаных почв центральной поймы к темно-серым песчаным почвам слабо-волнистого рельефа второй террасы. Фактически он относит почвы слабоволнистого рельефа второй террасы и почвы первой террасы к переходным – темно-серым. По нашему мнению, почвы первой надпойменной террасы р. Боровки отличаются от серо-гумусовых подбуров дерновых оподзоленных почв высокого рельефа второй надпойменной террасы более мощным горизонтом AY (до 20–25 см), а также повышенным содержанием гумуса – до 4,63–5,81%, а в разрезе 9604 – 8,9%. В остальном они мало отличаются: в профиле также имеются псевдофибры, пестрота по элементам рельефа гранулометрического состава, степени оподзоливания и карбонатности. При близком залегании от поверхности грунтовых вод профиль почв получает карбонаты. Реакция среды по профилю почв подчиняется тем же условиям, что и в почвах второй террасы: при близком залегании грунтовых вод pH сдвигается в сторону щелочного интервала, чаще появляется вскипание от 10%-ной HCl.

Установлено увеличение оглиненности почв и почвообразующих пород при переходе от второй террасы к первой, которую следует связывать со стадийностью функционирования р. Боровки. Первая стадия соответствует наиболее высокому уровню стояния и наибольшей площади распространения бассейна р. Праборовки, обеспечившие условия для отложения более грубого отсортированного материала (песка) на второй террасе. Последующая более строгая локализация вод в древней долине, вызванная понижением их уровня вследствие исчезновения подпора, связана с усилением динамики водных масс, появлением и формированием более направленного оттока. При опускании уровня грунтовых вод территория оказывалась более осушенной и формировались почвы, в большей степени отвечающие зональным климатическим и местным геоморфологическим особенностям. Подобное чередование отражает специфические закономерности осадконакопления в новейший этап геологической истории территории.

Речные террасы – засечки, оставляемые текучими водами в долинах рек. Если поверхность земли относительно неподвижна, если климат и питание реки постоянны, то речные осадки накапливаются приблизительно на одном уровне, а берега размываются до определенной высоты и образуется терраса. Когда

поверхность земли повышается, речные воды начинают врезаться в ложе, углублять русло и вырабатывать новую террасу на более низком уровне, с более карбонатными наносами. В следующем цикле может образоваться еще и более низкая терраса. Получается лесенка террас.

В подтиповом отношении почвы подразделяются на псевдофибровые и оподзоленные.

Как и следовало ожидать, гранулометрический состав почв первой надпойменной террасы р. Боровки более разнообразен и варьирует от легкосуглинистых до супесчаных разновидностей (табл. 38, рис. 31, 32). Содержание крупного и среднего (частиц размером 1–0,25 мм), а также мелкого (0,25–0,05 мм) песка, как и других фракций, сильно варьирует как по профилю, так и в пространстве. Наибольшее количество глины находится в верхних горизонтах почвы, заметных скоплений ила и глины в горизонте B1F не наблюдается, что свидетельствует о слабой степени оподзоливания. В этих почвах более высокое, чем в почвах второй террасы, содержание гумуса, которое колеблется в горизонте АУ от 2,4 до 8,9%, вниз по профилю оно довольно заметно снижается и в горизонте BF на глубине 25–40 см находится в пределах 0,8–2,3% (табл. 39). Высокое содержание серого гумуса обусловлено обогащением верхней части профиля физической глиной, с одной стороны, и более богатой в видовом отношении растительностью, оставляющей больше отмерших остатков, с другой.

В условиях засушливого климата Бузулукского бора состав гумуса зависит как от характера исходного материала, так и от климатических условий минерализации опада, которые и определяют основное направление гумусообразования. В групповом составе гумуса по всему профилю преобладают фульвокислоты, доля которых вниз по профилю увеличивается. И гуминовые, и фульвокислоты представлены в основном наиболее простыми формами – подвижными гуминовыми кислотами и агрессивными фульвокислотами, связанными с полуторными окислами. В альфегумусовом горизонте отмечено изменение количества и форм фульвокислот в сторону увеличения наиболее простых форм. Характерно низкое содержание негидролизующих форм.

Фракция I гуминовых кислот, характеризующаяся наибольшей подвижностью, составляет в минеральных горизонтах 45–70% от их общего содержания. В сложных борах в соответствующих горизонтах их содержание ниже, что связано с условиями увлажнения.

Фракция II гуминовых кислот, предположительно связанная с кальцием, в минеральных горизонтах исследуемых почв находится в очень небольших количествах (табл. 40). Это обусловлено недостаточным содержанием оснований в почвах. Гуминовых кислот III фракции также мало.

Общее содержание фульвокислот в гумусе минеральных горизонтов более чем в 2 раза больше, чем гуминовых. Общее содержание фульвокислот в почвах сложного бора не увеличивается. Вероятно, здесь отсутствуют условия, способствующие процессам гидролитического и окислительного распада, приводящие к образованию фульвокислот.

В гумусе минеральных горизонтов в довольно значительных количествах содержится фракция IA фульвокислот, наиболее активная в процессах подзолообразования. Если в гумусе подстилки она составляет 7,4–8,0%, то в гумусе

Таблица 38

Гранулометрический состав почв первой надпойменной террасы р. Боровки

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, размером, мм						Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро-влаги, %
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
Дерновые подбуры слабоподзоленные псевдофибровые маломощные песчаные									
1-2006, кв. 65	O 0-4	39,8	46,2	2,0	1,2	0,6	10,2	12,0	0,35
	AY 4-16	31,8	55,0	1,8	0,8	1,4	9,2	11,4	0,33
	AYc 16-34	26,4	60,8	2,0	0,6	1,8	8,4	10,8	0,28
	B1F 34-44	28,1	60,1	1,2	1,2	1,4	8,0	10,6	0,13
	B2F 60-70	28,4	60,2	1,2	0,6	1,2	8,4	10,2	0,35
	B3F 72-82	27,0	60,4	2,8	2,2	0,6	7,0	9,8	0,26
	C 190-200	28,5	59,9	2,2	2,0	0,6	6,8	9,4	0,23
Дерновые подбуры слабоподзоленные глубококарбонатные легкосуглинистые									
1-2000, кв. 61	O 0-6	8,2	39,0	28,8	1,6	1,6	20,8	24,0	2,56
	AY 7-17	6,22	73,78	5,8	0,4	2,0	12,0	14,4	0,81
	AYc 20-30	7,08	78,52	5,6	0,8	0,8	7,2	8,8	0,40
	B1F 40-50	4,14	83,86	0,8	0,8	1,2	9,2	11,2	0,30
	B2F 70-90	4,70	83,3	2,0	1,6	0,4	8,0	10,0	0,50
	B3F 120-130	4,02	85,58	1,6	1,2	0,8	6,8	8,8	0,40
	C 165-170	3,51	78,89	4,4	1,6	2,8	8,8	13,2	0,91
Дерновые подбуры сильногумусированные легкосуглинистые									
9604, кв. 60	O 0-8	—	—	—	—	—	—	—	—
	AY 8-15	28,7	40,3	11,3	4,2	5,1	10,4	19,7	1,9
	AYc 15-25	30,9	38,4	10,1	4,7	3,4	12,5	20,6	1,7
	B1F 27-37	33,8	33,6	8,0	4,8	6,2	13,6	24,6	1,1
	B2F 55-65	49,4	32,4	5,6	1,1	1,7	9,8	12,6	0,4
	C 80-90	77,2	13,3	2,2	0,7	0,6	6,0	7,3	0,25
Дерновые подбуры оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднетяжелые легкосуглинистые									
7-2001	O 0-4	40,78	37,62	7,6	3,2	0,1	10,7	14,0	1,83
	AY 5-15	40,24	44,16	2,0	2,8	0,4	10,4	13,6	2,46
	AYc 15-25	35,02	49,78	0,4	2,0	0,8	12,0	14,8	1,11
	B1F 50-60	33,62	47,58	8,0	1,2	8,6	1,0	10,8	1,52
	C 110-120	37,86	50,54	0,8	0,4	2,4	8,0	10,8	1,83
	C 150-160	41,82	44,18	1,6	2,0	0,4	10,0	12,4	2,04
	C 190-200	30,04	56,76	0,8	1,6	0,2	10,6	12,4	1,11
Дерновые подбуры слабоподзоленные псевдофибровые супесчаные									
251, кв. 118	O 0-4	0,85	89,34	3,08				6,73	2,65
	AY 4-14	0,85	89,34	3,08				6,73	2,65
	AYc 25-35	0,63	91,71	2,48				5,18	1,08
	B1F 50-60	0,56	95,96	0,92				2,56	0,82
	B2F 80-90	0,26	96,97	0,53				2,24	0,84
	C 130-140	0,16	98,29	0,79				0,76	0,78
	C 200-210	0,73	98,03	0,66				0,68	0,72
Дерновые подбуры слабоподзоленные псевдофибровые супесчаные (припойменный сосняк)									
300, кв. 65	O 0-5	9,84	75,93	3,90				10,33	2,35
	AY 5-14	9,84	75,95	3,90				10,33	2,35
	AYc 25-35	10,85	76,85	3,24				9,06	1,67
	B1F 55-65	11,81	80,95	2,12				5,05	0,83
	B2F 85-95	10,80	84,21	1,85				3,14	0,69
	C 130-140	9,58	88,16	0,68				2,58	0,64

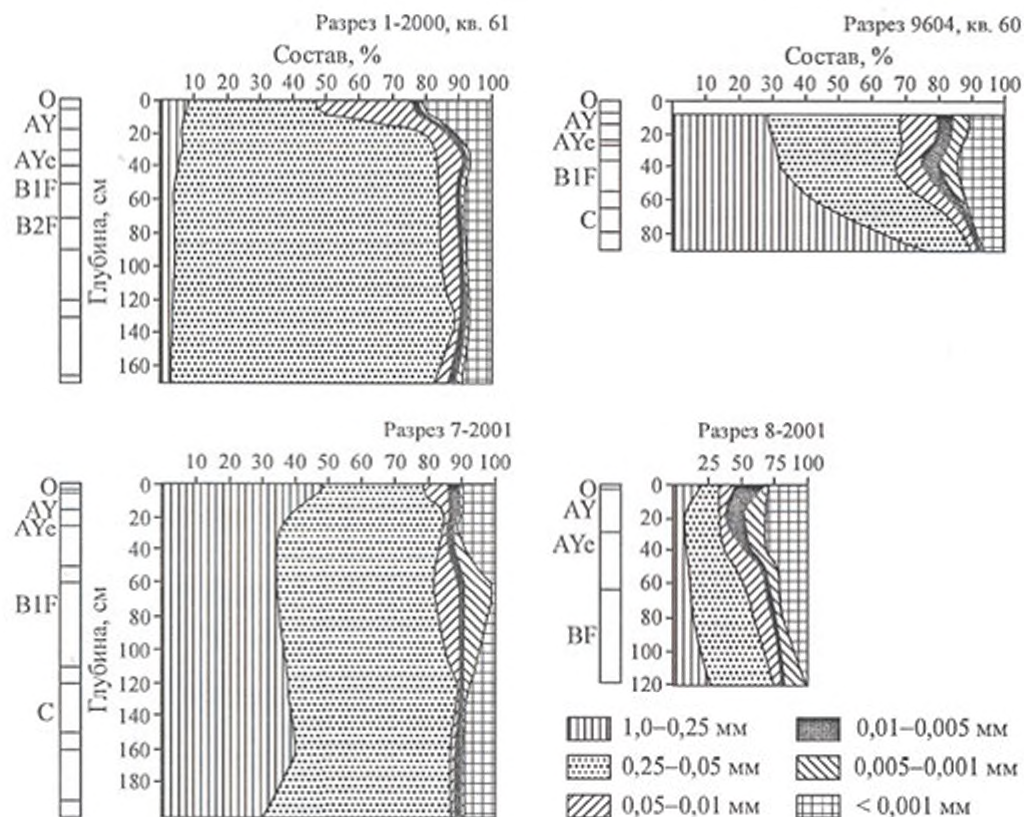


Рис. 31. Гранулометрический состав почв первой надпойменной террасы р. Боровки

минеральных горизонтов ее количество возрастает до 20–28%, особенно в горизонтах B1F, B2F и C. Фракция I фульвокислот составляет 18–26% от общего органического углерода. В сложных борах наблюдается более равномерное распределение ее по профилю.

Содержание II, III, IV фракций фульвокислот в составе гумуса незначительно. Отношение $C_{гк} : C_{фк}$ резко уменьшается в нижних горизонтах почвы.

Назовем две причины активизации оподзоливания в подбурах дерновых оподзоленных псевдофибровых малогумусированных песчаных: 1) повышение влажности, ведущее к усилению промывания и передвижения органических кислот по почвенному профилю; 2) увеличение скорости разложения кислой лесной подстилки микроорганизмами и образование в процессе гумификации менее зрелых гумусовых веществ, в основном типа фульвокислот.

В составе гумуса были выделены следующие группы гумусовых веществ: 1) гуминовые кислоты и фульвокислоты, извлекаемые 0,1 н NaOH; 2) органические вещества, растворимые при декальцировании почвы; 3) гуминовые кислоты и фульвокислоты, извлекаемые 0,1 н NaOH после декальцирования; 4) нерастворимый остаток, определяемый по разности между общим органическим углеродом в исходной почве и суммой углерода всех выделенных фракций. Определено также валовое содержание азота по Кьельдалю.

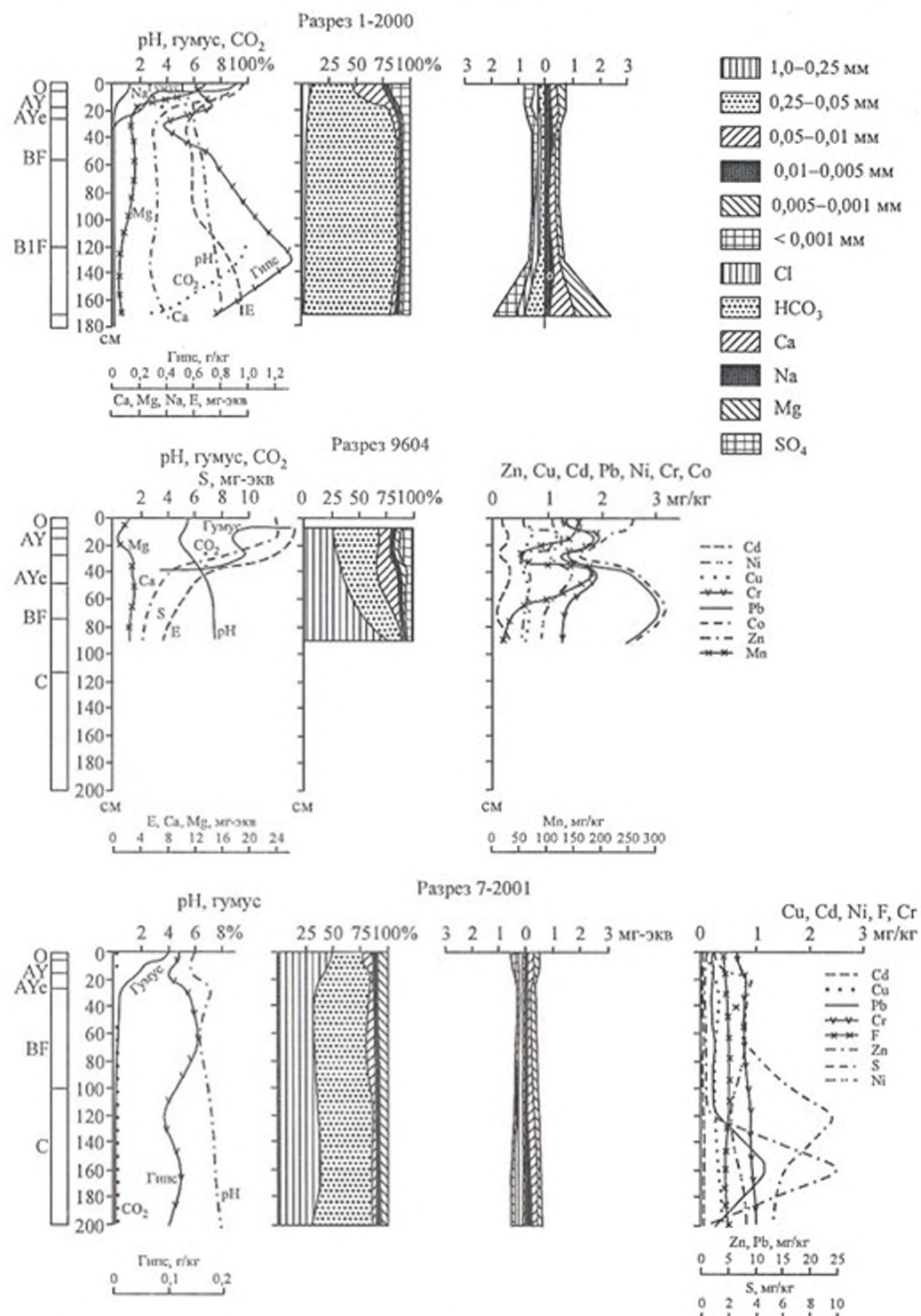


Рис. 32. Физические и физико-химические свойства почв первой надпойменной террасы р. Боровки

Дерновые подбурья сильногумусированные лескогумусистые

9604	O	0-8	20,8	26,8			24,0	2,0	26,0	27,3	1,3	95,2	8,7	16,2	5,3	5,4
	AY	8-15	8,9	9,3			24,8	0,4	25,2	26,9	1,6	94,0	1,24	2,6	4,8	4,9
	AYe	15-25	9,9	9,6			19,2	3,6	22,8	23,4	1,4	94,9	0,81	2,5	5,5	5,6
	BIF	27-37	3,4	5,3			8,4	3,6	12,0	14,0	0,8	93,7	1,00	3,3	6,0	6,3
	BC	55-65	-	-			5,3	3,0	8,3	9,1	0,4	95,4	1,03	4,8	7,3	7,5
	C _a	80-90	-	-			4,4	2,0	6,4	7,5	0,4	94,1	1,03	5,6	7,3	7,5

Дерновые подбурья оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднетельные лескогумусистые

7-2001	A0	0-4	3,9	21,3	6,20	0,117	17,6	7,1	3,3	10,4	16,4	1,3	88,8	1,512	9,5	5,80
	AY	5-15	2,2	5,1	0	0,112	13,3	6,0	3,2	9,2	14,5	1,3	87,6	1,419	7,5	6,73
	AYe	15-25	0,6	4,3	0	0,108	15,0	5,9	2,8	9,7	17,0	0,8	91,5	1,016	6,0	7,22
	BIF	50-60	0,2	2,8	0,20	0,047	10,0	5,1	1,7	6,8	12,8	1,2	85,2	1,150	10,0	6,43
	C	110-120	0,1	2,0	0,10	0,048	5,0	5,0	1,9	6,9	12,7	0,7	91,5	1,310	8,0	7,3
	C	150-160	0,1	2,0	0,20	0,045	8,0	6,0	1,8	7,8	12,7	0,7	91,5	1,314	6,0	7,46
	C	190-200	0,1	1,7	0,20	0,045	8,0	6,0	1,8	7,5	12,7	0,7	91,5	1,710	6,0	7,87

Дерновые подбурья слабооподзоленные псевдофибровые супесчаные

300, кв. 65	AY	5-14	5,81			0,23	14,0			9,27	11,71	2,44	79,1	7,5	19,9	5,0	6,3
	AYe	25-35	2,34			0,12	11,3			5,25	7,40	2,15	73,0	7,5	12,6	4,0	6,0
	BIF	55-65	0,39			0,03	8,0			2,80	3,67	0,87	76,3	12,5	4,8	4,5	6,0
	B2F	86-95				0,02	6,0			2,91	3,40	0,49	85,8	20,0	12,6	5,7	6,3

Дерновые подбурья слабооподзоленные псевдофибровые супесчаные (припойменный сосняк)

251, кв. 118	AY	4-14	4,63			0,18	14,8			7,04	8,89	1,85	79,1	7,5	11,3	5,5	6,1
	AYe	25-35	1,13			0,05	13,0			4,48	5,66	1,08	80,9	10,0	12,4	5,7	6,0
	BIF	50-60	0,44			0,04	7,0			3,13	3,91	0,78	80,0	12,5	14,1	6,4	6,8
	B2F	80-90	0,20			0,03	3,8			3,13	3,72	0,59	84,1	25,0	14,1	6,5	7,0

*Лабильный гумус. **Азот щелочногидролизующий, мг/кг. ***N, P, K, мг/кг.

Таблица 40

Групповой и фракционный состав гумуса органического вещества дерновых подбуров слабоподзоленных слабогумусированных мелких песчаных Бузулукского бора (разрез 1004, кв. 99)

Горизонт	Глубина отбора образца, см	Валовое содержание в почве			Состав фракций, % к общему азоту			
					Гуминовые кислоты			
		C	N	C : N	I	II	III	Σ
AY	2–10	0,20	0,020	10,0	12,6	4,1	3,4	20,1
B1F	17–27	0,12	0,012	10,0	8,4	4,0	1,8	14,2
B2F	40–50	0,09	0,004	22,5	7,5	6,5	1,7	15,6
C1	99–109	0,05	0,002	10,0	6,0	7,0	1,8	14,8
C3	205–215	0,01	0,004	10,0	4,3	7,8	1,9	14,1

Горизонт	Состав фракций, % к общему азоту						Сумма выделенных фракций, %	Нерастворимый остаток, %	$\frac{C_{тк}}{C_{фг}}$	Подвижные гуминовые кислоты фракции I/общая сумма гуминовых кислот
	Фульвокислоты									
	IA	I	II	III	IV	Σ				
AY	7,4	24,5	7,0	4,2	4,8	48,0	68,1	31,9	0,41	0,63
B1F	12,8	18,4	1,9	4,0	8,0	45,1	59,3	40,7	0,31	0,59
B2F	14,6	14,0	2,6	5,1	12,3	48,6	64,2	35,8	0,32	0,48
C1	20,2	12,2	5,3	6,9	10,6	55,2	70,0	30,0	0,27	0,40
C3	21,0	10,1	10,6	12,4	6,5	60,6	74,7	25,3	0,23	0,30

Содержанию гумуса соответствуют количество поглощенных оснований и емкость поглощения. Превалирует кальций, натрия в почвенном поглощающем комплексе незначительное количество. Гидролитическая кислотность невысокая и находится в пределах 0,4–2,44 мг-экв, что свидетельствует наряду с высо-

Результаты химического анализа водной вытяжки

№ почвенного разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	Плотный остаток, %	% от абс. сухой почвы					
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
1-2000, кв. 61	O	0–6	0,108	0,015	0,007	0,016	0,005	0,004	0,003
	AY	7–17	0,034	0,015	0,011	0,011	0,007	0,003	0,003
	AYc	20–30	0,046	0,009	0,009	0,006	0,002	0,001	0,007
	B1F	40–50	0,052	0,009	0,009	0,004	0,002	0,001	0,006
	B2F	70–90	0,036	0,012	0,009	0,001	0,005	0,001	0,002
	B3F	120–130	0,112	0,018	0,009	0,005	0,005	0,001	0,007
	C	165–170	0,094	0,049	0,011	0,062	0,020	0,015	0,003
Дерновые подбуров слабоподзоленные									
7-2001	O	0–4	0,12	0,009	0,005	0,005	0,005	0,001	0,001
	AY	5–15	0,04	0,009	0,005	0,022	0,005	0,001	0,002
	AYc	15–25	0,06	0,006	0,005	0,002	0,002	0,001	0,001
	B1F	50–60	0,04	0,006	0,007	0,001	0,002	0,001	0,002
	C	110–120	0,04	0,012	0,009	0,001	0,005	0,001	0,002
	C	150–160	0,08	0,009	0,011	0,004	0,005	0,001	0,003
	C	190–200	0,08	0,06	0,014	0,003	0,005	0,001	0,004
Дерновые подбуров оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные									

кой степени насыщенности почв основаниями об очень слабой степени оподзоленности профиля.

Высокие значения отношений $C : N$ косвенно свидетельствуют о наличии в составе гумуса неполностью гумифицированных растительных остатков, определяющих грубогумусовый характер органического вещества и низкую степень его разложенности, а также о повышенном содержании валового азота в верхнем гумусовом горизонте почв. Вместе с тем уровень отношений $C : N$ – показатель наличия в почвах глубокогумифицированных растительных остатков, свойственных дерновому процессу при богатой растительности. Подвижными формами фосфора и калия, определенными по Мачигину, почвы (разрезы 1-2000, 9604, 7-2001, 8-2001) обеспечены в средней степени, причем содержание фосфора более дифференцировано по профилю, что свидетельствует о распределении элементов-органогенов в профиле почв за счет вымывания их атмосферными осадками. Особенно это хорошо заметно по разрезам 300 и 251, где фосфор определен по Кирсанову, а калий – по Пейве. В этих горизонтах и фосфор, и калий подвержены дифференциации по профилю почв, причем в нижних горизонтах их часто больше, чем в верхних. Наличие значительного количества элементов-органогенов в нижних горизонтах при близком залегании грунтовых вод улучшает лесорастительные условия фитоценозов первой надпойменной террасы и характеризует благоприятные экологические условия геоэкосистем. Реакция среды находится в слабокислом интервале, в нижней части она иногда подщелачивается близко расположенными от поверхности гидрокарбонатно-кальциевыми грунтовыми водами, лежащими на карбонатных глинах.

В табл. 41 приведены результаты анализа водных вытяжек по двум разрезам, расположенным на разных уровнях террас и поймы р. Боровки. Плотный остаток не превышает 0,2%. Из катионов, как и следовало ожидать, преобладают

Таблица 41

из образцов почв по генетическим горизонтам

М-ЭКВ					
HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+
<i>глубококарбонатные легкосуглинистые</i>					
0,25	0,20	0,325	0,25	0,375	0,15
0,25	0,30	0,23	0,38	0,25	0,15
0,15	0,25	0,13	0,125	0,125	0,28
0,15	0,25	0,09	0,125	0,125	0,24
0,20	0,25	0,025	0,25	0,125	0,10
0,30	0,25	0,105	0,25	0,125	0,28
0,80	0,30	1,30	1,00	1,25	0,15
<i>среднемелкие легкосуглинистые</i>					
0,15	0,15	0,115	0,25	0,125	0,04
0,15	0,15	0,115	0,25	0,125	0,08
0,10	0,15	0,04	0,125	0,125	0,04
0,10	0,20	0,03	0,125	0,125	0,08
0,20	0,25	0,005	0,25	0,125	0,08
0,15	0,30	0,075	0,25	0,125	0,15
0,10	0,30	0,055	0,25	0,125	0,18

кальций и магний, а затем и натрий, из анионов – HCO_3^- , Cl^- и SO_4^{--} . В пределах бора почвы не засолены. Вместе с тем наличие в верховьях р. Боровки полей орошения (Боровская оросительная система) обуславливает значительное количество легкорастворимых солей на территории бора. Поэтому оросительные нормы должны быть строго нормированными и невысокими. Слабый контроль за нормой полива приводит к формированию на полях орошения засоленных почв (солончаков), а также солонцов, что и наблюдается на распаханых участках террасы р. Боровки. Кроме того, тяжелые по гранулометрическому составу пойменные почвы и грунтовые воды р. Самары, расположенные вне бора, содержат высокие концентрации легкорастворимых солей.

Разнообразие факторов, влияющих на почву, увеличивается в понижениях. К ним следует отнести увеличение доли вещества, поступающего с латеральным стоком, с одной стороны, и прямое влияние грунтовых вод и карбонатных пород – с другой. Наличие этих факторов способствует увеличению аккумулятивной составляющей почвы, формированию органо-генно-элювиальных горизонтов, утяжелению гранулометрического состава ее нижних слоев. Под влиянием привносимого ила с прилегающих повышений, а также грунтовых вод, богатых элементами зольного питания – биофилами, железом, марганцем, алюминием, в почвенном профиле (особенно в его нижней части) аккумулируются фосфор, аморфное и силикатное железо, алюминий, возрастает емкость поглощения, меняются состав поглощенных оснований, фракционно-групповой состав гумуса и солевой состав грунтовых вод. В связи с этим необходимо своевременно выявлять негативные процессы в почвах (засоление, загрязнение тяжелыми металлами и т. д.).

Изложенные выше материалы показывают, что подбуры дерновые слабооподзоленные первой террасы обладают значительным запасом плодородия. Близкое от поверхности залегание грунтовых вод и подстилающих пород, доступных для корней растительности, значительное содержание гумуса дисперсного материала определяют богатый набор элементов питания для растений и обеспечивают наиболее благоприятные для бора лесорастительные условия. Большое разнообразие сочетаний компонентов геосистем обуславливает поддержание и сохранение их высокой экологической устойчивости.

Общими процессами педогенеза в подбурах дерновых слабооподзоленных Al-Fe-гумусовых под лесными сообществами первой надпойменной террасы следует считать биогенную аккумуляцию, Al-Fe-гумусовую миграцию, выщелачивание, значительное окисление, формирование слабокислого и слабощелочного почвенного поглощающего комплекса.

7.4. ПОЧВЫ ПОЙМ РЕК САМАРЫ И БОРОВКИ

Пойма – закономерно развивающийся комплекс аккумулятивных форм поверхности, связанный с деятельностью руслового процесса. Вследствие хвалынской трансгрессии Каспия базис эрозии был выше, чем в настоящее время, что обусловило активное формирование пойменной поверхности. Почвенный покров поймы развивается как дискретный пространственный выдел суши под влиянием общих геологических процессов (понижения базиса эрозии и эрози-

онного расчленения). Его можно рассматривать как активный компонент функционирующей пойменной системы, отражающий в своем составе, свойствах и режимах влияние комплекса условий ее природной среды.

Пойменные почвы отличаются своеобразием образования и развития в условиях регулярного затопления паводковыми водами (поемность) и отложения на их поверхности новых слоев аллювия (аллювиальность). Средняя скорость накопления пойменного аллювия принята равной 0,1 мм/год, что подтверждено на примере археологических памятников в поймах рек Самарской и Оренбургской областей (Климанов, Немкова, 1998; Кременецкий и др., 1988; Иванов, 2003). Особенностью пойменных почв с биохимической точки зрения является интенсивность почвообразовательного процесса, которая выражается в большом размахе биологического круговорота веществ, интенсивной жизнедеятельности почвообитающих животных и микроорганизмов, в динамичности химических и биохимических процессов, обуславливающих высокий уровень плодородия пойменных почв (Добровольский, 1968). Динамичность почвенного покрова пойм, постоянная смена аспектов связаны со сменой режима поемности.

Почвообразование на пойме и в связи с закономерностями формирования речных долин схематично сводится к развитию от примитивных (слаборазвитых) почв, близких по составу к слоистому аллювию, формирующемуся в приречной части и вдоль брошенных старых русел, к почвам высоких участков поймы с достаточно хорошо выраженными зональными свойствами, встречающимися во внутривпойменной части долин р. Самары и Боровки.

Современная пойма р. Боровки (как, впрочем, и Самары) состоит из центральной высокой остепненной, редко заливаемой части, отграниченной уступом высотой 2–3 м от прирусловой; прирусловой поймы, примыкающей к руслу реки и ежегодно заливаемой во время весеннего половодья, и притеррасного понижения, где получили развитие небольшие, вытянутые вдоль русла реки понижения (полувысохшие старицы и мочажины), значительно усложняющие рельеф поймы.

Поверхность центральной поймы р. Боровки ровная, прирусловая часть осложнена ясно выраженными невысокими гривками, вытянутыми параллельно руслу, чередующимися с полувысохшими старицами и мочажинами, что определяет сложный рельеф и особую комплексность растительности. Песчаные гривки часто лишены растительности и гумусового горизонта, так как сформированы недавно. Супесчаные и песчаные прослойки почти лишены гумуса и поглощенных оснований и на 90–95% состоят из кремнезема. Сумма полуторных окислов колеблется в пределах 1,5–5,0%. Остальные окислы содержатся в незначительных количествах. В целом почвенный покров не развит, находится в начальной стадии формирования, часто перекрыт современными (свежими) аллювиальными наносами преимущественно легкого гранулометрического состава, под которым погребены почвы более старые. В суглинистых слоях количество гумуса колеблется в пределах 1,5–4,0%, сумма поглощенных оснований – 15–22 м-экв. В пониженных местах хорошо развита кустарниковая растительность, нередко встречаются ольшаник, ивняк, черемуха и др.

Из-за различной высоты рельефа грунтовые воды находятся на разной глубине, не превышающей, однако, 2–5 м. Если в центральной части поймы, ши-

рина которой непостоянна и колеблется от 100 м до 1,2 км, грунтовые воды располагаются на глубине 3–5 м (в понижениях – 2–3 м), то в прирусловой части – 1,5–3,0 м. Прирусловая часть в виде полосы шириной от нескольких метров до 1 км примыкает к руслу, высота берегов 2–4 м.

Сложена пойма аллювиальными песчаными (в основном) отложениями, лишь в отдельных местах в центральной части на песчаную основу наложены отложения суглинистого состава. Гранулометрический состав аллювия зависит от скорости течения.

По характеру растительности поймы неоднородна. Преобладает кустарниковая растительность, причем нередко встречаются представители степных кустарников. М.В. Марков (1945) отмечает, что, кроме кустарников, растительность «представлена или дубово-липовым сосняком (реже), или бором с подлеском из степных кустарников. Для последнего характерно то, что в некоторых случаях древостой настолько изрежен, что правильнее говорить о зарослях степных кустарников с отдельными соснами, возвышающимися над кустарниками». В центральной части поймы иногда встречаются луговые поляны с сенокосными угодьями, лишенные древесной и кустарниковой растительности. Травяной покров сильно варьирует в зависимости от характера и густоты лесонасаждений, а также почвы. Наиболее развит он на луговых полянах с темно-гумусовыми лугово-черноземными (гидроморфизованными) почвами, лишенных древесной растительности. В прирусловой части растительность также подчинена рельефу и почвам. На повышенных песчаных гривках она изрежена и состоит из кустарников и редких однолетних растений, иногда поверхность гривок лишена растительности. В пониженных местах (мочажинах и вокруг них) хорошо развиты кустарники: здесь нередки ольшаник, ивняк, черемуха и др.

Необходимо помнить о том, что основным транспортером леса ранее (особенно в годы Великой Отечественной войны) была р. Боровка, по которой его и сплавляли вниз, вырубая в основном прибрежный сосняк, так редко встречающийся сегодня в пойме. Лес вырубали в основном в доступных для человека местах: в приборовых водораздельных плакорах и поймах с наиболее дешевым и доступным транспортом заготовленного леса. Наличие редины с лугово-черноземными почвами, накопившими значительное количество гумуса за счет богатой луговой растительности, возможно, свидетельствует о давнем сведении лесов на этих участках.

Почвы поймы р. Боровки различаются по своему строению. В ее центральной части А.С. Мачулин (1931) выделял черноземы, позднее М.А. Коршунов (1947) в зависимости от характера растительности (дубово-липовый сосняк или бор с подлеском из степных кустарников) выделял «мощные темно-серые слабоподзолистые, черноземовидные и темноцветные почвы». Конкретного названия почвы в приведенных описаниях разрезов не дано.

Согласно современным представлениям (Классификация ..., 2004), почвы р. Боровки входят в ствол синлитогенных, отделы аллювиальных и слабообразованных. Аллювиальные почвы сформированы в речных долинах в условиях регулярного отложения аллювия разного гранулометрического состава. Специфика профилей аллювиальных почв определяется комбинациями различных органо-генных, гумусовых, глеевого, гидрометаморфического горизонтов, а также го-

ризонтов гидрогенной аккумуляции железа и карбонатов. Профиль типа аллювиальных темно-серо-гумусовых (дерновых) включает темно-гумусовый (дерновый) горизонт серого или буровато-серого цвета, комковатый, часто с плохо диагностируемой слоистостью (особенно в почвах центральной части поймы), обычно хорошо развита дернина. Мощность гумусового горизонта составляет 30–40 см, иногда больше. Содержание гуматно-фульватного гумуса 3–6%, реакция среды слабокислая, насыщенность поглощающего комплекса основаниями – 80%. Почвы отличаются хорошими водопроницаемостью и аэрацией, преобладанием нисходящих токов влаги. Формируются они на относительно повышенных элементах рельефа центральной поймы под злаковыми лугами и пойменными лесами в условиях кратковременного затопления полыми водами.

По «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) этим почвам в основном соответствует тип аллювиальных темно-гумусовых (подтипа типичных).

Отдел слабо развитых включает почвы прирусловой поймы с гумусово-слабо развитым горизонтом (W), залегающим на слоистой толще аллювиального происхождения. Ограниченное проявление почвообразовательного процесса здесь вызвано активным осадконакоплением, препятствующим непрерывному почвообразованию. Поверхностный горизонт слабо развитых почв прирусловой части поймы содержит примесь привнесенного, не ассимилированного почвообразованием минерального материала, а в слоистой почвообразующей породе этих почв, как правило, наблюдается система погребенных органогенных горизонтов. Характерные разрезы были заложены в центральной и прирусловой частях поймы.

Сначала рассмотрим морфологическое строение почв центральной поймы.

Разрез № 197. Заложен в кв. № 132 на ровном участке с дубово-липовым сосняком. В первом ярусе присутствует осина, полнота 0,4, второй ярус представлен дубом и липой. Кустарники – вишня, черемуха, крушина. Травянистая растительность редкая и состоит из чистотела, ландыша, костяники, фиалки и полыни.

О	0–4 см	– буровато-темный, слабо задерненный, супесчаный.
АУ	4–25 см	– темный, интенсивно окрашенный, дерновинный, пронизан корнями травянистой растительности, супесчаный.
АУ1	25–40 см	– темно-серый, неясно комковатой структуры, плотный супесчаный.
АУ1с	46–80 см	– темно-серый с редкими слабо выраженными белесыми пятнами, бесструктурный, плотный супесчаный.
В1F	80–100 см	– желто-бурый с темным оттенком, бесструктурный, супесчаный.
В2F	100–140 см	– желто-бурый с темным оттенком, плотнее вышележащего, супесчаный.
С	140–175 см	– буро-серый плотный влажный песок.
С	175–210 см	– буро-желтый песок, сильно увлажненный.

Почва: аллювиальная серо-гумусовая (дерновая) типичная слабогумусированная маломощная супесчаная на песчаном аллювии.

Разрез № 195, кв. 133. Ровная площадка, редкие сосны, составляющие I ярус, во II подъярусе – дуб, липа. Травяной покров средней густоты: костяника, чистотел, фиалка, ландыш, полынь.

О	0–5 см	– дернина, пронизана густой сетью корней травянистой растительности, темно-серой окраски, супесчаная.
АУ	5–30 см	– темно-серый с серым оттенком, неясно комковатой структуры, слабо уплотнен, супесчаный.

- AYe 30–39 см – темно-серый, с более выраженным светло-серым оттенком, бесструктурный, супесчаный.
- B1F 39–62 см – серый с бурым оттенком, на глубине 50 и 59 см тонкие полоски псевдофибр, плотнее вышележащего, супесчаный.
- B2F 62–100 см – желто-бурый, менее уплотнен, бесструктурный, влажный, супесчаный.
- B3F 100–140 см – прослойка суглинка желто-бурой окраски, плотный, влажный.
- C 140–210 см – буровато-серый, однородный песок, сильно увлажненный.
Почва: аллювиальная серо-гумусовая (дерновая) псевдофибровая слабогумусированная среднесиловая супесчаная на песчаном аллювии.

Разрез № 325, кв. 88. Поверхность ровная. Сосна различного возраста, полнота 0,4–0,5. Во II подъярусе единично дуб, редко – осина. Травяной покров редкий: костяника, пырей, осока русская.

- O 0–4 см – дерновинная, полуразложившаяся лесная подстилка.
- AU 4–29 см – темно-серый, плотный, бесструктурный, пронизан редкими корнями травянистой растительности, супесчано-песчаный.
- AUe 29–38 см – серый со слабо выраженными белесоватыми пятнами, менее уплотнен, песчаный.
- B1F 38–71 см – желто-бурый с серым оттенком, плотнее вышележащего, влажный, песчаный.
- B2F 71–105 см – буровато-охристо-желтый, с очень слабым серым оттенком, слабо заметные вертикальные буроватые полосы.
- C 105–190 см – серо-бурый песок, на глубине 185 см просачивается вода.
Почва: аллювиальная темно-гумусовая (дерновая) типичная слабогумусированная среднесиловая супесчано-песчаная на песчаном аллювии.

Разрез № 330, кв. 105. Расположен на луговой сенокосной поляне с густым травостоем. Преобладают виды: костер безостый, клубника, осока русская, мятлик узколистный, ковыль, тимopheевка степная.

- O 0–5 см – дернина, темно-серой окраски, легкосуглинистая.
- AU 5–30 см – темный, окрашен интенсивно, плотный, комковатой структуры, легкосуглинистый.
- B1F 30–50 см – темновато-бурый с серым оттенком, довольно плотный, комковатой структуры, легкосуглинистый.
- B2F 50–86 см – желтовато-бурый, плотный, буроватая окраска книзу ослабевает, слабо увлажненный, супесчаный, резко переходит в C.
- C 86–120 см – буро-желтый, однородный переметтый песок с вертикальными охристыми полосами и пятнами.
- C 120–200 см – буро-желтый, довольно плотный, влажный мелкозернистый песок.
Почва: аллювиальная темно-гумусовая (дерновая) типичная слабогумусированная среднесиловая легкосуглинистая на аллювиальном песке.

Описанные разрезы характеризуют морфологическое строение мощных аллювиальных серо-гумусовых и темно-гумусовых (дерновых) почв, приуроченных к участкам центральной высокой поймы, в той или иной степени покрытых древесной растительностью. Наряду с этим в центральной пойме встречаются отдельные поляны, лишенные древесной растительности. Почвы, формирующиеся на этих участках, по своим внешним признакам несколько отличаются от предыдущих. Ниже приведено описание нескольких разрезов¹³.

Разрез № 298, кв. 106. Ровный участок. Отдельные сосны в возрасте 180–200 лет. Редкие кусты ракитника, шиповника и степной вишни. Травяной

¹³Часть разрезов заимствована из рукописи М.А. Коршунова «Почвы государственного заповедника «Бузулукский бор». Казань: КГУ, 1947. 176 с.

покров средней густоты, преобладают земляника, кошачья лапка, ландыш майский, сон-трава.

О 0–3 см	– дернина, пронизанная корнями травянистой растительности, плотная, суглинистая.
АУ 3–26 см	– темный с сероватым оттенком, окраска интенсивная, слабокомковатая структура, суглинистый.
В1F 26–42 см	– темновато-желто-бурый с серым оттенком, плотный, сухой, слабокомковатая структура, суглинистый.
В2F 42–65 см	– желтовато-красно-бурый, сильно уплотнен, комковатый, суглинистый.
С 65–100 см	– желто-бурый плотный суглинок. Почва: аллювиальная серо-гумусовая (дерновая) типичная слабогумусированная среднемогущая среднесуглинистая на желто-буром суглинке.

Разрез № 87, кв. 132. Ровная площадка. Единичные сосны, возвышающиеся над кустарниками, которые представлены шиповником, степной вишней, бересклетом. Травяной покров густой. Наиболее распространены следующие виды: пырей ползучий, ковыль узколистный, костер безостый, клубника, типоевка степная, полынь.

О 0–5 см	– довольно плотная дернина, переплетенная густой сетью корней травянистой растительности.
АУ 5–25 см	– темный, окрашен равномерно, плотный, слабокомковатой структуры, суглинистый. Переход постепенный.
В1F 25–44 см	– темный, окрашен неравномерно, плотный, слабокомковатой структуры, супесчано-суглинистый.
В2F 44–59 см	– желтовато-буро-серый, плотный, неяснокомковатый, супесчаный.
В3F 69–87 см	– желтовато-бурый, слабо уплотненная супесь.
ВС 87–106 см	– буровато-желтый, слоистый песок с мелкими охристыми пятнами и вертикальными полосками. Переход заметен.
С 106–190 см	– буро-желтый, слабокарбонатный песок, вскипающий от соляной кислоты. Почва: аллювиальная серо-гумусовая (дерновая) глубококарбонатная слабогумусированная среднемогущая суглинистая на песчаном карбонатном аллювии.

Из морфологических данных описаний разрезов можно заключить, что основными морфологическими особенностями этих почв являются значительная мощность гумусового горизонта и более темная его окраска, а также отсутствие выраженного горизонта оподзоливания. Почва луговой безлесной поляны (разрез № 330) по гранулометрическому составу более тяжелая (легкосуглинистая), а также содержит и больше гумуса. Причина – более богатая по составу растительность из степных злаков, способная после отмирания оставлять большее количество органической подстилки и корней, чем сосновые боры. Надо полагать, что и состав гумуса в этих почвах более сложен и приближен к гумусу черноземов. Вместе с тем и в почвах полей, лишенных леса, запасы гумуса не так значительны из-за легкого гранулометрического состава почв и слабо протекающих процессов почвообразования. Преобладающий серый оттенок окраски гумусового горизонта и близкое залегание от поверхности грунтовых вод дают основание диагностировать эти почвы в основном как тип аллювиальные серогумусовые.

Переходим к описанию почв прирусловой части поймы р. Боровки.

Разрез 2999. Заложен на песчаной невысокой гривке в 168 м от русла, заливаемая прирусловая пойма, растительность отсутствует. Вскипание с поверхности и по всему профилю бурное.

- I 0–10 см – светло-серый, современный наилок, супесчаный, перебитый, тонкослоистый, слабоуплотненный. Переход заметный по текстуре, вскипает бурно.
- II 10–54 см – светло-серый, слегка уплотненный, песчаный, аллювиально-слоистый. Переход постепенный, вскипает бурно.
- III 54–81 см – светло-серый, песчаный с супесчаными косыми прослойками 1,5–2,0 см, непрочный, слабоуплотненный, вскипает бурно.
- IV 81–104 см – прослойка песка иловатого, слегка уплотненный, светло-серый, вскипает бурно.
- V 104–158 см – серый, песчаный, перебитый, рыхлый, ниже – грунтовая вода.
- Почва: аллювиальная слоистая типичная слабогумусированная карбонатная легкосуглинистая супесчано-песчаная на песчаном аллювии.

Разрез № 3099. Заложен в 230 м от русла р. Боровки, на малозаметном понижении между песчаными гривками. Растительность – куртинки папоротника.

- I 0–12 см – сероватый, легкосуглинистый, прослойки 1–2 см суглинистого наилка, уплотненный, корни растений редко, вскипание от 10%-ной HCl бурное.
- II 12–31 см – серый, песчано-супесчаный (неоднородный), слабоуплотненный, отдельные корни травянистой растительности, вскипает. Переход слоистый.
- III 31–54 см – серый, слоистый (тонкие прослойки), песчаный, вскипает еле заметно. Переход постепенный.
- IV 54–91 см – серый, слоистый, песчаный, влажный, единичные корешки травянистой растительности, не вскипает. Переход постепенный.
- V 91–130 см – темно-серый, легкосуглинистый, бесструктурный, слегка уплотненный, влажный, вскипает бурно.
- VI 130–171 см – серый, очень влажный, к низу мокрый, песчаный, тонкие прослойки ила, вскипает бурно до грунтовой воды.
- Почва: аллювиальная слоистая типичная слабогумусированная карбонатная песчано-супесчаная на песчаном аллювии.

Разрез № 182, кв. 133. В 150 м от русла р. Боровки. Слабо всхолмленная песчаная гряда, вытянутая по направлению русла. Разрез заложен на склоне гряды. Кустарниковая растительность отсутствует, куртинки папоротника.

- I 0–2 см – солевая корочка с белесыми выпуклостями солей CaCO_3 . Бурно вскипает от HCl.
- II 2–23 см – тонкослоистая супесь с прослойками суглинка, окраска пестрая – сочетание светло-серого, серого, бурого и желтого оттенков, суглинисто-супесчаный, вскипает от HCl.
- III 23–28 см – прослойка суглинистого ила темно-серой окраски, вскипает от HCl.
- IV 28–57 см – буровато-серый, перебитый, тонкослоистый песок.
- V 57–65 см – прослойка крупнозернистого отсортированного песка желтовато-серой окраски.
- VI 65–113 см – тонкослоистый, мелкозернистый песок серой окраски.
- VII 113–130 см – слоистый, желто-бурый песок сильно увлажненный, на глубине 130 см просачивается вода.
- Почва: аллювиальная слоистая типичная слабогумусированная карбонатная на песчаном аллювии.

Разрез № 86. В 100 м восточнее дороги на с. Палимовку и в 250 м западнее озера. Угодье – пастбище (временно распаханно под картофель). Вскипание от 10%-ной HCl с 89 см.

- PUca 0–26 см – темно-серый, комковатый, уплотнен, глинистый. Переход ясный.
- AUca 26–45 см – свежий, серый, комковатый, плотный, глинистый. Переход постепенный.
- Qca 45–70 см – серовато-бурый, комковато-ореховатый, глинистый. Переход постепенный.
- BC 70–97 см – свежий, темно-бурый, глинистый, комковато-зернистый, плотный. Переход постепенный.

Сса 97–170 см – свежий, желто-бурый, глинистый.

Почва: агрогумусово-гидрометаморфическая (луговая) глубококарбонатная среднеспособная на желто-бурой карбонатной глине.

Разрез № 57. Заложен северо-западнее пос. Лебяжий, в 100 м северо-западнее от дороги и в 400 м юго-западнее леса. Угодье – улучшенный сенокос (предварительная культура). Вскипание от НСІ с 49 см.

AU 0–29 см – свежий, темно-серый, легкосуглинистый, комковато-пылеватый, рыхлый, корней много. Переход заметный по линии пахоты.

AU 29–49 см – увлажнен, темно-серый, легкосуглинистый, комковатый, уплотнен, корней меньше. Переход постепенный.

Qca 49–123 см – влажный, палевый, супесчаный, уплотнен, бесструктурный, корни единично. Переход заметный.

Qca 123–136 см – мокрый, темно-серый с ржавыми пятнами, глинистый, комковато-зернистый, уплотнен, корни единично. Переход заметный.

Сса 136–150 см – мокрый, бурый с сизыми и ржавыми пятнами, тяжелосуглинистый, бесструктурный, плотный, корней нет, признаки оглеения.

Почва: гумусово-гидрометаморфическая (луговая) глубокоглееватая карбонатная среднеспособная на тяжелом суглинке (иловатом).

Приведенные выше морфологические описания разрезов и результаты анализа гранулометрического состава пойменных почв рек Боровки и Самары (табл. 42) свидетельствуют о легком гранулометрическом составе почв и слоистости их профиля. В профиле большинства почв преобладает фракция мелкого песка (0,225–0,05 мм), затем крупного и среднего песка (1,0–0,25 мм) и крупной пыли (0,05–0,01 мм). Содержание этих песчаных фракций довольно значительно варьирует как в пространстве, так и в профиле при явном его увеличении в нижней части. Количество ила (фракция < 0,001 мм) почти во всех почвах невысокое, а в почвах центральной поймы р. Боровки его значительно меньше. Не увеличивается его содержание и в горизонте В, что свидетельствует об отсутствии иллювиального перераспределения ила по профилю почвы.

Почвы поймы р. Самары по гранулометрическому составу относятся к более тяжелым. Количество ила достигает в некоторых горизонтах 40% и более. При утяжелении гранулометрического состава почв резко возрастает количество гигроскопической влаги.

Материалы физико-химического анализа почв (табл. 43) свидетельствуют о том, что почвы как центральной поймы, так и приустьевой, профиль которых почти в 2 раза богаче частицами физической глины (сумма фракций < 0,01 мм), отличаются высокими содержанием и запасом гумуса. Выше уже отмечалось, что отдельные участки центральной поймы р. Боровки лишены древесной растительности и покрыты густой травянистой растительностью, участие в почвообразовании отмерших остатков которой влечет за собой повышенное накопление гумуса, особенно в верхних горизонтах почвы.

Содержание азота и его изменение по профилю обусловлены содержанием гумуса и его изменением. В верхнем горизонте почв отношение C : N находится в интервале 8–14,8, к низу это отношение сужается.

По количеству подвижной фосфорной кислоты почвы центральной поймы р. Боровки также несколько богаче почв, расположенных на первой и второй надпойменных террасах, что обусловлено повышенным содержанием гумуса. В некоторых почвах содержание фосфора по мере углубления увеличивается и

Таблица 42

Гранулометрический состав пойменных почв рек Боровки и Самары

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, размером, мм						Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро-влажа, %
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
Центральная пойма р Боровки									
<i>Аллювиальная дерновая слабогумусирования легкосуглинистая</i>									
2899	O 0-5	1,26	63,28	9,58	10,05	8,90	10,30	29,28	4,18
	AY 5-15	2,80	65,36	8,24	9,00	6,00	8,60	23,60	3,01
	AYe 30-40	3,66	68,30	6,64	4,00	6,00	8,40	18,40	2,42
	AY1 60-70	4,77	69,34	7,31	5,00	6,30	7,28	18,58	2,30
	AY2 100-110	4,89	69,70	3,48	3,10	5,53	7,30	15,43	1,54
	C1 190-200	4,08	71,04	3,17	2,00	4,40	5,31	11,71	1,11
1799	O 0-4	5,00	71,84	7,11	6,44	4,17	5,44	16,05	6,44
	AY 4-16	5,28	72,72	6,84	7,00	3,10	4,16	14,26	5,21
	AY1 25-35	1,95	83,20	5,40	3,00	2,15	4,30	9,45	1,36
	AY2 56-66	1,94	84,56	3,80	3,11	3,00	3,59	9,70	0,96
	AY3 90-100	1,90	89,65	2,90	1,15	1,24	3,16	5,55	0,94
	AY4 126-136	1,51	92,60	0,88	2,41	0,80	1,30	5,01	0,82
	C 160-170	2,28	90,80	3,01	2,64	0,30	1,00	3,91	0,70
	C 206-216	1,58	95,36	2,00	0,46	0,10	0,50	1,06	0,72
<i>Аллювиальная дерновая слабооподзоленная среднемоющая супесчаная (дубово-липовый сосняк)</i>									
197	O 0-5	5,28	73,72	6,81	Не определяли		14,24	5,41	
	AY 5-15	5,23	73,72	6,81	—		14,24	5,21	
	AYe 25-35	0,95	84,28	5,10	—		9,67	1,30	
	AY1 55-65	0,94	86,85	3,86	—		8,30	0,98	
	AY2 90-100	0,90	90,05	2,96	—		6,09	0,91	
	AY3 125-135	0,51	96,66	0,38	—		2,45	0,80	
	C 160-170	1,28	92,81	3,07	—		2,84	0,72	
	C 200-210	0,58	97,30	1,00	—		1,12	0,74	
<i>Аллювиальная дерновая малогу́мусная среднемоющая легкосуглинистая</i>									
16	O 0-10	—	—	—	—	—	—	—	—
	AY 10-20	0,8	36,2	35,0	6,1	10,5	11,6	28,2	3,9
	AY1 60-70	1,0	19,1	39,8	6,3	13,6	20,2	40,1	4,8
	B 100-110	2,0	9,1	30,8	10,4	19,3	28,4	58,1	4,7
	AY погр. 150-160	3,4	33,0	21,2	9,7	13,4	19,3	42,4	3,8
	BCca 200-210	10,2	40,1	19,8	2,7	13,3	13,9	29,9	2,6
<i>Аллювиальная дерновая слабогу́мусная среднемоющая супесчаная с аллювиальным наносом</i>									
14	O 0-10	—	—	—	—	—	—	—	—
	AY 10-20	4,6	56,5	23,4	0,2	6,5	8,8	15,5	1,7
	AY1 45-55	2,2	41,1	35,1	6,3	6,6	8,7	21,6	3,7
	B 80-90	2,8	40,9	32,5	6,2	8,6	9,0	23,8	3,1
	BC 140-150	5,2	41,0	25,0	8,2	9,8	10,8	28,8	2,7
	C 200-210	15,8	29,2	35,3	1,6	7,9	10,2	19,7	1,5

Окончание табл. 42

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, размером, мм						Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро-влажа, %
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
<i>Аллювиальная дерновая слабогумусированная среднесиловая легкосуглинистая</i>									
57	P 0-29	20,2	38,2	13,6	2,9	9,5	15,6	28,0	2,8
	B 29-39	21,3	43,8	9,4	1,8	8,9	14,8	25,5	2,6
	BC 50-60	23,9	56,8	2,9	1,2	5,9	9,8	16,9	1,7
	BC 110-120	—	—	—	—	—	—	8,5	0,3
	A погр. 125-135	—	—	—	—	—	—	77,7	4,8
	C 140-180	—	—	—	—	—	—	52,2	2,8
<i>Центральная пойма р. Самары</i>									
<i>Аллювиальная дерновая малогумусная среднесиловая тяжелосуглинистая</i>									
91	P 0-26	10,2	27,9	10,9	9,5	15,6	25,9	51,0	4,3
	AY 26-36	10,0	31,8	6,9	12,2	15,3	24,3	51,8	4,5
	AY1 70-80	14,6	33,4	13,8	5,6	7,8	24,8	38,2	3,8
	BC 110-120	10,6	49,9	9,4	8,0	8,3	18,8	30,1	2,6
	C 190-200	11,2	9,2	34,3	9,7	8,6	27,0	45,3	1,8
<i>Аллювиально-дерновая малогумусная среднесиловая глинистая орошаемая</i>									
94	P 0-24	0,1	8,9	19,5	15,0	23,3	38,2	76,5	5,8
	AY 24-34	0,1	1,5	22,4	19,0	19,2	37,8	76,0	6,1
	AY1 55-65	0,4	10,0	20,6	18,7	17,1	38,2	69,0	6,2
	BC 100-110	0,6	14,5	16,1	12,6	16,0	40,2	68,8	4,8
	C 190-200	0,4	28,1	38,9	7,4	8,8	21,4	37,6	1,7
<i>Аллювиально-дерновая солонцеватая малогумусная среднесиловая глинистая</i>									
178	P 0-34	1,5	7,8	14,1	9,2	19,7	48,2	77,1	
	AY 34-44	1,8	9,2	13,2	6,8	15,8	58,2	75,8	
	C 170-180	17,8	51,8	7,8	2,2	2,6	28,3	33,1	
<i>Прирусловая пойма р. Боровки</i>									
<i>Аллювиальная слоистая слабогумусированная песчаная</i>									
2999	I 0-10	27,60	48,44	19,81	1,04	1,10	2,01	4,15	0,70
	II 10-4	37,21	43,15	13,40	0,28	2,15	3,81	6,24	0,82
	III 54-81	38,04	46,21	7,64	0,72	3,70	3,69	8,11	1,04
	IV 81-104	43,32	40,44	9,23	1,72	1,26	3,96	7,01	1,00
	V 104-158	40,21	38,68	15,67	1,54	1,54	2,36	5,44	0,70
<i>Аллювиальная слоистая карбонатная легкосуглинисто-супесчаная</i>									
3099	I 0-12	12,45	41,64	24,27	6,30	7,31	8,03	21,64	1,34
	II 12-31	14,28	42,15	33,15	0,28	4,59	5,55	10,42	1,00
	III 31-54	24,24	40,72	25,17	1,97	3,17	4,73	9,87	1,04
	IV 54-91	29,72	38,28	24,46	1,36	2,30	3,88	7,54	1,02
	V 91-130	28,47	29,33	22,55	4,21	6,27	9,17	19,65	2,11
	VI 130-171	30,21	41,82	18,11	2,46	3,03	4,37	9,86	1,74

Таблица 43

Физико-химические свойства пойменных почв рек Боровки и Самары

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	pH		Гумус, %	CO ₂ , %	Поглощенные основания, мг-экв					Степень насыщенности основаниями, %	Подвижные формы, мг/100 г			Отношение C : N				
		водный	солевой			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Азот по Кельдалю	Сумма	Емкость поглощения		P ₂ O ₅	K ₂ O						
Центральная пойма р. Боровки																			
Аллювиальная дерновая насыщенная сильномультированная среднесуглинистая																			
38	P 0-26	7,2		5,4		26,2	13,0		39,2			15,66	50,0						
	AY 26-36	7,2		5,4		34,4	2,0		36,4			15,44	27,5						
	AY1 90-100	7,2		4,3		20,0	16,0		36,0										
	BCsa 160-170	7,4			1,93														
	Csa 200-210	7,5			5,51														
Аллювиальная дерновая среднемультированная среднесуглинистая																			
16	AY 10-20	7,2		4,1		26,0	6,0		32,0			9,90	15,0						
	AY1 60-70	7,2		4,6		22,8	17,2		40,0			8,85	12,5						
	B 100-110	7,2		2,1		22,4	17,2		39,6										
	AYпогр. 150-160	7,2																	
	BCsa 200-210	7,2																	
Аллювиально-дерновая слабоумультированная среднесуглинистая																			
57	P 0-29	7,2		3,9		24,0	6,8		30,8			5,0	3,9						
	AY 29-39	7,3		3,5		18,8	8,8		27,6			5,0	3,5						
	BCsa 50-60	7,5		0,6	1,44	10,0	8,0		18,0				0,6						
	BCsa 110-120	7,5			1,09														
	AYпогр.са 125-135	7,5			5,84														
Аллювиальная дерновая среднемультированная легкосуглинистая																			
330	O 0-5	6,0	8,77					0,58	23,78	26,32	90,3	9,0	10,50	8,0					
	AY 10-20	5,8	6,76					0,43	22,78	25,82	88,2	10,0	7,60	9,0					
	AY1 30-40	6,3	1,50					0,067	20,88	21,64	96,5	14,0	4,75	12,9					
	Bca 50-60	7,1	1,06					0,080	9,28	9,79	94,8	18,7	4,75	8,0					

[illegible]

в горизонте В2 достигает максимума. Это в какой-то мере характеризует наличие процесса оподзоливания. Миграция элементов-органогенов (азота, фосфора и калия) по профилю почвы и их накопление на барьерах (в горизонте В, на прослойках псевдофибр) имеет, как уже отмечалось ранее, большое значение в повышении устойчивости фитоценозов бора.

Сумма поглощенных оснований и емкость поглощения находятся в прямой зависимости от содержания гумуса и гранулометрического состава почв. В супесчаных почвах она едва достигает 10 мг-экв, а в тяжелосуглинистых иногда превышает 30 мг-экв на 100 г почвы. По профилю этот показатель распределяется в соответствии с изменением содержания гумуса и частиц физической глины.

Величина гидролитической кислотности в верхних горизонтах незначительна (1,8–2,5 мг-экв), причем книзу она уменьшается. Ввиду того, что пойменные почвы богаче физической глиной, они имеют и большую обменную способность, а степень насыщенности основаниями достигает 90% и более, что свидетельствует о весьма слабом проявлении подзолообразовательного процесса; рН водной и солевой суспензии находится в слабокислом и нейтральном интервалах. Книзу профиля реакция, как правило, приближается к нейтральной, а при явном наличии карбонатов – к щелочной.

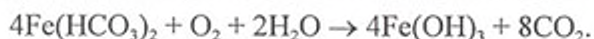
Таким образом, в целом почвы поймы р. Боровки отличаются от почв ее первой и, особенно, второй надпойменных террас более утяжеленным гранулометрическим составом, повышенным содержанием гумуса и поглощенных оснований. Они наиболее обеспечены элементами минерального питания, а также обладают более высокой поглотительной способностью. Современные антропогенные воздействия (высокая степень освоения под пашню делювиальных склонов верховьев долин р. Боровки, наличие Боровской оросительной системы и т. д.) накладывают определенный отпечаток на весь ход почвообразовательного процесса, формируя ряд антропогенно преобразованных почв (засоленных, осолонцованных и т. д.). Аллювиальные слоистые почвы прирусловых частей пойм находятся под воздействием современных аллювиальных процессов, обуславливающих строение профиля и свойства (слоистость, карбонатность и т. д.).

7.5. ПОЧВЫ ПОЛУВЫСОХШИХ БОЛОТ И СТАРИЦ

Ствол органогенных почв (Классификация..., 2004), профиль которых (весь или его большая часть) состоит из органического материала, обычно из торфа любого ботанического состава и степени разложения, замыкает ряд гидроморфных почв Бузулукского бора. Почвы лугово-болотного и болотного типов занимают небольшие площади и встречаются в виде отдельных пятен, узких извилистых полос (лент) среди древнеаллювиальных почв террас и аллювиальных почв поймы р. Боровки. Они в основном приурочены к притеррасным понижениям и переходам одной террасы в другую (мочажины, старицы, полувысохшие болота), от первой террасы к пойме, к подножию второй террасы р. Боровки. Подобные понижения и котловины заняты обычно ольхово-березовым лесом с осоково-злаковой растительностью. Почвы заболоченных мест имеют облик иловато-болотных, часть из них в той или иной степени оторфована. Почвы в целом высокогумусные, часто переувлажнены, имеют разнообраз-

ное строение профиля и разную степень обеспеченности питательными веществами — органогенами. Особенно высокое содержание азота характерно для гидроморфных почв ольшаников. Черная ольха — порода, способная накапливать азот атмосферы с помощью клубеньковых бактерий, образующих коралловидные клубеньки на корнях (Гаель, Маланьин, 1971).

Недостаток кислорода в почвенном воздухе и почвенном растворе приводит к тому, что органические соединения в процессе микробного разложения начинают окисляться за счет кислорода, связанного с минеральными соединениями, способными восстанавливаться. К ним относятся главным образом соединения окисного, трехвалентного железа, в меньшей мере — соединения марганца. В процессе восстановления, характерного для условий избыточного увлажнения (болотные почвы), образуются соединения двухвалентного, закисного железа $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$. При периодическом увлажнении закисное железо при доступе кислорода снова окисляется. Формула имеет следующий вид:



В процессах восстановления и окисления принимают участие различные микроорганизмы. Ионы двухвалентного железа вступают в реакцию с кремнеземом и глиноземом, образуя с ними вторичные алюмоферрисиликаты, в состав которых входит и закисное железо (голубоватая окраска — глееватость, в отличие от минералов, содержащих окисное железо (буроватые, красные тона)). В природных водах Бузулукского бора концентрация трехвалентного железа в виде двуокиси железа $(\text{Fe}(\text{OH})_3)$ достигает многих десятков миллиграммов на 1 л. В результате образуются ржавые пятна, примазки, ортзанды и т. д. Качество питьевой воды ухудшается. Вместе с двууглекислым кальцием $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$, которого много содержат подстилающие породы, они придают воде жесткость. Бикарбонат кальция выпадает из раствора в периоды сухости, накапливаясь иногда в профиле почвы.

Заболоченные зоны играют важную роль в водном режиме бора, регулируя расход воды в реках и «утоляя» жажду леса, особенно в сухие циклы. Вода заболоченных участков содержит органические и минеральные вещества, необходимые для растений. Сохранение заболоченных мест в естественном состоянии, охрана всех водных местообитаний в бору необходимы для водоплавающей дичи. Болота («молодость земли») служат своеобразной «губкой», удерживая избыток воды во время разливов и постепенно отдавая ее летом.

Характерный для этих почв разрез № 391 (кв. 133) был заложен у подножия центральной поймы р. Боровки. Осоковое болото окаймлено березово-ольховым лесом. Поверхность заболоченного участка слабокочковатая, кочки покрыты *Sphagnum*. Травяной покров густой с преобладанием осоки.

- О 0–6 см — бурая дернина.
- AU 6–15 см — темно-бурый, суглинистый, сплошь переплетенный корнями травянистой растительности.
- AU1 15–27 см — темный, почти черный, интенсивно окрашенный, суглинистый, неясно зернистой структуры, слабо уплотненный, влажный. Переход заметный.
- AU2 27–45 см — серовато-бурый с ржавыми охристыми пятнами, иловатый, суглинистый, плотный, мокрый. Переход постепенный.
- AU3 45–89 см — грязно-бурый с сизоватым оттенком, с признаками оглессения, в верхней части горизонта охристые пятна и полосы, суглинистый, сильно уплотненный, вязкий.

Сса 89–110 см – сизовато-серый, очень вязкий, липкий суглинистый, ниже 110 см выступила вода.
Почва: аллювиальная темно-гумусовая глееватая суглинистая.

Среди заболоченных участков встречаются почвы, напоминающие своим строением торфянисто-болотные (перегноино-гидрометаморфический тип) (Классификация..., 2004). Для характеристики этих почв приводим описание разреза № 394, заложенного на первой террасе р. Боровки. Торфянистое болото. Редкие карликовые березы с примесью малорослой сосны. Из кустарниковых – ивняк и редко ракитник. Травяной покров редкий с явным преобладанием трифоля, наиболее развит *Sphagnum*.

- О 0–6 см – бурая дернина.
Q 6–23 см – темно-бурый, почти черный торфянистый слой из полуразложившихся органических остатков, глинистый. Переход ясный.
CQ 23–39 см – темно-серый, супесчаный, бесструктурный, неплотный.
CQ 39–51 см – серый со слабо заметным зеленоватым оттенком, супесчаный.
С 51–80 см – голубовато-серый, влажный супесчаный с признаками оглеения.
С 80–100 см – серый с голубоватым оттенком, супесчаный, ниже 109 см сочится вода.
Почва: торфянисто-болотная глубоко глееватая глинисто-песчаная на песчаном аллювии.

Встречаются также отдельные участки бывших озер. Почвы, приуроченные к ним, довольно своеобразны по строению, поэтому опишем лишь один наиболее характерный разрез.

Разрез № 280, кв. 35. Бывшее оз. Лебяжье. Корявые осины высотой 2–3 м, единично – подрост сосны. Травяной покров средней густоты. Наиболее распространены следующие виды: пырей, осока, полынь, черныбыльник.

- О 0–6 см – серо-бурая дернина, пронизана густой сетью травянистой растительности, обилие мелких ракушек, бурно вскипает от HCl.
AYca 6–33 см – темно-серый, уплотнен, слабокомковатой структуры, супесчаный, бурно вскипает от HCl. Переход резкий.
AYca 33–72 см – белесый, слабокомковатый, плотный (в изломе мелкие ракушки), бурно вскипает от HCl, легкосуглинистый.
BF 72–95 см – буро-серый с частыми охристыми прожилками (спиралевидными), плотный, бесструктурный, супесчаный, вскипания не обнаружено.
BF 95–175 см – буро-желтый песок с вертикальными охристыми полосками и мелкими пятнами, влажный, супесчаный. Переход заметен.
С 175–250 см – буро-серый, однородный, плотный, влажный песок.
Почва: гумусово-гидрометаморфическая карбонатная (с ракушечником) на аллювиальных песках.

В виде отдельных мелких пятен среди аллювиальных почв поймы р. Боровки встречаются аллювиальные карбонатные почвы, приуроченные обычно к плоским понижениям, распространенным при переходе от центральной поймы к современной прирусловой. Эти почвы испытывают на себе влияние грунтовых вод. Часто они занимают небольшие по площади терраски болот (болото Моховое).

Разрез № 1-2003, кв. 176. Заложен 15 июля 2003 г. в 4 кварталах от с. Колтушки на север. Болото Моховое. На болоте – береза, возраст 70–80 лет, вся сухостойная. Разрез открыт в 80–100 м на низкой терраске болота. В болоте – камыш, рогоз и другая растительность. Глубина болота 1,0–1,2 м. Рядом с разрезом леса нет, чуть выше – сосна, береза.

O	0–2 см	– подстилка слабая, сильноувлажненная (идет дождь), полуразложившаяся.
Hca	2–16 см	– буровато-белесоватый от карбонатной муки, сильно влажный, отдельные корни деревьев, слегка уплотненный, пороховатый, легкосуглинистый.
H1ca (AB)	16–35 см	– легкий опесчаненный суглинок, светлее предыдущего за счет обилия карбонатной муки, мелкие мертвые корни деревьев ($d < 1$ см), сильно влажный (мокрый), бесструктурный (непрочно мелкокомковатый). Переход заметный по окраске.
Qca	35–49 см	– белесоватый, супесчаный, сильно влажный (мокрый), слегка уплотненный, упаковка за счет муки карбонатов. Переход заметный по окраске.
Q1ca	49–69 см	– белесый за счет обилия аморфных карбонатов, вязкий как цементный раствор, обизвесткованный, мокрый. Переход постепенный.
CQca	69–80 см	– чуть легче предыдущего за счет меньшего количества карбонатов.
CQca	80–100 см	– песчаный, грунтовая вода поднялась до отметки 90 см, залила низ разреза. Почва: перегнойно-гидрометаморфическая (лугово-болотная) мучнисто-карбонатная легкосуглинистая на песчаных породах, подстилаемых карбонатным мергелем.

В болотных почвах вследствие избыточного застойного увлажнения господствуют анаэробные процессы, затрудняющие разложение растительного опада, что приводит к их консервации и накоплению в виде торфа. Для бора характерны верховые и переходные болота с торфяно-болотными почвами. Они образуются в понижениях надпойменных песчаных террас, в междувалистых понижениях под влиянием застоя атмосферных осадков и грунтовых вод. В этих почвах развивается олиготрофное торфонакопление.

Формирование перегнойно-болотных почв (аллювиальные болотные почвы) низинных болот (типа перегнойно-гидрометаморфических – Классификация..., 2004) связано с особыми условиями – дополнительным питанием почв грунтовыми или поемными водами. Обычно эти почвы развиты в притеррасных пойменных понижениях, в ложинах стока, в местах близкого залегания карбонатных пород. Мощность перегнойного торфа до 1 м. Профиль характеризуется высокой степенью минерализации торфа, слабокислой (нейтральной) реакцией и высоким содержанием поглощенных оснований. Эти признаки свидетельствуют о богатстве этих почв минеральными элементами (рис. 33).

Там, где ближе к поверхности поднимаются жесткие грунтовые гидрокарбонатно-кальциевые воды, они насыщают почву карбонатами. При поверхностном испарении воды углекислый кальций остается в почве, образуя карбонатные горизонты (форма новообразований карбонатов – известковая мука, горошины, мицелий). Строение таких почв характеризует описание разреза № 360 (кв. 119).

O	0–4 см	– темно-бурый, дерновинный, переплетен корнями травянистой растительности, легкосуглинистый.
AU	4–16 см	– темный, уплотненный, переплетен корнями травянистой растительности, супесчаный. Переход не выражен.
AU1	16–25 см	– темно-серый, бесструктурный, плотный, супесчаный. Переход замечен слабо.
Qca	25–48 см	– буровато-серый с белесоватыми карбонатными пятнами в нижней части горизонта, супесчаный, плотный.
Q1ca	48–80 см	– буро-желтый карбонизированный песок.
CQca	80–150 см	– белесый карбонизированный довольно влажный песок, бурно вскипающий от соляной кислоты. Почва: гумусово-гидрометаморфическая карбонатная среднесиловая легкосуглинисто-супесчаная на аллювиальном песчаном карбонизированном песке (дерново-луговая – Классификация..., 1979).

7.6. ПОЧВЫ ПРИБОРОВЫХ И ВНУТРИБОРОВЫХ ВОДОРАЗДЕЛОВ ОБЩЕГО СЫРТА

Геосистемы сыртов и их склонов, расположенных вокруг Бузулукского бора, а в ряде мест и внутри него (Паникинский Сырт и др.), находятся под воздействием микроклимата, созданного Общим Сыртом, а также самим бором, а черноземные почвы унаследовали ряд свойств и режимов, присущих лесным песчаным почвам. Для плакорных участков лесостепи «тучный выщелоченный чернозем» является характерным членом почвенного покрова описываемого района, своего рода «географической нормой его» (Носин и др., 1949).

Первые исследователи почвенного покрова Заволжья и Предуралья С.С. Неуструев (1918) и Л.И. Прасолов (1939) подчеркивали, что «лесистые территории» характеризуются своеобразными слабооподзоленными черноземами, которые «несут явные следы влияния леса, частью теперь уничтоженного». Главным признаком влияния леса они считали малую мощность гумусового горизонта, «гороховатость» структуры и высокое (до 14%) содержание гумуса.

По «Классификации и диагностике почв России» (2004) черноземы относятся к отделу аккумулятивно-гумусовых почв, а выщелоченный чернозем – к типу черноземов глинисто-иллювиальных, среди которых преобладают подтипы типичных и очень редко – оподзоленных. По «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) они диагностируются как подтипы выщелоченных и оподзоленных черноземов. Перегибы и расчлененные склоны заняты подтипами черноземов сегрегационных (обыкновенных), дисперсно-карбонатных, а иногда и солонцеватых.

Почвообразующие породы – флювиогляциальные пески и супеси, ранее тонким шлейфом были накинута на элювиально-делювиальные покровы окружающих бор сыртов и их склонов, а затем перебиты и перемешаны с местным делювием. Таким образом, почвообразовательные процессы на этих сыртовых пространствах протекают в той или иной мере на двучленных (гетерогенных) почвообразующих породах – песках, супесях и суглинках, подстилаемых с глубины 50–80–150 см или делювиальными карбонатными (легкими и средними) суглинками, обладающими литологической неоднородностью (в результате делювиальных процессов четвертичного периода), или делювиальные пески, супеси и суглинки лежат непосредственно на коренных породах перми – карбонатных мергелях¹⁴.

Необходимо различать почвы высоких, плоских и относительно выровненных участков и их пологих северных склонов внутриборовых плакоров, занятых черноземами типичными и частью оподзоленными (Классификация ..., 2004), на которых формируются нагорные дубравы: дубняк нагорный свежий (липовый) III (II) бонитета с единичной сосной, глубиной грунтовых вод менее 5 м, а по тальвегам балок и прибалочным склонам дубняк нагорный влажный с единичной сосной и примесью липы и березы, с глубиной грунтовых

¹⁴Выделены и подбурь дерновые оподзоленные литобарьерные, лежащие на двучленных породах.

вод 3–5 м. Здесь почвенно-гидрологические и экологические условия наиболее благоприятны для лесных ценозов: наличие близко от дневной поверхности плотных пермских пород – относительных водоупоров, на которых лежат легкие суглинки и супеси, что обеспечивает всему верхнему этажу почвогрунтов хорошую водопроницаемость и водоудерживающую способность, а также оптимальный пищевой режим для фитоценозов. На приборовых водоразделах (байрачные дубравы влажные и свежие с типичными и частью оподзоленными черноземами) и их сухих южных склонах, где преобладают черноземы обыкновенные карбонатные (сегрегационные), с глубиной грунтовых вод более 5 м произрастает дуб черешчатый с примесью липы, березы, ясеня и клена. Все эти группы так называемых трансформированных «производных дубрав» возникли на месте сложных боров (сосняков) из бывшего второго яруса после рубок леса и отсутствия в них естественного (и искусственного) возобновления как сосны, так и дуба – наиболее ценных пород бора. Антропогенно трансформированные дубравы, как, впрочем, и большинство типов боров, потеряли свой коренной облик в результате неоднократных рубок (Смирнов, Камышова, 2005).

Структура почвенного покрова и лесной подстилки фитоценозов большей части боров в результате пастьбы скота и техногенно-рекреационных нагрузок также претерпела ряд изменений. Часто в фитоценозах преобладает сорная растительность.

На значение литогенного фактора пород и «вообще геологии на распределение растительности, а следовательно, почв, усложняющего роль климата», указывал С.С. Неуструев (1916). В отношении приборовых водоразделов Общего Сырта он писал, что «черноземный покров здесь очень разорван, в него врезаются пятна других почв, обусловленные характером растительности (серые лесные почвы), свойствами геологии и рельефа (боровые пески, различные грубые почвы). Особенно большое развитие древних коренных пород и изрезанность рельефа разрушительно влияют на черноземный покров, а разнообразие пород сильно отражается на геологических и механических вариантах чернозема и делает изучение их весьма затруднительным: слишком разнороден материал» (с. 421). Сетую на то, что «неизвестны местные различия климата от высоты и положения», он отмечал, что «низкие области у слияния Самарки и Кинеля носят степной характер, высокие плато и склоны на север от г. Бузулука – лесной и лесостепной», и что «леса по правобережью Самарки и Тока, а в том числе и Бузулукский бор и Красносамарская дача, связаны тесно с почвенно-грунтовыми факторами – с песками» (с. 409), что «большинство почв под лесами супесчаные или легкие – суглинистые. Может быть, при глинистых грунтах мы многих лесов и, следовательно, почв оподзоленных в той или другой степени не видели бы» (с. 420).

Климатические условия почвообразования, связанные со спецификой рельефа и литологией пород Общего Сырта (в том числе и в Бузулукском бору), влияют на направленность педогенеза. При этом литологический фактор влияет и на все остальные факторы географической среды: местный климат, изменение типов растительности, моделирование рельефа, регулирование хода почвообразовательного процесса и относительного возраста почвообразования, определяя часто классификационное положение почв. Поэтому здесь рядом

встречаются самые разнообразные почвы: подбуры дерновые оподзоленные, черноземы оподзоленные и типичные (Классификация ..., 2004), сегрегационные и т. д. Приборовые опесчаненные плакоры (как, впрочем, и все правобережье рек Самары и Тока) – весьма необычный в почвенном отношении участок лесостепи на границе со степью, высокое разнообразие почв в которых способствует увеличению разнообразия лесостепных и степных экосистем, требующих изучения.

Например, пески Южного Приуралья приурочены к песчаным комплексам на контакте выходов юрских песков и слабосцементированных песчаников. Эти пески, слагающие междуречье Илека и М. Хобды, впрочем, как и пески бора, подверглись в прошлом сильному воздействию текущих водных артерий, были размывы, выведены из коренного залегания, перемыты и вновь отложены на местах своего первичного положения, почти *in situ*. Подобной переработке подверглись и пески Зауралья – продукты выветривания гранито-гнейсов и других пород.

Контакт факторов почвообразования, произошедший при очередном экспонировании в голоцене материнских пород в Предуралье и Зауралье, как на высоких водоразделах, так и на их склонах инициировал целый спектр структурных, физических и химических изменений при формировании почвенных профилей. Возникновение почвы как вертикально структурированного природного тела связано с дифференциацией по глубине так называемых твердофазных остаточных продуктов функционирования, контролируемых факторами биологической и, особенно, литогенной природы, что является объективной чертой почвообразования и не противоречит существующим закономерностям генезиса почв на покровных и делювиальных лессовидных суглинках. Для строения профиля литогеннообусловленных почв на данной стадии генезиса характерно наличие двух видов смежных горизонтов (педогенного и литогенного) в одном профиле. Это наблюдается и в случае формирования выщелоченных черноземов на лессовидных делювиальных суглинках, находящихся на склонах возвышенностей, профиль которых имеет два вида иллювиальных горизонтов (педогенный и литогенный, причем последний расположен, как правило, ниже), находящихся в одном профиле. На подтиповом уровне классификации черноземов эти почвы также являются выщелоченными с единой схемой прогрессивных изменений, определяемых литогенными и педогенными факторами. Их отличие заключается только в особенностях и глубине залегания иллювиальных горизонтов. В выщелоченных черноземах литогеннообусловленное «выщелачивание» карбонатов и, следовательно, линия вскипания от 10%-ной HCl находятся на большей глубине, чем педогенный иллювиальный горизонт.

Таким образом, в почвах с повторным экспонированием плаща песчаного материала степень и тренд литогенной трансформации профилей направлены в сторону большего выщелачивания (разупорядоченная матрица). Как показали наши наблюдения, процесс самоорганизации почвенной системы в ходе почвообразования при добавке и экспонировании песчаного материала в фазу литогенеза привел к дифференциации профиля на функциональные зоны (педогенную и литогенную) и качественной реорганизации, морфологически выражающейся в обособлении соответствующих горизонтов.

Почвы с двучленным профилем отличаются усложнением дифференциации по илу – его накоплением на контакте с водоупором (мергелем). Распреде-

ление валового железа, марганца и щелочноземельных металлов элювиальное. В оглеенном тиксотропном горизонте содержится в небольшом количестве оксалаторастворимое железо. Отсюда следует вывод о наличии в контактном горизонте фрагментов глеевого процесса без существенного выноса продуктов почвообразования и при ограниченном передвижении по профилю R_2O_3 . Ниже расположен тиксотропный, но уже карбонатный слой – своеобразный гранулометрический барьер, специфичный для приборовых и внутриборовых плакоров, который прочно удерживает почвенную влагу и ее передвижение в глубину практически прекращается (временный застой влаги, педотурбации). На склонах сыртов расположены деформированные почвы благодаря обильному стоку по относительному водоупору и педотурбациям. Избыток влаги удаляется из почвы в результате бокового растекания, поэтому застоя влаги нет.

Перейдем к описанию почв приборовых сыртов: дерново-подбуров литобарьерных, типичных и сегрегационных черноземов, сформированных на двучленных породах. Почвы Паникинского сырта наиболее типичны для сложных боров, расположенных на сыртовых водоразделах.

Разрез № 2-2006. Заложен 18 мая 2006 г. на Паникинском сырте. Сложный бор – сосняк с дубом, липой, березой. Обнажение левого высокого коренного берега р. Боровки. Высокий холм, склон к руслу р. Боровки. Состояние леса хорошее, единичные крупные сосны, верхний ярус выражен.

O	0–2 см	– черно-бурая, свежая, слабоуплотненная подстилка из листьев, веток, среднесуглинистая.
AU	2–17 см	– буроватый, свежий, среднесуглинистый, пронизан корнями, слабоструктурный.
BF	17–29 см	– буровато-коричневый, среднесуглинистый, слегка уплотненный, много корней.
B1F	29–43 см	– буроватый, средний, тяжелосуглинистый, уплотненный, много корней.
B1Fca	43–90 см	– буро-коричневый, тяжелосуглинистый, вскипает бурно с 90 см. Переходная порода сверху опесчаненная, слабо оглеена, к низу очень тяжелая пермская карбонатная мергелистая глина.
Dca	90–123 см	– коренная легкосуглинистая, мергелистая, карбонатная, бесструктурная порода.
D1ca	123–246 см	– коренная легкосуглинистая мергелистая порода, ниже 246 см – мергель. Видимых скоплений карбонатов не замечено.
Почва: дерново-подбур литобарьерный среднегумусный маломощный среднесуглинистый (двучленный) на среднем суглинке, подстилаемом мергелем.		

По склону много заросших промоин, свидетельствующих о наличии водной эрозии в весеннее время при интенсивном снеготаянии и во время летних ливневых осадков. Относительный водоупор на глубине 0,5–0,7 м, при насыщении верхних горизонтов почвы не пропускает влагу.

В морфологическом строении двучленных почвогрунтов Паникинского сырта, где в сочленениях встречаются черноземы типичные и дерново-подбуров литогенные, средняя мощность лесной подстилки (O) составляет 2–3 см, ниже идет горизонт AU мощностью 15 см – буроватый средний суглинок, далее AUB – буровато-коричневый средний суглинок 17–29 см, не вскипает, горизонт B1 (29–43 см) – тяжелый суглинок буровато-коричневый, не вскипает и горизонт BCca (43–90 см), вскипающий с глубины 90 см, контактный, тяжелоглинистый (иллювиальный), на границе контакта подстилается карбонатным слоистым мергелем. Верхняя часть этой породы разбита сетью трещин, заполненных песча-

но-пылевато-иловатым материалом, который отличается значительной плотностью, призматической структурой. Поверхность структурных отдельностей текстурного горизонта покрыта натечной глинистой кутаной.

В сложных борах, а особенно в дубравах с единичными крупными соснами (Паникинский сырт, разрез № 2-2006), лесная подстилка дерново-подбуров литобарьерных состоит из опавших листьев дуба, липы и хвои сосны. Далее идет перегнойный горизонт, окрашенный в темно-серый цвет с ясным буроватым оттенком. С глубиной окраска переходит в буро-коричневую. По характеру окраски и содержанию перегноя в верхней половине профиля можно выделить два горизонта: верхний, более темный, серый со слабым буроватым оттенком (AU) и нижний, более светлый, но с ясно выраженным буроватым (коричневатым) оттенком. Перегнойный горизонт заканчивается на глубине 32–46 см. Редко в разрезах в нижней части горизонта AU можно заметить легкую кремнеземистую присыпку, указывающую на следы оподзоливания. Характерно равномерное пропитывание перегноем, постепенно ослабевающее с глубиной. Перегной входит в тесное соединение с минеральной частью. Это типичный мягкий перегной – муть (Ремезов, 1951).

Среди дерново-подбуров литобарьерных можно встретить в сочленениях с ними супесчаные или легкосуглинистые типичные, а редко и оподзоленные черноземы, слабо оструктуренные, но в верхней части можно заметить формирование комковато-зернистых отдельностей непрочной структуры. Весь горизонт пронизан большим количеством тонких корней, которых особенно много в верхней части (AU). Глубже 20 см располагается слой наибольшего развития корней древесных и травянистых растений. Распределение главной массы корней ограничено перегнойным горизонтом (AU+B1), глубже проникают лишь отдельные корни древесной растительности.

Ниже перегнойного горизонта идет текстурный горизонт накопления (BC, иллювиально-метаморфический), темно-буро-коричневый, утяжеленного по сравнению с верхними горизонтами гранулометрического состава. Для всего горизонта характерны небольшая слоистость¹⁵ за счет привноса сюда ила и полутонких окислов, а также латерального передвижения влаги и растворимых веществ. На глубине 70–90 см залегает карбонатный горизонт C – типичный пермский мергель, красно-бурого цвета, трещиноватый, по трещинам – кутаны.

Рассмотрим почвы, сформированные в основном на безлесных плакорах, а также под дубравами, расположенными вокруг Бузулукского бора (рис. 34, 35).

Разрез № 9-2001. Заложен (2 июня 2001 г.) на пашне в 2 км южнее с. Булгаково, 400 м правее трассы Оренбург – Бугуруслан. Боровско-М. Кинельский водораздел, ЮЗ пологий склон к р. Боровке, верхняя треть небольшого плоского увала. Посевы яровой пшеницы в удовлетворительном состоянии. Сорняки: вьюнок полевой, конопля, молочай лозный. Сильное уплотнение пахотного слоя (антропогенное переуплотнение). Корневая система пшеницы с трудом осваивает переуплотненный пахотный горизонт, находясь в верхней его части в угнетенном состоянии.

¹⁵Слоистость, как и формирование иллювиального горизонта, может происходить и за счет литогенного фактора – наличия горизонтов супесей и песков.

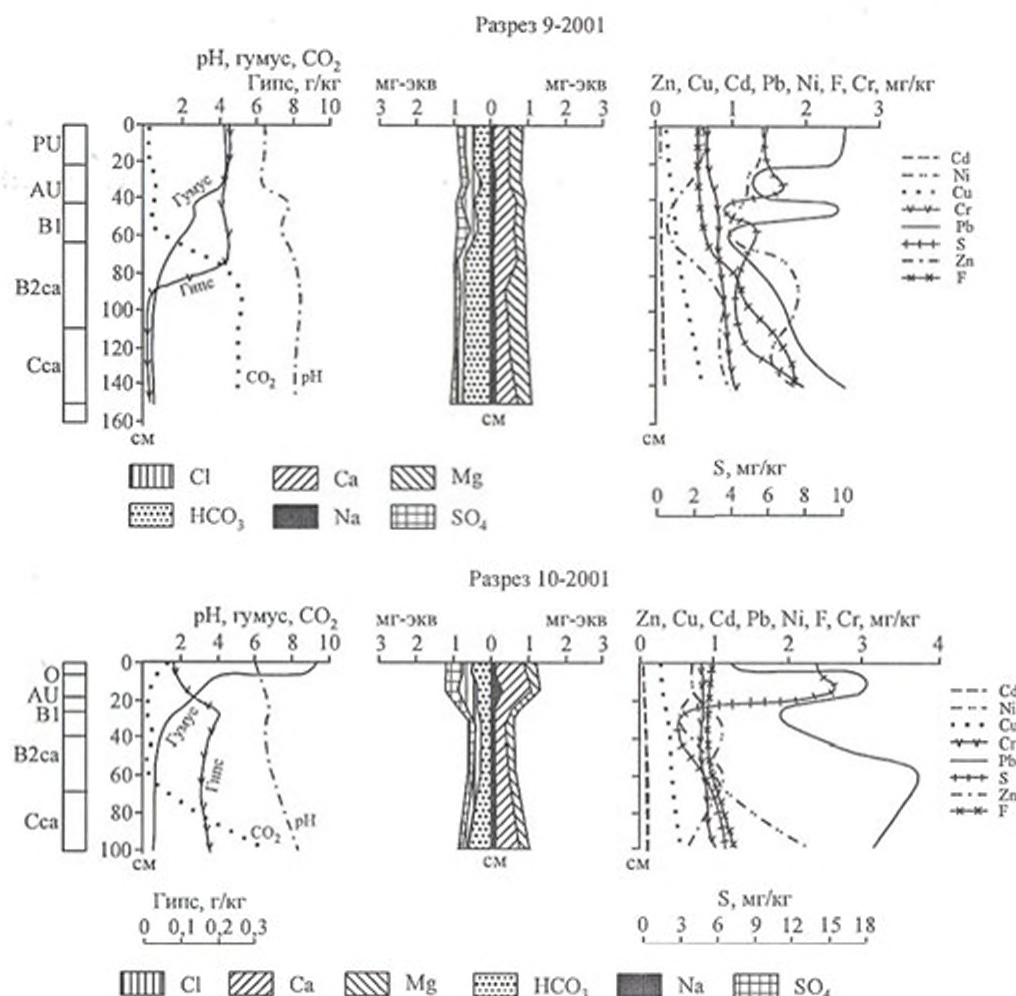


Рис. 34. Физические и физико-химические свойства черноземов глинисто-иллювиальных типичных

- AU 0–21 см – черный, увлажненный, тяжелосуглинистый, плотный, комковато-мелкозернистый, корни только сверху, поживные остатки. Переход заметный по плотности.
- AUB 21–42 см – черный с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, влажный, комковато-зернистый, уплотненный, мелкие корни. Переход заметный по окраске.
- B1 42–63 см – буроватый, неравномерно-окрашенный, влажный, комковатый, потеки гумуса и заклиники породы, отдельные корни. Переход заметный по окраске.
- BCca 63–110 см – буро-коричневый, глинистый, влажный, плотный, вскипает с 64 см, карбонаты в форме псевдомицелия с 65 см. Переход постепенный.
- Cca 110–150 см – желто-бурый, влажный, глинистый, призмический, глянec и кутаны на структурных отдельностях. Белоглазка хорошо оформлена со 110 см.
- Почва: чернозем типичный среднегумусный среднесиловый глинистый на делювиальных желто-бурых карбонатных глинах.

Для черноземов типичных среднегумусных среднесиловых Общего Сырта характерен разрез № 40, заложенный на территории колхоза им. К. Маркса Бузулукского района, на водораздельном плато. Угодье – пашня. Вскипание от HCl с 65 см, выделения карбонатов в форме псевдомицелия с 91 см.

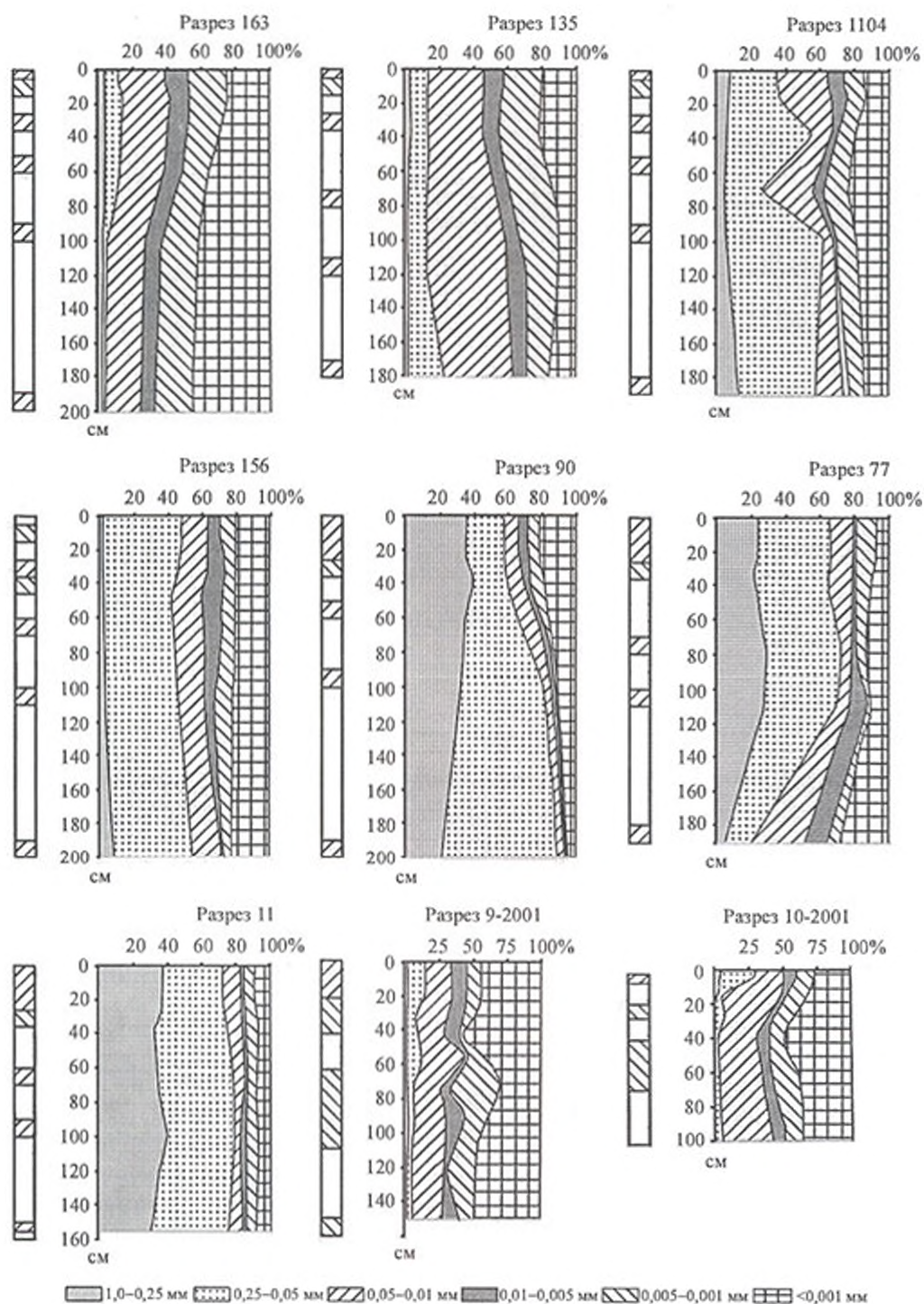


Рис. 35. Гранулометрический состав черноземов глинисто-иллювиальных типичных приборо-
вых и внутриприборовых плаков Общего Сырта

- AU 0–25 см – сухой, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковато-пороховатый, рыхлый, много корней растений. Переход заметный по линии пахоты.
- AU 25–41 см – сухой, темно-серый, глинистый, комковато-зернистый, слегка уплотненный, корни растений. Переход постепенный.
- AUB 41–62 см – сухой, темно-серый с буроватым оттенком, глинистый, комковато-зернистый, уплотненный, корней растений мало. Переход постепенный.
- B1 62–90 см – свежий, темно-бурый, неоднородный по цвету, с затеками гумуса, замытый, глинистый, комковато-призматический, уплотненный, с 80 см плотный, единичные корни. Переход постепенный.
- BCsa 90–123 см – свежий, темно-бурый с затеками гумуса, комковатый, всплывает, плотный, глинистый. Переход постепенный.
- Csa 123–180 см – свежий, темно-бурый, глинистый, плотный, непрочный комковатый.

Разрез № 164. Заложено на северо-западном пологом склоне на территории бывшего колхоза им. Дзержинского (Грачевский район, южнее с. Озерье, в 50 м севернее и 1050 м западнее дороги). Почвообразующая порода – делювиальный желто-бурый карбонатный тяжелый суглинок. Угодье – лесной колос. Вскипание от НС1 с 73 см, выделение карбонатов в форме псевдомицелия с 79 см.

- O – дернина, листья, ветки, травянистая растительность.
- AU 5–15 см – сухой, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, рыхлый, много корней. Переход резкий по плотности и заметный по цвету.
- AUB 15–43 см – свежий, серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, уплотненный. Переход постепенный.
- B1 43–56 см – свежий, неоднородный по цвету, темно-бурый с затеками гумуса, тяжелосуглинистый, комковато-призматический, уплотненный. Переход постепенный.
- BCsa 56–102 см – свежий, желто-бурый с редкими гумусовыми затеками, комковато-призматический, тяжелосуглинистый, карбонаты в форме псевдомицелия. Переход постепенный.
- Csa 102–170 см – свежий, желто-бурый, тяжелосуглинистый, плотный.
- Почва: чернозем типичный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый.

Разрез № 163. Заложено на территории бывшего колхоза им. Пушкина (Бузулукский район) на слабоволнистой равнине на участке гослесфонда, 150 м западнее полевой дороги. Угодье – лес. Вскипание от НС1 со 130 см.

- O 0–5 см – дернина слабооблагороженная, листья, ветки, корни трав.
- AU 5–15 см – темно-серый (почти черный), влажный, глинистый, зернистый.
- AU1 16–26 см – влажный, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, рыхлый, корней много. Переход заметный.
- AUB 28–38 см – влажный, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, уплотнен. Переход заметный.
- B1 38–80 см – свежий, темно-серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, комковато-призматический, уплотненный. Переход постепенный.
- B2 80–100 см – свежий, желто-бурый с редкими гумусовыми затеками, тяжелосуглинистый, комковатый. Переход постепенный.
- Csa 100–200 см – свежий, желто-бурый, плотный, глинистый.
- Почва: чернозем типичный среднемощный глинистый на делювиальной желто-бурой карбонатной глине.

В морфологическом профиле типичного чернозема (см. рис. 34) выделяется гумусовый горизонт А серо-черной (различной интенсивности) окраски с более совершенной, чем в сегрегированном черноземе, зернистой структурой. Переходная толща также существенно отличается от соответствующей части профиля сегрегированных черноземов. Верхняя ее часть (B1) – довольно равномерно прогумусированная, имеет темно-бурую окраску и отчетливую круп-

нозернистую структуру. Здесь отмечаются значительное уплотнение и пластичность в сыром состоянии. В более мощном горизонте В2 темные расплывчатые гумусовые языки, прожилы, потеки перемежаются с негумусированными участками, в окраске которых всегда больше красноватых тонов, чем в материнской породе. Структура здесь призмовидно-комковатая, уплотнение значительное. Горизонты В1 и В2 всегда бескарбонатны. Иногда в горизонте В2 начинается вскипание, особенно у глинистых разновидностей почв пашни.

Нижняя часть переходной толщи – горизонт ВС, где отсутствуют темные гумусовые потеки и прожилки, не имеет признаков вымывания R_2O_3 и обычно содержит выделения карбонатов кальция и магния в форме псевдомицелия и белоглазки. Нередко эти выделения появляются глубже, лишь в безгумусовом карбонатном горизонте Сса, если порода имеет облегченный гранулометрический состав. Из-за различной напряженности элювиального процесса типичные черноземы соединяются здесь, с одной стороны, с сегрегированными, с другой – с оподзоленными через непрерывный ряд «переходных» форм. Впрочем, оподзоленные черноземы, как и типичные, не имеют здесь явных признаков выщелачивания и оподзоливания и встречаются только в западинах плакоров или при наличии значительных примесей песчаной фракции.

Генетически типичные черноземы связаны с режимом усиленного увлажнения верхних горизонтов почвы атмосферными осадками и наличием песчаных фракций. Этот режим может порождаться несколькими причинами. Одна из них – зональный (солярий) характер климата: повышенное количество осадков при невысокой температуре. В ландшафтно-географическом отношении типичные и оподзоленные черноземы приборовых плакоров приурочены к южной лесостепи, где они сформированы на умеренно-карбонатных опесчаненных породах под разнотравно-злаковой растительностью (луговой степью). Располагаются они здесь в лесных массивах, или в их периферийных частях, или на месте недавно сведенных лесов. Очень редко встречаются (как реликты) вдали от лесов, на открытых степных участках, доходя по правобережью Самары до ее верховьев, при этом уменьшается их гумусность. Фрагменты малогумусных выщелоченных черноземов можно встретить на Общем Сырте в верховьях Самары, начиная от ее истоков (Переволоцкий район) на легких по гранулометрическому составу породах.

Типичные черноземы отличаются более мощным гумусовым горизонтом (44–80 см) (табл. 44), довольно хорошо выраженной комковато-зернистой структурой и отсутствием кремнеземистой присыпки. Гумусовый горизонт постепенно переходит в иллювиальный. В глинисто-иллювиальных типичных черноземах сплошная гумусовая окраска распространяется до глубины 60–70 см, кремнеземистая присыпка заметна лишь на сухих образцах. Структура зернистая или комковато-зернистая, прекрасно выражена на пашне. Между гумусовым и иллювиально-карбонатным горизонтами залегает темно-бурая с красноватым оттенком прослойка толщиной до 35 см и более, лишенная углекислого кальция. Глубина вскипания от 10%-ной HCl в среднем равна 79 см (45–103 см).

Таким образом, в почвах под широколиственными лесами и освоенными в пашню плакорами подзоны сегрегационных черноземов более сильно развиты процессы выщелачивания, в результате которых снижается линия вскипания от HCl, и частично оподзоленности. Однако наличие кремнеземистой присыпки

Таблица 44

Морфологическая характеристика черноземов глинисто-иллювиальных типичных
(в числителе – пределы колебаний, в знаменателе – среднее)

Мощность генетических горизонтов по нижней границе, см					Глубина, см	
Апах (AU)	AU	AUB	B1	BCca	вскипания	выделения карбонатов
<i>Среднегумусные среднемошные глинистые и тяжелосуглинистые (n = 29)</i>						
<u>21–32</u> 27	<u>31–45</u> 40	<u>44–80</u> 62	<u>51–105</u> 90	<u>91–155</u> 127	<u>45–103</u> 79	<u>45–129</u> 111
<i>Среднегумусные маломощные среднесуглинистые (n = 18)</i>						
<u>20–26</u> 24		<u>35–40</u> 38	<u>62–90</u> 66	<u>89–117</u> 101	<u>38–69</u> 52	<u>44–95</u> 68
<i>Малогумусные среднемошные среднесуглинистые (n = 31)</i>						
<u>20–33</u> 26	<u>32–40</u> 36	<u>45–78</u> 58	<u>46–100</u> 83	<u>95–140</u> 125	<u>37–105</u> 73	<u>56–130</u> 97
<i>Малогумусные маломощные среднесуглинистые (n = 15)</i>						
<u>20–26</u> 22		<u>32–37</u> 35	<u>50–78</u> 66	<u>89–112</u> 102	<u>40–69</u> 51	<u>40–74</u> 54
<i>Малогумусные маломощные легкосуглинистые (n = 15)</i>						
<u>19–27</u> 25		<u>32–39</u> 34	<u>48–90</u> 74	<u>80–132</u> 104	<u>48–97</u> 75	<u>50–150</u> 103

наблюдается только в некоторых разрезах под лесом. В разрезах на пашне она «разбавлена» глубокой пахотой (26–30 см). Наличие редко встречаемой кремнеземистой присыпки в этих почвах нельзя связывать с оподзоливанием, так как другие признаки его не подтверждают. В частности, данные гранулометрического состава (табл. 45) свидетельствуют о том, что вымывание илистой фракции в глинисто-иллювиальных типичных черноземах происходит из самого верхнего слоя, а в горизонте с видимой кремнеземистой присыпкой наблюдается постепенное увеличение содержания этой фракции. В противоречии с оподзоленностью находится и хорошая агрегированность белесоватого слоя. Отмечено незначительное увеличение валового содержания SiO_2 в верхних горизонтах, свойственное и типичным черноземам распаханых плакорных участков, лишенных видимой кремнеземистой присыпки. Следовательно, можно сделать вывод об отсутствии в описываемых почвах оподзоливания. Наличие кремнеземистой присыпки в некоторых разрезах почв под широколиственным (иногда с сосной) лесом можно объяснить вымыванием и отложением кремнекислоты из разложившейся лесной подстилки, а также процессами лессивирования.

Условия почвообразования под широколиственными лесами южной половины Средне-Русской возвышенности не способствуют развитию подзолообразования и разрушению ила (Ахтырцев, 1962). По-видимому, здесь, особенно на почвах облегченного гранулометрического состава, периодически устанавливается промывной водный режим, в результате которого возможен вынос тонких илистых частиц без их разрушения, на что указывали К.Д. Глинка (1924), В.М. Фридланд (1958), И.И. Феофанова (1960). Накопление большого количества гумуса в поверхностном слое маскирует пятна вымывания, а в следующем

Таблица 45

Гранулометрический состав черноземов глинисто-иллювиальных типичных

№ разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, размером, мм						Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро-алла, %
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
Чернозем оподзоленный среднегумусный маломощный среднесуглинистый на мерзелях										
2-2006	O	0-2	21,7	39,1	7,6	5,2	10,0	16,4	31,6	1,51
	AU	2-17	18,6	40,6	8,0	5,6	8,8	18,4	32,8	1,05
	AUB	17-27	18,7	40,1	8,4	3,6	5,2	24,0	32,8	0,88
	B1	29-39	12,3	32,9	8,8	5,6	6,4	34,0	46,0	1,37
	BC	50-60	0,8	1,2	20,0	25,6	22,8	29,6	78,0	1,29
	Cca	90-100	0,1	38,3	22,4	10,4	13,2	15,6	39,2	0,89
	C1ca	150-160	0,7	48,9	22,8	8,0	9,6	10,0	27,6	0,88
Типичные среднегумусные среднемощные глинистые и тяжелосуглинистые										
163	O	0-5	3,2	10,1	25,9	12,9	22,5	25,4	60,8	4,5
	AU	5-15	3,4	10,5	26,6	13,0	21,8	24,7	59,5	4,4
	AUB	26-36	3,6	9,1	27,4	12,5	18,8	29,1	59,9	3,7
	B1	50-60	4,9	8,1	26,6	9,4	15,3	35,7	60,4	4,4
	BCca	90-100	2,3	2,8	21,8	10,1	21,1	41,9	73,1	4,2
	Cca	190-200	2,1	1,9	20,2	9,1	20,9	45,8	75,8	4,0
164	O	0-5	2,6	10,4	40,1	4,4	17,9	24,6	46,9	4,6
	AU	5-15	2,8	10,7	40,3	4,6	17,8	23,8	46,2	4,5
	AU	25-35	3,0	12,3	35,0	9,1	16,4	24,2	49,7	4,4
	BCca	80-90	2,4	15,0	33,7	6,3	12,2	30,4	48,9	3,9
	Cca	160-170	6,6	17,0	19,0	8,2	12,1	36,4	56,7	3,8
135	O	0-6	2,4	11,8	33,1	10,8	23,2	19,3	53,3	4,6
	AU	6-16	2,6	11,0	33,4	10,6	22,0	20,4	53,0	4,4
	AU	25-35	2,9	11,0	32,0	9,6	22,7	21,7	54,0	4,4
	AUB	70-80	1,1	12,2	42,2	7,4	26,3	10,8	44,5	4,0
	BCca	110-120	2,5	10,8	45,5	12,6	19,2	9,4	41,2	3,4
	Cca	170-180	1,6	22,1	40,1	7,5	13,4	15,3	36,2	2,6
16	O	0-5	8,4	26,1	15,0	6,7	16,8	27,0	50,5	5,6
	AU	5-15	8,9	26,7	14,9	6,7	16,2	26,6	49,5	5,3
	AUB	26-36	6,2	24,0	16,6	10,4	15,8	27,0	53,2	5,2
	B1	60-70	3,4	13,9	20,3	7,5	17,0	37,9	62,4	5,2
	BCca	100-110	0,4	9,8	21,6	11,7	19,0	37,5	68,2	4,8
	Cca	180-190	1,8	13,9	34,1	12,9	13,5	24,7	51,1	8,2
40	Aпax	0-25	1,3	19,5	29,2	9,6	12,0	28,4	50,0	4,9
	AUB	50-60	1,8	15,2	28,3	11,5	15,1	28,1	54,7	4,7
	B1	65-75	2,1	16,6	24,9	10,0	12,4	34,0	56,4	3,1
	BCca	90-100	2,1	7,8	33,3	5,5	16,7	34,6	56,8	3,5
	Cca	170-180	2,8	4,3	33,1	7,8	16,1	35,9	59,8	4,5
5	Aпax	0-26	3,0	6,1	35,2	6,3	27,9	21,5	55,7	4,4
	AUB	26-36	3,4	13,5	24,3	9,4	18,0	31,4	58,8	4,4
	BCca	90-100	2,0	3,6	29,6	8,5	19,5	36,8	64,8	3,4
	Cca	170-180	3,1	9,7	30,3	9,9	17,3	29,7	56,9	3,1

Продолжение табл. 45

№ разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от в.с. сухой почвы, размером, мм						Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро-влаги, %
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
Среднегумусные маломощные среднесуглинистые										
32	Апах	0-25	21,9	16,3	23,9	3,4	16,0	20,0	39,4	3,2
	AUB	25-35	19,9	19,7	16,9	4,2	17,4	21,9	43,5	3,4
	B1	40-50	8,6	18,5	20,6	4,8	15,7	31,8	52,3	3,1
	BCca	70-79	38,8	13,9	13,7	5,1	8,6	19,7	34,4	3,2
	Cca	150-155	12,7	57,6	8,4	3,9	7,6	9,8	21,3	2,4
Малогумусные среднемощные среднесуглинистые										
1101	O	0-5	6,8	28,9	29,4	9,3	10,6	15,0	34,9	3,1
	AU	5-15	6,7	29,7	30,8	9,2	10,5	13,1	32,8	2,9
	AUB	26-36	5,8	50,6	11,4	3,2	10,4	18,6	32,2	2,9
	B1	60-70	4,9	20,9	30,6	5,6	15,3	22,7	43,6	2,5
	BCca	90-100	5,4	58,1	4,7	0,8	13,4	17,6	31,8	2,2
156	Cca	180-190	13,4	43,4	16,9	3,6	8,8	13,9	26,3	2,0
	O	0-5	2,0	46,1	16,0	7,2	9,3	19,4	35,9	3,5
	AU	5-15	2,0	46,3	15,7	7,6	9,2	19,2	36,0	3,3
	AU	27-35	2,4	44,1	16,5	10,9	7,5	18,6	37,0	3,7
	AUB	35-45	2,4	40,3	17,2	11,5	8,2	20,4	40,1	3,9
111	B1	60-70	2,4	42,9	17,7	9,3	7,4	20,3	37,0	3,3
	BCca	100-110	3,0	43,6	14,7	5,7	12,0	21,0	38,7	2,8
	Cca	190-200	9,4	45,5	13,0	3,6	6,3	22,2	32,1	2,3
	O	0-5	3,7	31,0	29,6	1,6	13,8	20,3	35,7	3,3
	AU	5-15	3,7	30,7	29,5	2,7	13,4	20,0	36,1	3,1
1184	AUB	22-32	4,3	32,0	24,7	7,6	13,2	18,2	39,0	3,2
	B1	60-70	2,6	37,6	19,2	3,6	15,5	21,5	40,6	2,8
	BCca	90-100	4,5	26,1	25,0	4,1	15,2	25,1	44,4	2,5
	Cca	150-155	17,5	30,7	17,6	3,6	11,1	19,5	34,2	1,8
	O	0-7	18,9	28,9	18,0	5,0	12,9	16,3	34,2	2,9
90	AU	7-17	19,4	29,5	17,6	4,5	12,8	16,2	33,5	1,0
	AUB	45-55	21,8	21,2	21,0	1,8	13,1	21,1	36,0	3,5
	BCca	70-80	33,0	24,0	10,5	3,3	10,2	19,0	32,5	3,2
	Cca	110-120	9,0	43,7	12,3	3,0	9,6	22,4	35,0	2,8
	Апах	0-26	35,8	22,6	7,5	5,7	7,2	21,2	34,1	3,5
134	AUB	26-36	40,1	19,2	10,1	3,5	7,8	19,3	30,6	3,5
	B1	50-60	34,6	32,8	9,6	2,8	4,9	15,3	23,0	3,2
	BCca	90-100	32,8	48,7	3,7	2,5	0,4	11,9	14,8	2,8
	Cca	190-200	22,8	66,7	4,2	0,2	0,6	5,5	6,3	3,1
	Малогумусные маломощные среднесуглинистые									
134	Апах	0-20	18,7	31,2	12,4	7,0	10,9	19,8	37,7	0,3
	AUB	20-30	13,0	32,5	19,9	3,5	10,9	20,2	34,6	4,0
	B1	30-50	11,2	25,0	18,5	8,6	12,3	24,4	45,3	2,8
	BCca	100-110	14,1	34,6	20,8	5,0	8,7	16,8	30,5	2,8
	Cca	190-200	55,3	25,3	9,8	1,7	3,6	4,3	9,6	3,5

Окончание табл. 45

№ разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, размером, мм						Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро- влага, %
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
Малогумусные маломощные легкосуглинистые										
27	Ап	0-25	9,2	58,8	11,7	2,4	7,6	10,3	20,3	1,8
	В1	25-35	12,6	56,8	12,2	1,6	14,1	2,7	18,4	1,9
	BC	40-50	11,0	58,8	11,4	1,1	7,1	10,6	18,8	1,5
	BCca	90-100	8,8	61,3	10,6	0,9	7,5	10,9	19,3	1,9
	Cca	180-185	16,5	45,3	10,5	4,2	5,6	17,9	27,7	2,6
77	Ап	0-26	23,1	42,8	13,6	1,0	13,3	6,7	21,0	1,9
	AUB	26-36	21,8	42,8	14,9	1,7	9,1	9,7	20,5	2,0
	В1	70-80	29,6	43,2	4,7	4,1	5,2	13,2	22,5	1,7
	BCca	100-110	28,4	42,4	7,3	9,6	0,4	11,9	21,9	1,7
	Cca	180-190	4,8	15,4	30,8	12,5	9,2	27,3	49,0	3,8
Слабогумусированные маломощные легкосуглинистые										
43	Апах	0-28	27,8	38,2	13,6	2,2	11,6	6,6	20,4	2,4
	AUB	28-38	21,8	42,5	13,8	3,7	11,0	7,2	21,9	2,1
	BCca	70-80	25,6	37,6	9,6	4,6	7,6	15,0	27,2	2,2
	Cca	140-150	21,8	65,7	1,1	2,6	4,0	4,8	11,4	1,6
Слабогумусированные маломощные супесчаные										
11	Апах	0-25	37,4	35,7	9,9	2,7	5,9	8,4	17,0	1,2
	AUB	25-35	32,1	42,9	8,7	2,0	8,2	6,1	6,1	1,2
	В1	60-70	34,8	44,3	5,7	1,7	6,3	7,2	7,2	1,2
	BCca	90-100	40,0	39,0	3,6	2,0	8,0	6,5	16,5	1,05
	Cca	150-155	29,9	44,8	8,3	2,3	5,7	9,0	17,0	1,05

за ним слое, где гумуса откладывается меньше, они проявляются в виде кремнеземистой присыпки (Феофанова, 1960).

Гранулометрический состав целинных под лесом и распаханых почв плакоров отличается значительным разнообразием. В соответствии с классификацией Н.А. Качинского (1943) легкосуглинистые и тяжелосуглинистые черноземы типичные отнесены к крупнопылевато-иловатым, среднесуглинистые – к крупнопылевато-иловато-мелкопесчаным с довольно высоким содержанием ила, а легкосуглинистые – к крупнопылевато-мелкопесчаным (иловато-мелкопесчаным). Текстура дифференциация профиля черноземов и его литологическая прерывистость по гранулометрическому составу объясняются влиянием песков бора. Эти черноземы имеют двучленное строение генетического профиля: верхний, осветленный и легкий, и нижний, более темный и глинистый, горизонты, лесное происхождение и кислую реакцию. Вместе с тем они лишены самого главного свойства оподзоленных почв, а именно: глубокого разложения их минеральной массы, остаточного накопления кварца и перемещения в профиле продуктов распада – гидратов окислов алюминия и железа.

Водозастой на границе верхнего (опесчанного) и нижнего (оглиненного) компонентов двучленного наноса в присутствии карбонатов не является причиной разрушения глинистых минералов или снижения обменной способности

почв. Высвобождающиеся при этом различные по подвижности формы железа в основном закрепляются в присутствии карбонатов, подчеркивая текстурную дифференциацию профиля.

Анализ гранулометрического состава (см. табл. 45, рис. 35) показал, что он значительно изменяется («ломается») в пределах почвенного профиля. Это считается основным показателем гетерогенности горизонтов и двучленности почвообразующих пород. Неупорядоченное распределение гранулометрических фракций по горизонтам почвы (илистого и песчаного материала) свидетельствует о многократном переотложении (вложении) на водоразделах и склонах в профиль делювиально-эолового материала.

Среди почв, традиционно относимых к выщелоченным черноземам, нами выделяются по крайней мере две группы, различающиеся по характеру и степени проявления гранулометрической дифференциации, а также наличию (отсутствию) текстурного горизонта.

Первая группа – почвы верхней легко-среднесуглинистой толщи, сменяемой на глубине 30–50 см тяжелыми суглинками. Эти почвы имеют более или менее отчетливо диагностируемый текстурный горизонт, залегающий в срединной части профиля. Необходимо подчеркнуть, что для формирования данного горизонта не важен генезис текстурно-дифференцированного профиля, который может быть как преимущественно педогенным, так и результатом литологической прерывистости. Иными словами, почвы с текстурным горизонтом, по-видимому, способны формироваться только на субстратах не легче средних суглинков. Рассматриваемая группа почв вполне соответствует диагностике выщелоченных черноземов, встречается на приборовых плакорах Общего Сырта, формируясь на двучленных песчаных отложениях. Обычно они сочленяются в борях (сложных) с подбурами дерновыми литобарьерными, имеющими двучленный профиль.

Вторая группа – это почвы, в которых верхняя легкосуглинистая толща сменяется более тяжелыми отложениями на глубине около 80 см. Это слишком глубоко для формирования педогенного текстурного горизонта. Здесь не фиксируются даже слабые признаки характерного для текстурного горизонта оструктурирования и иллювиирования глины. В связи с отсутствием в рассматриваемой группе почв важнейшего диагностического показателя выщелоченных черноземов – иллювиального горизонта с гранулометрической дифференциацией, мы отнесли их также к выщелоченным. Есть основание полагать, что изменение механического состава пород с глубиной свидетельствует только о различных фазах их отложения и возможность влияния почвообразовательных процессов на изменение механического состава исключается или оно незначительно. Встречаются варианты черноземов и дерново-подбуров с сочетанием педо- и литогенного факторов формирования горизонта, требующие детального изучения.

Таким образом, автоморфные суглинистые почвы приборовых водоразделов Общего Сырта, традиционно относимые к выщелоченным черноземам, согласно принципам новой субстантивно-генетической классификации (2004 г.), разделяются по крайней мере на два таксономических уровня: черноземы выщелоченные, относящиеся к отделу текстурно-дифференцированных почв, и черноземы обыкновенные в составе выщелоченных, гранулометрическая дифференциация которых объясняется литологическими особенностями покровных суглинков более легкого состава, которые на глубине около 1 м подстила-

ются покровными суглинками более тяжелого гранулометрического состава, а ниже иногда плотной породой. Судя по всему, в этих почвах верхний нанос изначально был представлен среднесуглинистой толщей, в пределах которой благодаря дифференцирующим почвенным процессам сформировались своеобразные элювиальные и иллювиальные горизонты. При этом последний залегает на глубине 30–80 см.

Важнейшую роль при сравнении этих почв играют достаточно тонкие различия гранулометрического состава повторно экспонированных в периоды межледниковий почвообразующих пород (легкие и средние суглинки), ответственных за формирование срединных горизонтов, диагностирующих типы черноземов. Вместе с тем, отличаясь по характеру срединного горизонта, изученные почвы являются генетически близкими образованиями. Их сходство заключается в строении и генезисе верхней части профиля, наиболее чутко реагирующей на экологические условия и элювиальные процессы голоценового почвообразования. В почвах сыртов степень и тренд трансформации педоматрицы направлены в сторону большего выщелачивания. Процесс самоорганизации почвенной системы в ходе почвообразования при экспонировании песчаного материала привел к дифференциации профиля почв на функциональные зоны, в которых отражено соотношение процессов педо- и литогенеза.

Как уже отмечалось выше, гранулометрический состав почв разреза № 2-2006 (см. табл. 47), расположенного внутри бора (Паникинский сыр), значительно изменяется в пределах профиля: двучленное распределение гранулометрических фракций по горизонтам почвы (илистого и песчаного материала); минимальное содержание ила в верхних горизонтах и максимальное – в контактном горизонте и верхней части подстилающей породы. Роль почвообразовательного процесса в дифференциации профиля проявляется по илу, содержание которого в контактном горизонте в 2 раза выше, чем в верхних горизонтах. Почвы, расположенные внутри бора, характеризуются более резкой границей перехода между легкой и тяжелой частями почвы по гранулометрическому составу. В контактном горизонте EL наблюдается латеральный перенос (вынос) тонкодисперсной части почвы (частицы < 0,01 мм). При переходе к нижней части почвенного профиля количество ила возрастает в 3–4 раза. Вследствие малого содержания ила (около 5%) в верхних горизонтах супесей не образуется текстурный горизонт ВТ. Максимум ила наблюдается только в подстилающей породе (в верхней части), но это, очевидно, больше обусловлено литологическими факторами. Данные гранулометрического анализа ряда разрезов свидетельствуют об элювиально-иллювиальном характере миграции илистой фракции на фоне литологической неоднородности. Легкая часть почв и верхние горизонты тяжелой части в основном подвержены процессу выноса тонкодисперсных частиц, тогда как в текстурном горизонте идет некоторое накопление ила, мигрирующего из верхних горизонтов. Таким образом, процессы глинистой дифференциации в двучленных почвах, возможно, только усиливают степень неоднородности почвообразующей породы по гранулометрическому составу.

Близкое залегание глин и тяжелых суглинков или наличие прослоек пылевато-суглинка существенно меняют водный режим и условия зольного питания, а следовательно, и лесорастительные свойства песков. Наличие на некоторой глубине менее водопроницаемого слоя (относительного водоупора) делает

водный режим более постоянным. Присутствие в пределах корнеобитаемого слоя более богатой элементами зольного питания карбонатной породы создает возможность для развития более разнообразной древесной растительности. Возникают сложные боры с участием дуба и липы, а также дубравного широколиственного. Участие в подросте липы значительно увеличивает потребление и круговорот питательных элементов. Высокое содержание в листьях липы оснований, особенно кальция, способствует нейтрализации образуемых органических и минеральных кислот, преобладанию активной реакции, близкой к нейтральной.

Сформированный под лесом и сравнительно недавно распаханый типичный чернозем сохранил основную черту степного почвообразования – господство биогенного процесса аккумуляции органического вещества в форме гумуса в верхнем корнеобитаемом слое. Вместе с тем он обладает и рядом новых специфических качеств, обусловленных более интенсивным сравнительно с расположенным на склонах подтипом сегрегированного чернозема, среди которого он встречается, промачиванием почвенной толщи за счет наличия в профиле песчаных фракций и повышенного количества атмосферных осадков. Биомасса надземных частей дубового древостоя вместе с лесными травами в 20 раз больше целинного травяного ценоза. На поверхность лесной почвы ежегодно поступает около 4 т/га дубовых листьев и около 1 т/га лесных трав. Кроме того, опадают засохшие ветки, что в 2 раза превосходит годовое количество опада степных трав, поступающих на поверхность целинных черноземов. Большая часть опада в дубовом лесу, как правило, разлагается к концу вегетационного периода текущего года. Черноземы под лесом имеют более совершенную зернистую структуру, благодаря этому, а также крупным корням, глубоко проникающим в почву, и облегченному гранулометрическому составу имеют лучшую водопроницаемость по сравнению с целинными черноземами под луговыми степями. Таким образом, на поверхность лесных черноземов ежегодно поступает в 3 раза и более зольных веществ и азота, растительностью возвращается большее количество различных элементов-органогенов: магния – в 8 раз, калия – в 7, кальция – в 5, фосфора – в 4, азота – в 3 и серы – в 2 (Афанасьева, 1966).

Гумусовый горизонт всех почв, особенно глинисто-иллювиальных типичных черноземов, заметно обеднен илом вследствие вымывания его в нижележащие горизонты. Преобладают крупная пыль и ил. Интересно, что самые верхние слои наиболее тяжелых почв оказываются и наиболее легкими по гранулометрическому составу, а легкосуглинистые – часто наоборот. Впрочем, в последнем случае наблюдаются различные ситуации. В переходном горизонте, где в типичных черноземах отмечалась иногда кремнеземистая присыпка, происходит постепенное увеличение содержания илистой фракции, характерное и для типа черноземов, подтипа сегрегационных (обыкновенных).

Иллювиальный горизонт тяжелых почв характеризуется преобладанием ила над другими фракциями. Это обусловлено перемещением илистых частиц из перегнойного горизонта и образованием тонких фракций на месте за счет оглинивания материнской породы (переходный горизонт), лишенной карбонатов кальция. Можно предположить, что облегченный гранулометрический состав верхних горизонтов всех почв в той или иной мере обязан влиянию песков бора, подвергавшихся развеванию и водной эрозии в сухие палеоциклы, поэтому он является в некоторой степени реликтовым по указанным причинам.

Распределение ила в профиле почв, очевидно, обусловлено процессами выщелачивания (лессивирования), а не оподзоливания. Как видно из табл. 45, выщелачивание больше выражено в глинисто-иллювиальных типичных черноземах и максимального развития достигает в поверхностном слое, где количество ила падает до 20% и более.

Определение удельной массы твердой фазы почвы показало, что во всех почвенных подтипах происходит его закономерное изменение по генетическим горизонтам. Удельная масса верхней части гумусового горизонта в среднем равна 2,51 (2,38–2,63 в зависимости от содержания гумуса), в иллювиальном горизонте она возрастает до 2,70–2,80, а в материнской породе снова понижается до 2,50–2,68. Судя по тому, что в изучаемых почвах удельная масса слабо варьирует, несмотря на разный гранулометрический состав, можно предполагать однородность их минералогического состава. Вместе с тем наложение песчаных отложений на окружающие бор водоразделы улучшило водно-физические свойства почв.

Почвы безлесных участков в основном распаханы и функционируют также в условиях более высокого увлажнения за счет влияния Общего Сырта и бора. Легкий и облегченный гранулометрический состав почвообразующих пород и повышенное количество атмосферных осадков способствуют более интенсивным процессам выщелачивания, особенно под водораздельными дубравами, окружающими Бузулукский бор. Черноземы типичные, а частично и оподзоленные, вышедшие из-под леса и в последующем распаханые, в целом повторяют закономерности строения профиля (табл. 46): значительное количество тонкодисперсных частиц в верхнем горизонте в результате дернового процесса и текстурность профиля по гранулометрическому составу. Изменение химического состава верхней части почвенного профиля – накопление перегноя, полуторных оксидов, кальция – вносит соответствующие изменения в гранулометрический состав, а именно обогащает верхние горизонты частицами физической глины. Данные гранулометрического состава (см. табл. 45) свидетельствуют о перераспределении ила из верхней части профиля в горизонт В.

Почвам тяжелого гранулометрического состава свойственна высокая структурность (см. табл. 46). Верхний 15-сантиметровый слой в целинном состоянии имеет зернистую, а в распаханном – комковато-зернистую структуру и содержит 50–60% агрегатов размером 5,0–0,5 мм. В остальной части гумусового горизонта типичных черноземов наблюдается ореховато-зернистая структура. В горизонте В преобладает ореховато-призматическая структура. При высокой структурности почв под лесом отмечается ее ухудшение в пахотных почвах. Такая же закономерность установлена и в отношении водопрочности структурных агрегатов. Общая сумма водопрочных агрегатов в гумусовых горизонтах всех почв довольно высокая и в среднем колеблется от 40 до 60%, но в почвах легкого гранулометрического состава агрегатов размером 3–1 мм содержится до 25%.

Органическое вещество – гумус – является древним (гетерохронным), т. е. реликтовым элементом в современных почвах, образованным в прежние биологические циклы и сохранившимся в почвенной толще. Как известно, основным источником в почвах под лесом являются лесной опад и мелкие корни древесной и травянистой растительности, густо пронизывающие верхние почвенные горизонты. М.М. Кононова (1951) показала, что листва широколиственных пород при благоприятных условиях температуры и увлажнения довольно быстро

Таблица 46

**Структурный состав черноземов глинисто-иллювиальных типичных
(по методу Н.И. Саввинова), %**

№ разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	Размер агрегатов, мм								
			> 10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	10-1	< 0,25
163	AU	5-15	2,1	16,8	25,1	18,0	10,4	7,5	5,1	70,3	10,4
	AUB	26-36	5,8	26,1	29,8	16,9	9,8	5,6	2,9	82,6	4,9
	B1	50-60	50,1	20,8	8,6	6,1	1,8	1,9	0,8	37,3	1,0
164	AU	5-15	18,4	35,7	18,1	11,4	10,8	5,0	7,6	76,0	13,2
	AUB	25-35	14,7	40,4	21,3	6,5	12,9	2,8	2,3	81,1	3,4
	B1	50-60	55,0	21,4	20,8	5,1	11,3	2,9	1,8	58,6	1,7

разлагается с образованием перегнойных веществ. Уже к концу лета опад предыдущего года в широколиственных лесах почти полностью исчезает, и мощность лесной подстилки составляет лишь 1–2 см. В сосновых борах Бузулукского бора состав подстилки другой и сохраняется она лучше. Образующиеся гуминовые кислоты растворимы в воде и перемещаются из подстилки в почву.

В черноземах типичных в условиях агроценозов источником гуминовых кислот являются органические остатки возделываемых культур. При их извлечении из почвы 0,1%-ным раствором NaOH оказалось, что максимальное количество (0,5–1,0%) содержится в почвенном слое. В верхнем 10-сантиметровом слое почвы задерживается основная часть подвижных гуминовых кислот, вымываемых и из лесного опада. В следующем слое (10–20 см) их абсолютное количество уменьшается в 5–7 раз, а на глубине 20–30 см – в 10–15 раз. Отсюда видно, что процесс гумусообразования наиболее интенсивно протекает в самых верхних слоях почв под лесом, что обусловлено наличием лесной подстилки и концентрацией большой массы мелких корней деревьев и травянистой растительности. Поэтому основные запасы органического вещества сосредоточены в подгоризонте A1. Равномерное прокрашивание гумусом глинисто-иллювиальных типичных черноземов распространяется до 60–70 см. В почвах легкого гранулометрического состава гумуса в верхнем горизонте содержится меньше.

Хотя абсолютная амплитуда содержания гумуса в типичных черноземах приборных плакоров выражается величинами того же порядка, что и для сегрегированных, а именно: минимум – 5,6% и максимум – 8,4% (в пахотном слое), однако аккумулятивно-гумусовый горизонт в них наиболее выражен, чем в других подтипах черноземов. Местные различия в гумусности типичных черноземов определяются, как уже отмечалось, гранулометрическим составом: содержание гумуса падает по мере уменьшения дисперсности почвенной массы, т. е. от глин к суглинкам и супесям (табл. 47, 48). Кроме того, действует топографический фактор, согласно которому более увлажняемым элементам рельефа соответствуют высшие категории по содержанию гумуса.

Типичные черноземы слабо затронуты подзолообразовательным процессом, возникающим вследствие более интенсивного увлажнения верхних почвенных горизонтов в результате наличия леса. Они всегда располагаются в периферийных частях существующих лесных массивов или в непосредственной близости

Таблица 47

Валовой анализ почв сложного бора (разрез № 2-2006)

Горизонт	Глубина отбора образца, см	Гумус, %	Потери при прокаливании, %	% на прокаленную навеску							
				SiO ₂	R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Сумма	SiO ₂ Al ₂ O ₃
O	0–2	7,6	13,33	79,4	18,1	13,4	4,5	1,7	1,0	100,0	3,48
AU	2–17	2,86	7,67	82,28	15,6	12,3	3,3	1,4	0,8	100,08	3,93
AUB	17–27	0,95	4,00	81,3	16,3	12,6	3,7	1,5	0,9	100,0	3,79
B1	29–39	0,91	5,67	78,0	19,3	12,2	7,1	1,3	1,4	100,0	3,20
BC	50–60	0,83	23,33	62,36	29,7	20,8	8,9	4,74	3,20	100,0	1,50
Cca	90–100	0,40	10,00	54,63	20,84	14,5	6,33	21,18	1,89	98,53	1,88
C1ca	150–160	0,35	10,00	54,25	20,87	14,4	6,40	19,10	5,81	100,0	1,88

Таблица 48

Содержание гумуса в группах черноземов типичных по гранулометрическому составу, %

Содержание гумуса	Разновидности по гранулометрическому составу					
	глинистые	тяжело-суглинистые	средне-суглинистые	легко-суглинистые	супесчаные	песчаные
Минимум	6,8	5,7	4,8	3,0	1,0	0,7
Максимум	9,0	8,0	6,6	4,2	2,2	1,4

к ним, занимая наиболее увлажняемые плакорные участки. Под влиянием слабого подзолообразовательного процесса чернозем приобретает некоторые новые морфологические признаки: темный гумусовый горизонт в нижней части слегка осветляется от накопления тончайшей «присыпки» остаточного кремнезема, дифференцируясь таким образом на подгоризонты AU1 и AU2; верхний перегнойно-аккумулятивный подгоризонт AU1 сохраняет все морфологические признаки, присущие гумусовому горизонту степных черноземов, – равномерно темную серовато-черную окраску и пороховато-зернистую структуру.

В целом профиль типа черноземов глинисто-иллювиальных (AU – B1 – Cca) включает два основных горизонта: темно-гумусовый и глинисто-иллювиально-уплотненный, призмовидно-ореховатый, с тонкими гумусово-глинистыми кутанами на поверхности педов. По гранулометрическому составу эти почвы преимущественно тяжело-, средне- и легкосуглинистые. Как уже отмечалось, из долин рек Самары и Боровки песок поступает на водоразделы, формируя спектр почв опесчаненного гранулометрического состава. В зависимости от степени опесчаненности профиля почвы обладают меньшей мощностью и менее гумусированы по сравнению с почвами тяжелого гранулометрического состава, лежащими на лессовидных карбонатных тяжелых суглинках. На плакорных участках под широколиственным лесом и пашней господствуют высокогумусированные типичные черноземы, а на перегибах и полого-покатых склонах, где шлейфы песков более выражены, – черноземы малогумусные типичные легкого гранулометрического состава.

Важной характеристикой гумусного состояния почв является содержание углерода лабильного органического вещества (ЛОВ), «лабильного гумуса», ко-

торый в отличие от консервативных форм непосредственно участвует в питании растений, активно формирует водопрочную структуру, более доступен как энергетический материал для микроорганизмов. Гумус песчаных почв Бузулукского бора обладает наибольшей «подвижностью» по сравнению с черноземами выщелоченными приборовых сыртовых равнин, сформированных на делювиальных отложениях. На карбонатных породах (мергелях) в обыкновенных черноземах карбонатных образуется обедненный азотом гумус, имеющий более гуматный характер. В целом обогащенность гумуса молодых почв азотом низкая или средняя. На песчаных породах значения этого показателя отражают низкомолекулярный, гуматно-фульватный характер органического вещества почв. Характерно, что черноземам под дубравами свойственно более узкое отношение C/N, чем в почвах под сосновыми борами.

Количество водорастворимого ЛОВ зависит от общих запасов и степени подвижности гумуса. Оно включает растительные остатки разной степени гумификации, связанные с минеральной частью почвы. Ему принадлежит большая роль в формировании агрономических свойств почв и питании растений. Содержание ЛОВ в пахотном слое почв колеблется в пределах 0,1–1,5% от массы почвы. В его составе наблюдается повышенное содержание элементов питания растений. Через 35 лет после освоения целинных земель органические вещества обнаруживали явную тенденцию к обуглероживанию и обеднению азотом. Наличие в почвах фонда органического вещества и внесение минеральных удобрений повышают продуцирование ЛОВ и физиологически активных гумусовых веществ почвенным раствором. Как видно из табл. 49, ЛОВ концентрируются в подгоризонте АУ, а ниже их количество уменьшается в 2–3 раза. В то же время относительное содержание перегноя в валовом объеме нарастает с глубиной, что указывает на повышение подвижности гумуса в нижних слоях почвы, связанное, очевидно, с передвижением водорастворимых форм углерода нисходящими токами воды. Эти результаты также показывают, что подвижность гумуса значительно увеличивается в почвах легкого гранулометрического состава.

Ежегодная быстрая минерализация опада и интенсивный процесс биологической аккумуляции веществ приводят к накоплению азота, содержание которого изменяется по профилю в той же последовательности, что и гумуса. Относительное содержание азота в гумусе находится в пределах 4–6% и, как правило, несколько возрастает с глубиной. Такое увеличение содержания азота в гумусе в большинстве случаев совпадает с повышением относительного содержания гидролизуемого азота в общем азоте на тех же глубинах. Поэтому можно предположить, что одной из причин обогащения гумуса азотом в нижних горизонтах почвы, как и в подбурх дерновых оподзоленных бора, является перемещение его подвижных соединений сверху вниз. Почвам свойственно довольно постоянное соотношение C : N, равное в гумусовых горизонтах 10–12, а в остальной части профиля – 7–10. Почвы довольно хорошо обеспечены легкогидролизуемым азотом, характер распределения которого по профилю совпадает с распределением лабильного гумуса. Подвижность азота, о которой можно судить по содержанию гидролизуемого азота в валовом объеме, заметно возрастает с глубиной. Она зависит и от активной реакции почвы: у почв с кислой реакцией подвижность азота выше, чем с нейтральной.

Таблица 49

Содержание органических веществ в черноземах глинисто-иллювиальных типичных

№ раз- реза	Гори- зонт	Глубина отбора образца, см	Гумус, %	Лабиль- ный гумус, %	Лабиль- ного гумуса в валовом объеме, %	Валовой азот, %	Содержа- ние азота в гумусе, %	Гидроли- зуемый азот, %	Содержание гидролизую- щего азота в валовом объеме, %	C / N
163	O	0–5	9,0	0,042	0,47	0,435	4,88	0,018	4,13	11,3
	AU	5–15	7,0	0,030	0,42	0,371	5,25	0,016	4,31	10,0
	AUB	26–36	5,9	0,018	0,30	0,254	4,28	0,010	3,93	12,2
	B1	50–60	3,2	0,013	0,41	0,191	3,19	0,006	5,94	11,9
	BCca	100–110	0,6	0,009	1,58	0,039	6,84	0,003	7,69	6,4
164	O	0–5	8,8	0,038	0,42	0,388	4,27	0,020	5,15	11,3
	AU	5–15	7,0	0,029	0,44	0,340	4,85	0,014	4,12	10,3
	AUB	25–35	6,1	0,020	0,33	0,211	3,44	0,009	4,26	9,5
	AUB	40–50	4,09	0,012	0,29	0,189	4,62	0,006	3,17	7,4
	BC	70–80	2,07	0,008	0,39	0,101	4,88	0,004	3,96	7,9
	BC	80–90	1,8	0,006	0,33	0,074	4,02	0,003	4,05	6,7
135	AU	0–6	8,0	0,046	0,52	0,350	3,94	0,017	4,85	13,0
	AU	6–16	6,5	0,034	0,52	0,344	5,24	0,017	4,94	10,1
	AUB	25–35	5,2	0,022	0,42	0,286	5,41	0,012	4,19	9,6
	BC	70–80	4,6	0,011	0,41	0,116	4,32	0,009	7,76	11,3
	BCca	110–120	1,04	0,009	0,55	0,080	4,88	0,006	7,50	6,7

Результаты валового анализа характеризуют описываемые почвы как богатые SiO_2 , R_2O_3 , CaO и MgO , что связано со слабым выщелачиванием, особенно в распаханых подтипах черноземов, хотя и не обнаружено характерного для подзолообразования значительного увеличения содержания SiO_2 и уменьшения суммы полуторных окислов в верхних горизонтах. Небольшое повышение количества SiO_2 в типичных черноземах можно объяснить его биологическим накоплением и лессивированием. Наряду с накоплением гумуса здесь четко выражена биологическая аккумуляция окислов кальция и фосфора в перегнойно-аккумулятивном горизонте, свойственная черноземам. Интенсивность ее неодинакова и зависит от гранулометрического состава почв, а также от степени выщелоченности. В пахотных почвах отмечается некоторое снижение интенсивности биологической аккумуляции зольных элементов. В результате верхние слои песчаной почвы приобретают среднесуглинистый и более тяжелый гранулометрический состав.

Из физико-химических свойств прежде всего следует обратить внимание на сравнительно высокую емкость поглощения почв (табл. 50). В составе поглощенных катионов преобладает кальций, затем следуют магний и водород. Разновидности среднего и легкого гранулометрического состава обладают меньшей емкостью поглощения по сравнению с тяжелыми. В подгоризонте A1 мощностью 11–18 см сумма Ca^{++} и Mg^{++} не превышает этой величины в иллювиальном горизонте и составляет 28–44 мг-экв при равномерном снижении в осталь-

Таблица 50

Физико-химические свойства черноземов глинисто-иллювиальных типичных

№ разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	Гумус/лабильный гумус, %	CO ₂ , %	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺ /Na ⁺	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных катионов	Степень насыщенности основаниями, %	pH водный/ pH солевой	Подвижные формы по Чирикову, мг/100 г почвы	
					мг-экв/100 г абсолютно сухой почвы						P ₂ O ₅ /азот щелочно-гидролизный	K ₂ O
Чернозем оподзоленный среднегумусный маломощный среднесуглинистый на мерзелях												
2-2006	O	0-2	7,6/ 0,798	1,70	16,0	10,4/ 0,32	0,85	27,57	96,92	7,39/ 6,82	12,28/ 16,80	52,0
	AU	2-17	2,86/ 0,82	0,80	13,0	7,0/ 0,36	2,2	22,38	90,98	6,51/ 5,66	3,19/ 9,10	30,0
	AUB	17-27	0,95/ 0,16	1,70	10,8	8,0/ 0,30	0,76	19,86	96,18	7,11/ 6,30	3,68/ 5,60	22,0
	B	29-39	0,91/ 0,10	1,40	14,0	10,0/ 0,32	0,75	25,07	97,01	7,32/ 6,51	3,52/ 4,48	30,0
	BC	50-60	0,83/ 0,089	18,0	14,0	8,8/ 0,32	0,41	23,53	98,26	7,87/ 7,23	1,29/ 3,92	23,0
	C	90-100	0,35/ 0,072	7,70	13,0	6,6/ 0,30	0,22	20,12	98,91	8,35/ 7,39	3,2/ 2,80	21,0
	CI	150-160		9,70	11,2	5,2/ 0,32	0,17	16,89	99,00	8,21/ 7,35	6,0/ 1,68	15,0
Типичные среднегумусные среднемощные глинистые и тяжелосуглинистые												
163	O	0-5	9,0		30,3	7,4	4,3	41,7	89,7	6,5	8,9	26,4
	AU	5-15	7,0		30,0	7,2	4,2	41,4	89,8	6,6	7,9	25,0
	AUB	26-36	5,9		44,8	24,4	3,9	48,7	92,0	6,6	6,36	15,0
	B1	50-60	3,2		23,6	18,8	3,1	45,5	93,2	7,0		
	BCca	90-100	0,6		14,0	27,2	1,2	42,4	97,2	7,4		
164	O	0-5	8,8		27,7	9,8	5,0	42,5	88,0	6,4	7,8	22,8
	AU	5-15	7,0		27,6	9,8	5,1	42,5	88,0	6,5	4,5	22,5
	AUB	25-35	6,1		24,8	10,8	5,6	41,2	86,4	6,5	4,36	20,5
	BCca	80-90	1,8		24,0	8,4	4,3	36,7	88,3	6,9		
135	O	0-6	8,0		18,3	10,5	1,9	30,7	93,7	6,9	6,38	29,6
	AU	6-16	6,5		18,0	10,8	1,9	30,7	93,8	7,1	5,61	27,5
	AU	25-35	5,2		16,8	1,6	1,9	30,3	93,7	7,1	7,48	27,5
	AUB	70-80	4,6		16,0	12,0	1,0	29,0	96,6	7,3		
	BCca	110-120		6,48	14,4	11,6	0,4	26,0	98,5	7,5		
16	Cca	170-180		9,02						7,8		
	O	0-5	8,2		24,1	15,1	4,3	49,5	90,2	6,7	7,4	16,8
	AU	5-15	6,4		23,2	16,0	4,3	43,5	90,2	6,7	6,6	15,0
	AUB	26-36	5,3		20,8	17,2	4,1	41,1	90,1	6,7	5,6	10,0
	B1	60-70	3,3		22,0	14,0	2,8	38,8	92,8	6,8		
40	BCca	100-110								7,4		
	Cca	180-190								7,4		
	Апах	0-25	6,2		20,0	14,0	3,0	37,0	91,9	6,7	4,57	25,0
	AUB	50-60	5,6		18,8	14,8	2,3	35,9	93,6	7,0		
	BCca	90-100	1,5	5,96	14,8	12,1	1,6	28,5	94,4	7,2		
	Cca	170-180		9,05						7,5		

Продолжение табл. 50

№ разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	Гумус/лабильный гумус, %	CO ₂ , %	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺ /Na ⁺	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных катионов	Степень насыщенности основаниями, %	pH водный/ pH солевой	Подвижные формы по Чирикову, мг/100 г почвы	
					мг-экв/100 г абсолютно сухой почвы						P ₂ O ₅ /азот щелочно-гидролизный	K ₂ O
5	Апах	0-26	6,05	2,2 3,6	24,4	10,0	2,4	35,8	93,8	7,0	4,28	25,0
	AUB	26-36	5,8		28,0	6,4	2,0	36,4	94,5	7,4	3,8	12,5
	B1	45-55	4,6		27,2	7,2	1,0	35,4	97,2	7,6		
	BCca	90-100								7,6		
	Cca	170-180								7,8		
Среднегумусные маломощные среднесуглинистые												
32	Апах	0-25	6,8		25,2	6,4	3,4	35,0	90,3	6,6	14,8	12,5
	AUB	25-35	5,4		24,0	9,2	3,4	36,6	93,5	6,6	11,0	10,0
	B1	40-50	2,4		22,0	6,0	3,1	31,1	90,1	6,6		
	BCca	70-79			20,0	4,0	3,0	27,0	89,0	6,8		
	Cca	150-155								7,2		
1101	O	0-5	6,8	5,28 7,45	25,3	10,8	4,4	40,5	88,1	6,7	17,9	98,6
	AU	5-15	6,7		26,4	11,2	4,9	41,5	88,2	6,8	17,9	95,5
	AUB	26-36	4,1		18,0	12,8	1,2	32,0	96,3	7,2	6,58	20,0
	B1	60-70	2,1		15,2	14,0	1,2	30,4	96,1	7,4		
	BCca	90-100								7,6		
Малогумусные среднемощные среднесуглинистые												
156	O	0-5	5,2	7,56	20,4	6,7	3,3	30,4	89,9	6,7	11,6	24,8
	AU	5-15	4,7		20,4	6,8	3,4	30,6	89,9	6,8	11,1	22,5
	AU	27-35	3,5		20,4	6,8	2,2	29,4	92,5	7,0	7,9	10,0
	AUB	35-45	3,2		24,0	3,2	2,0	29,2	93,2	7,0		
	B1	60-70	2,7		23,6	1,6	1,3	26,5	95,1	7,2		
	BCca	100-110								7,4		
111	O	0-5	5,0	2,92 7,02 7,92	23,6	8,4	4,4	36,4	88,0	6,5	9,6	12,6
	AU	5-15	4,1		25,2	9,6	4,4	39,2	88,8	6,6	9,4	12,5
	AUB	22-32	3,6		26,8	3,6	3,1	33,5	90,8	7,0	6,2	10,0
	B1	60-70	2,6		26,4	2,4	2,0	30,8	93,6	7,2		
	BCca	90-100								7,4		
1184	Cca	150-155							7,6			
	O	0-7	5,7	1,76 1,76	23,2	6,0	5,3	34,5	84,7	6,5	5,6	43,1
	AU	7-17	5,4		23,2	6,0	5,3	34,5	84,7	6,6	5,4	42,5
	AUB	45-55	3,5		22,0	4,4	3,1	29,5	89,5	6,8	5,2	17,5
	BC	70-80	1,6		20,8	3,2	2,2	26,2	91,6	7,0		
Cca	110-120								7,5			
90	Апах	0-26	4,1	7,44 7,10	16,0	15,2	5,2	36,2	85,6	6,6	10,0	11,0
	AUB	26-36	3,1		16,0	12,8	5,0	31,8	85,2	6,6	7,5	10,2
	B1	50-60	3,1		16,0	12,0	3,4	31,4	89,2	6,8		
	BCca	90-100	0,8		14,0	9,2	2,2	25,4	91,3	7,0		
	Cca	190-200								7,0		

Окончание табл. 50

№ разреза	Горизонт	Глубина отбора образца, см	Гумус/лабильный гумус, %	CO ₂ , %	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺ /Na ⁺	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных катионов	Степень насыщенности основани-ями, %	pH водный/ pH солевой	Подвижные формы по Чирикову, мг/100 г почвы	
					мг-экв/100 г абсолютно сухой почвы						P ₂ O ₅ /азот щелочно-гидролизуемый	K ₂ O
Малогумусные маломощные среднесуглинистые												
134	Апах	0–20	4,0		9,6	9,6		12,2		7,4	10,9	12,5
	AUB	20–30	2,6		24,8	4,8		29,6		7,1	8,09	12,5
	B1	30–50	0,9							7,4		
	BCca	100–110								7,6		
	Cca	190–200								7,6		
Малогумусные маломощные легкосуглинистые												
27	Ап	0–25	4,4		13,2	4,8	4,4	22,4	80,4	6,6	6,8	7,5
	B1	25–35	3,0		12,8	2,4	4,0	17,2	79,1	6,6	5,0	6,6
	BC	40–50	1,9		9,2	2,4	4,0	15,6	74,6	6,6		
	BCca	90–100	1,1		8,0	2,0	4,1	14,1	71,7	6,6		
	Cca	180–185								6,6		
77	Ап	0–26	3,2		18,8	3,2	4,1	25,1	83,9	6,5	10,2	12,5
	AUB	26–36	2,5		12,4	6,8	4,0	23,2	87,2	6,6	9,0	10,0
	B1	70–80	2,3		9,6	5,2	4,6	17,4	76,3	6,6		
	BCca	100–110								6,8		
	Дса	180–190								7,2		
Слабогумусированные маломощные легкосуглинистые												
43	Апах	0–28	3,0		14,0	8,4	4,3	26,7	83,9	6,7	7,5	12,1
	AUB	28–38	2,5		8,8	7,6	4,3	20,7	79,3	6,7	10,0	13,7
	BC	70–80	2,0		6,4	4,2	4,0	14,6	72,6	6,8		
	Cca	140–150								7,3		
Слабогумусированные маломощные супесчаные												
11	Апах	0–25	1,9		10,0	2,0	4,6	16,0	72,2	6,6	5,3	7,5
	AUB	25–35	1,2		10,4	2,0	4,9	14,3	71,7	6,6	3,3	7,0
	B1	60–70	0,9		10,4	1,2	4,9	13,5	70,4	6,8		
	BCca	90–100								6,8		
	Cca	150–155								6,8		

ной части профиля. В легких по гранулометрическому составу почвах емкость катионного обмена снижена. Сопоставив результаты определения гумуса и гранулометрического состава с количеством поглощенных катионов, можно сделать вывод о накоплении поглощенного кальция в подгоризонте A1, связанного с аккумуляцией гумуса, а повышение его содержания в иллювиальном горизонте обусловлено отложением ила, вымытого из гумусового горизонта, а также образовавшегося за счет оглинивания породы.

Максимальной емкостью поглощения обладают типичные черноземы, сформированные на плакорах. Они содержат 37–41 мг-экв поглощенных катионов в

Таблица 51

Данные оксалатной вытяжки, содержание обменных оснований и pH в почве разреза № 2-2006

Горизонт	Глубина отбора образца, см	Подвижные гели по Тамму, %			Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы					Степень насыщенности основаниями, %	pH	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	H ⁺	Сумма		водный	солевой
O	0–2	0,44	4,15	1,53	16,0	10,4	0,32	0,85	27,57	96,92	7,39	6,82
AU	2–17	0,36	4,31	1,56	13,0	7,0	0,36	2,02	22,38	90,98	6,51	5,66
AUB	17–27	0,31	3,20	0,48	10,8	8,0	0,30	0,76	19,86	96,18	7,11	6,30
B1	29–39	0,30	2,00	0,31	14,0	10,0	0,32	0,75	25,07	97,01	7,32	6,51
BC	50–60	0,40	3,90	1,58	14,0	8,8	0,32	0,41	23,53	98,26	7,87	7,23
Cca	90–100	3,56	4,11	1,60	13,0	6,6	0,30	0,22	20,12	98,91	8,35	7,39
Clca	150–160	3,40	4,10	1,64	11,2	5,2	0,32	0,17	16,89	99,00	8,21	7,35

подгоризонте A1. Величина гидролитической кислотности колеблется в широких пределах, но в целом невысокая, а в иллювиальных горизонтах более повышена. В соответствии с этим находится и величина степени насыщенности основаниями, варьирующая от 80 до 97%. Активная реакция почв – от слабокислой до нейтральной, и лишь в карбонатных горизонтах величина pH поднимается до 7,8–8,2. Определение подвижных форм фосфора и калия по Чирикову показало, что в верхнем слое почв содержится 5–20 мг P₂O₅ и 15–40 мг K₂O.

В оксалатных вытяжках (табл. 51) обнаружено незначительное накопление подвижных форм глинозема и железа в верхней части профиля. Это подтвердило закономерность, обнаруженную в результате валового анализа. Железо, содержащееся в составе органических комплексов, – одно из наиболее подвижных форм почвенного железа. Степень его аккумуляции в верхних горизонтах невелика, но возрастает с глубиной. Обращает на себя внимание небольшое содержание кремнекислоты, особенно в верхних горизонтах.

Емкость поглощения катионов в перегнойно-аккумулятивном горизонте составляет 22–27 мг-экв, с глубиной она уменьшается до 17–20 мг-экв (см. табл. 52, 53). Более высокая емкость поглощения характерна для текстурного (контактного) горизонта на глубине 50–60 см. В целом почвенный профиль почти полностью насыщен основаниями, в верхней части профиля их около 97%.

Активная реакция почвенного профиля слабокислая (pH равен 6,3–6,8), ближе к текстурному горизонту и ниже переходит в нейтральную и сильнощелочную. Солевая суспензия незначительно подкислена в верхней половине, а в текстурном горизонте и ниже – щелочная. Вследствие повышенной емкости поглощения описываемые почвы обладают большей буферностью, что должно ослаблять колебания активной реакции в течение года. Следует подчеркнуть, что латеральный сток щелочных жестких гидрокарбонатных вод в текстурном (или под текстурным) горизонте нейтрализует процессы оподзоливания. Обогащение верхней части почвенного профиля полуторными оксидами и кальцием, а также другие изменения в свойствах почвенного профиля обусловлены биологическим круговоротом элементов.

При минерализации растительного опада освобождаются заключенные в нем зольные элементы, в том числе кремнекислота и полуторные оксиды. При этом кремнекислоты поступает больше, чем полуторных оксидов.

Выводы

1. На плакорах подзоны обыкновенных (сегрегационных) черноземов, находящихся в сочленениях с песчаными подбурами дерновыми оподзоленными Бузулукского бора, преимущественно распространены глинисто-иллювиальные типичные и частично – оподзоленные черноземы, находящиеся под широколиственными дубово-березовыми лесами (с единичной сосной) и частью на распаханых плакорах. Почвы расположены на высоких плакорах и их склонах и характеризуются повышенным увлажнением. Это отражается на проявлении здесь процессов выщелачивания и биологической аккумуляции наряду с гумусом окислов кальция и фосфора в зависимости от гранулометрического состава почв.

2. Почвам свойственны профильная неоднородность гранулометрического состава, иногда постепенное нарастание количества ила с глубиной, незначительное увеличение содержания SiO_2 в верхнем горизонте при отсутствии заметного перемещения R_2O_3 , ясно выраженная биологическая аккумуляция гумуса и окислов кальция и фосфора, высокая степень насыщенности основаниями и близкая к нейтральной реакция. Эти особенности почв обусловлены влиянием литогенной основы Общего Сырта и Бузулукского бора, повышенным количеством осадков и облегченным гранулометрическим составом двучленных почвообразующих пород, отражающих ритмы почвообразования и морфолитогенеза в голоцене.

Под сосново-широколиственными лесами с покровом из дубравного широколиственного, обуславливающего развитие дернового процесса, получили развитие черноземы типичные и частично – оподзоленные облегченного гранулометрического состава с двучленным профилем, подстилаемым пермскими карбонатными мергелями или их производными. Механический состав почв, значительно изменяющийся в пределах почвенного профиля, является основным показателем двучленности почвообразующих пород. Профиль характеризуется резкой границей между легкой и тяжелой частями почвы по механическому составу. Контактный горизонт содержит меньше ила, чем нижний горизонт, что обусловлено выносом (латеральным) тонкодисперсной части почвы.

3. Наличие широколиственных пород и дубравного широколиственного усиливает биологическую аккумуляцию зольных элементов и способствует обогащению верхней половины профиля (особенно горизонта AU) черноземов кальцием, нейтрализующим перегнойные кислоты. Почвы имеют слабо расчлененный верхний профиль, состоящий из развитого перегнойно-аккумулятивного горизонта, постепенно переходящего в лежащий ниже слабо выраженный иллювиальный горизонт, в свою очередь переходящий в тяжелосуглинистый – контактный, который в нижнем сочленении переходит в карбонатный горизонт C.

4. Для черноземов типичных с двучленным профилем характерно обогащение верхней части почвенного профиля полуторными оксидами и кальцием, а также обогащение частицами мелкой пыли и ила – «оглинение». В верхней ча-

сти профиля наблюдается повышенная емкость поглощения катионов, высокая степень насыщенности основаниями и нитрификационная способность, слабкокислая активная реакция в верхней половине профиля и щелочная – во второй.

5. Выделение и изучение типичных черноземов под сосновыми сложными борами (сосновые дубняки, липняки) с покровом из дубравного широколиственного леса в условиях Бузулукского бора и его приборовых плакоров, одетых плащом флювиогляциальных песков, имеет существенное лесохозяйственное и лесокультурное значение для реконструкции существующих боров и создания новых, в частности промышленных дубрав.

6. Типичные и частично оподзоленные черноземы и сочлененные с ними подбуры дерновые с двучленным профилем представляют местообитания, пригодные для сложных боров, в частности для культур дуба, который в этих почвах может найти достаточное количество элементов зольного питания благодаря их биологической аккумуляции. Направленное воздействие на почвообразовательные процессы путем формирования культуры хвойно-лиственных пород и покрова из лесных трав по линии накопления в почве элементов-органогенов позволит улучшить физико-химические свойства почв и повысить лесорастительный эффект.

7. Залегание в пределах корнеобитаемого слоя более богатых элементами зольного питания пород, а также накопление в верхнем элювиальном горизонте значительного количества элементов-органогенов, мигрирующих в пределах корнеобитаемого слоя по вертикали с осадками и по латерали с грунтовыми водами, определяют развитие сосняков сложных: дубняковых, липняковых, дубняково-липняковых и др. Последние два вида боров формируются при более близком (0,5–1,2 м) залегании к поверхности контактного горизонта и грунтовых вод.

7.7. ТЕХНОГЕННЫЕ ПОЧВЫ БОРА

Техногенные почвы как один из фрагментов современной педосферы Земли во многих отношениях представляют собой специфический объект научного исследования. Почвы и грунты в пределах техногенной площадки (со скважиной) продолжают оставаться функцией совокупного взаимодействия всех факторов среды, среди которых техногенный (антропогенный) играет главную роль. Сопряженный анализ совокупности почвенных свойств и тех факторов, в результате которых они образовались, позволяет вскрыть особенности формирования почв в условиях техногенных ландшафтов бора. Экологическое неблагополучие участков, подверженных техногенезу в результате закладки и частичной эксплуатации 164 скважин, стало одной из острых экологических проблем бора. Площадь площадок со скважинами составляет 200 га. Селитебная площадь, транспортные пути, пастбища занимают площадь 20,4 тыс. га.

Наиболее существенным и до сих пор нерешенным остается вопрос классификации техногенных почв и разработка критериев разделения почвенного покрова на структурные элементы, подлежащие экологической оценке. Техногенные почвы бора формируются в зависимости от литолого-геоморфологических особенностей нахождения участков, типа функциональной зоны участка

(дорога, площадки с продуктивной или непродуктивной скважинами). В бору встречаются как поверхностно нарушенные техногенные почвы, так и искусственно созданные в результате техногенных процессов (глубоко преобразованные техноземы).

На временных дорожных магистралях и по нефтепроводам распространены техноземы слабогумусированные песчаные и супесчаные. На площадках нефтепродуктивных скважин (пром площадки), иногда и на насыпных почвогрунтах, формируются техноземы, химически нефтезагрязненные. Частично могут быть сохранены и естественные нижние горизонты почвогрунтов. Фрагментированно распространены на площадках мелкие участки интрузивов (вокруг продуктивных скважин), сильно загрязненные с поверхности и по профилю нефтью, а также засоленные пластовыми водами. Весь этот техногенный профиль лежит на песчано-супесчаных отложениях, иногда с близким (3–4 м) залеганием грунтовых вод.

Техногенно преобразованные ландшафты и почвы бора представляют собою участки техногенеза, где создается своеобразная экосистема. Привнесенные материалы гетерогенного состава (цемент, нефть, глиноземы, различные отходы) создают неоднородность среды и повышенную концентрацию органических веществ, образовавшихся при разливах нефти, внесения цемента и других растворов. Деятельность человека и техники на площадках, связанная с устройством и функционированием буровой установки, оказывает значительное влияние и на почвы прилегающих территорий.

Номенклатура техногенных почв бора частично приведена в соответствие с новой «Классификацией почв России» (2004), частично отражает подходы, представленные нами в работе по урбопедогенезу (Климентьев и др., 2006). Мы постарались разработать названия, в наибольшей степени отражающие специфику генезиса и морфологии естественных почв. Термин «технозем» использовался для объектов, на которых проводились частичная рекультивация и подсыпка плодородного слоя (Герасимова и др., 2003).

Приводим описание наиболее типичного разреза № 11-2006, заложенного на одной из площадок с нефтяной скважиной (Могутовское лесничество). Поверхность площадки безлесная, местами покрыта битумной коркой, особенно на участках, прилегающих к старому нефтяному амбару. Скважина плохо обустроена, обнаружен выход битумной нефти. Травяной покров сильно изрежен, угнетен. Запах нефтепродуктов.

U1pt 0–2 см	– на поверхности фрагментарно распространены корочки битума, супесчаный материал, цементная крошка.
U2pt3 2–26 см	– серый, сухой, супесчаный, растительные остатки, местами маслянистые пятна, видно присутствие нефти по горизонту, запас нефтепродуктов. Переход заметный.
U3pt 26–72 см	– увлажненный, серовато-желтый, песчаный, местами по горизонту бурые потеки нефтепродуктов с водой, корни в местах нахождения нефтяных потеков, отдельные корни. Переход заметный.
U4pt2 72–108 см	– влажный, песчаный, отдельные пятна нефтепродуктов, иногда в виде потеков, отдельные корни. Переход постепенный.
U5pt2 108–199 см	– влажный, песчаный, единичные пятна нефтепродуктов, по ходам корней, на глубине 186 см – псевдофибры. Почва: интрузив нефтяной среднеспонгиозной на дерново-слабоподзолистой псевдофибровой песчаной почве.

Таблица 52

Гранулометрический состав технозема глинистого на легком суглинке (разрез № 8-2001)

Горизонт и глубина отбора образца, см	Содержание фракций, % от абс. сухой почвы, размером, мм						Сумма фракций < 0,01 мм, %	Гигро-влаги, %
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001		
Ud 0-4	18,72	13,68	10,4	25,2	0,4	31,6	57,2	5,71
U1 4-14	8,7	23,3	3,2	16,4	16,0	32,4	64,8	6,61
U2a2 29-39	7,36	29,44	16,0	2,8	13,2	31,2	47,2	4,82
U3h 40-50	11,12	36,08	17,6	1,6	10,4	23,2	35,2	3,41
U4a2 64-74	11,58	44,42	14,8	3,2	6,0	20,0	29,2	1,73
BC 110-120	26,24	46,56	7,6	0,8	18,0	0,8	19,6	0,50

Таблица 53

Физико-химические свойства технозема глинистого на легком суглинке (насыпном; разрез № 8-2001)

Горизонт и глубина отбора образца, см	Гумус по Тюрюну, %	Потери при прокаливании, %	CaCO ₃ , %	Азот по Кьельдалю, %	Поглощенные основания, мг-экв/100 г			Подвижные формы, мг/100 г		pH водный
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	сумма	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Ud 0-4	5,3	24,3	0,8	0,020	38,0	6,3	44,3	3,10	28,5	7,63
U1 4-14	4,8	6,3	1,29	0,016	31,4	5,0	36,4	14,5	20,0	7,74
U2a2 29-39	2,4	6,6	0,20	0,016	32,0	4,3	36,3	0,20	18,5	7,6
U3h 40-50	1,0	3,8	0,20	0,008	34,2	4,4	38,6	0,20	17,5	7,24
U4a2 64-74	0,6	2,3	0,69	0,008	20,0	2,5	22,5	0,20	16,5	7,49
BC 110-120	0,2	—	0,49	0,004	20,0	2,3	22,3	0,20	16,5	8,32

На других площадках трансформация ландшафта выражалась в следующем: уничтожен сосновый лес, видоизменен характер травянистой растительности, преобладает изреженная рудеральная флора однолетников: лебеда, пастушья сумка, щирца.

Распределение гумуса в техногенных почвах часто имеет скачкообразный характер, обусловленный привнесением при эксплуатации скважины материалов в верхние горизонты почвы. Насыпные и погребенные горизонты резко различаются между собой по гранулометрическому составу, наличию карбонатов как с поверхности, так и по всему насыпному профилю. В соответствии с этим значительны колебания pH – реакция среды изменяется от слабокислой в нижнем естественном горизонте до сильнощелочной в техногенном (табл. 52–54).

Изучение морфологических особенностей и путей трансформации почв позволило выделить следующие морфотипы профилей лесных техноземов, формирование которых связано с особенностями антропогенных воздействий:

1. Технозем дерново-карбонатный – верхняя часть профиля почвы преобразована и состоит из системы насыпных и перемешанных техногенных слоев различной мощности. Гетерогенный почвенно-грунтовой материал обладает спрессованной структурой (техногенная структура), переуплотнен ходовой частью тяжелых машин. Присутствуют исходные почвенные горизонты, привнесенные грунты, формирующие слоистый профиль, образованный техногенной

Таблица 54

Результаты химического анализа водной вытяжки из образцов технозема глинистого на легком суглинке по генетическим горизонтам (разрез № 8-2001)

Горизонт	Глубина отбора образца, см	Плотный остаток, %	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
			% от абс. сухой почвы					
Ud	0-4	0,14	0,037	0,007	0,025	0,015	0,006	0,002
U1	4-14	0,18	0,040	0,009	0,022	0,015	0,006	0,002
U2a2	29-39	0,14	0,037	0,007	0,012	0,012	0,003	0,004
U3h	40-50	0,12	0,018	0,009	0,013	0,007	0,003	0,005
U4a2	64-74	0,1	0,024	0,007	0,005	0,005	0,003	0,005
BC	110-120	0,1	0,037	0,012	0,004	0,005	0,003	0,013
Горизонт	Глубина отбора образца, см	Плотный остаток, %	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
			м-экв					
Ud	0-4	0,14	0,60	0,20	0,53	0,75	0,50	0,08
U1	4-14	0,18	0,65	0,25	0,45	0,75	0,50	0,10
U2a2	29-39	0,14	0,60	0,20	0,255	0,625	0,25	0,18
U3h	40-50	0,12	0,30	0,25	0,28	0,38	0,25	0,20
U4a2	64-74	0,1	0,40	0,20	0,1	0,25	0,25	0,20
BC	110-120	0,1	0,60	0,35	0,1	0,25	0,25	0,55

подсыпкой почвенно-грунтового материала (цемент, различного состава шлаки) и искусственным уплотнением массы.

2. Технозем гидрометаморфизированный, образованный в процессе описанной выше трансформации, но при близком залегании грунтовых вод. Профиль почвогрунтов испытывает подтопление, особенно в периоды подъема грунтовых вод. Здесь в горизонтах складываются новые окислительно-восстановительные условия. Железо и карбонаты грунтовых вод играют роль своеобразного цемента для агрегатов.

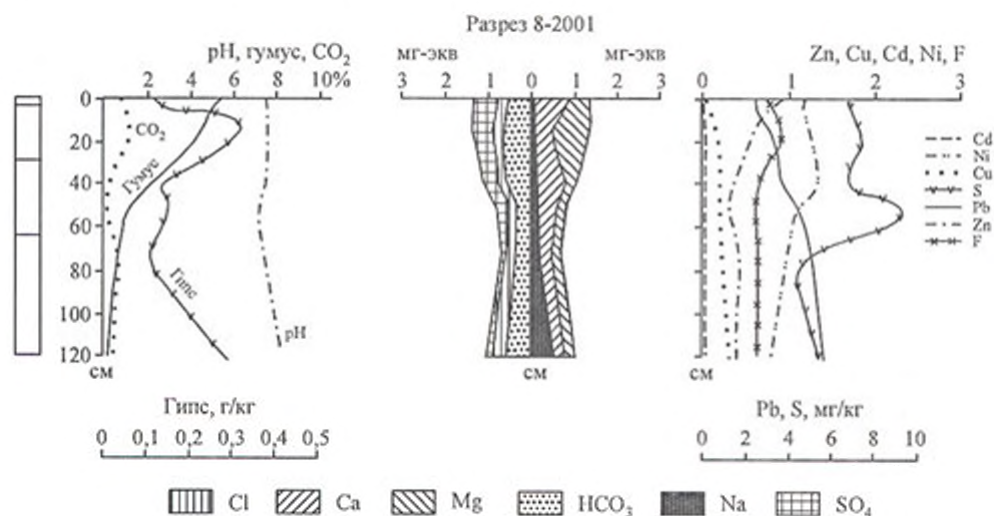


Рис. 36. Физические и физико-химические свойства технозема насыщенного

3. Интрузом нефтяной – формируется с участием описанных выше процессов в условиях разливов нефти, которая постоянно добавляется (просачивается по профилю из находящихся рядом нефтяных амбаров). В зависимости от уровня грунтовых вод нефтепродукты имеют различную глубину проникновения и по латерали часто соединяются с грунтовыми водами. В верхней части профиля наблюдается присутствие углефицированного органического вещества, а также обнаружены нефтяные новообразования (бурого цвета непрочные конкреции).

Техногенно измененные почвы площадок скважин имеют различные морфотипы профилей, что обусловлено типом техногенных воздействий, с одной стороны, и уровнем грунтовых вод – с другой (рис. 36). На техногенных площадках, лишенных леса, первичная рудеральная растительность способствует возобновлению дернового процесса, окраски и структурной организации почвенной массы, свойственной для песчаных дерновых почв.

Выделено несколько морфотипов техногенных почв (автоморфные почвы, с техногенными поверхностными горизонтами, гидрометаморфизованные почвы с техногенными горизонтами и их аналоги, загрязненные разливами нефти), требующие пристального изучения и мониторинга.

7.8. ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ ПОЧВ БОРА

В гранулометрическом составе подбуров дерновых оподзоленных слабогумусированных Бузулукского бора доминируют фракции песка (75–90%). Содержание частиц «физической глины» незначительное, при этом накопление дисперсных фракций в альфегумусовом горизонте отсутствует. Профиль почвы слабо дифференцирован по гранулометрическому составу, и его образование связано с дефицитом дисперсных частиц и элювиально-иллювиальным процессом. Осветленный горизонт АУ по содержанию механических элементов особо не выделяется, как это характерно для классических почв подзолистого типа. Здесь по сравнению с гумусовым горизонтом и материнской породой запасы ила, мелкой и крупной пыли почти одинаковы. Таким образом, в данных почвах не происходит глубокого химического распада минеральной части, а идет постепенная механическая передвижка по профилю тонких фракций, которая тем значительнее, чем мощнее зона аэрации. Однако в почвообразующей породе ила и глины почти всегда меньше.

Движение почвенной воды является очень важным природным фактором, влияющим на степень выраженности всех горизонтов песчаных почв. Скорость движения воды определяется водопроницаемостью отдельных горизонтов. Наиболее точно водопроницаемость выражает коэффициент фильтрации – один из основных феноменологических коэффициентов, характеризующий влагопроводящую способность почвы в условиях ее полного насыщения водой. В слабогумусированных песчаных почвах наблюдается значительное снижение энергии водоудерживания, фиксируемое по более быстрому просачиванию водного фронта через образец.

Анализ величин водопроницаемости четырех разрезов подбуров дерновых слабооподзоленных песчаных (рис. 37) показал довольно однообразную картину ее профильного распределения. Задержка в фильтрации характерна для вер-

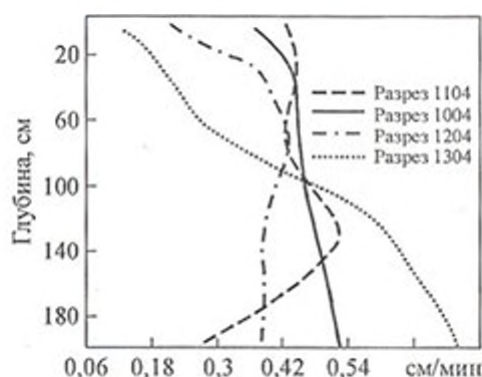


Рис. 37. Коэффициенты фильтрации подбуров дерновых оподзоленных псевдофибровых Бузулукского бора

хних элювиальных горизонтов из-за большего содержания гумуса, а также для псевдофибровых прослоек (горизонты BFff и C). Задержка и концентрация влаги в верхних корнеобитаемых горизонтах особенно важна для почв легкого гранулометрического состава, в которых при отсутствии органического вещества влага атмосферных осадков будет ухо-

дить из корнеобитаемого слоя в глубь почвы, а верхние горизонты сильно иссушаться. Вклад органического вещества в интегральную работу по удерживанию влаги в минеральных горизонтах песчаных почв составляет в среднем 50–70%.

Рассчитанные коэффициенты фильтрации исследуемых подбуров дерновых слабооподзоленных песчаных вершин высоких дюн, нижних склонов и понижений с близким залеганием грунтовых вод и псевдофибрами показали, что на вершинах высоких песчаных гряд гранулометрический состав горизонтов, слагающих профиль почвы, грубее, но сравнительно более однороден. Сумма фракций «физического песка» – частиц размером от 1 до 0,01 мм – здесь превалирует. Вследствие слабой выраженности генетических горизонтов подбуров дерновых слабооподзоленных песчаных и однородности гранулометрического состава водопроницаемость колеблется от 0,42 до 0,54 см/мин. Фильтрационное выщелачивание имеет место на пологих склонах и в полузакнутых депрессиях подбуров дерновых оподзоленных. Коэффициент фильтрации находится в пределах 0,3–0,54 см/мин. Снижение водопроницаемости в горизонте A1 связано с некоторым накоплением гумуса и небольшим оглиниванием, а нижнего горизонта (BFff, B2) – наличием псевдофибр, характерных форм некоторой аккумуляции железа в виде серии тонких (0,5–1,2 см) горизонтальных или извилистых прослоек коричнево-ржавого (красновато-бурого) уплотненного песка или супеси, создающих полупроницаемые барьеры, где влага и другие вещества могут временно «зависать» («подвисать»), медленно просачиваясь вертикально и по латерали. Псевдофибры, особенно если они представлены несколькими обособленными на разной глубине скоплениями (а они именно так здесь сформированы), способны существенно влиять на внутрипрофильную и латеральную миграцию влаги и других веществ, в том числе поллютантов. Нередко над псевдофибрами нами отмечались тонкие прослойки осветленного песка и суглинка – следствие временной задержки влаги.

В целом коэффициент фильтрации песчаных почв бора несколько скорректирован из-за наличия в профиле геохимических и других барьеров, состоящих из незначительного количества частиц «физической глины» (< 0,01 мм), повышенного содержания в верхних горизонтах органического вещества, а также прослоек – псевдофибр, которые способны несколько снижать водопроницаемость в горизонтах их местонахождения. В целом следует отметить высокую

степень водопроницаемости всей зоны аэрации в ландшафтах бора, что делает уязвимыми грунтовые воды в случаях загрязнения поверхности почвы.

На подбурках дерновых слабооподзоленных среднемелких (малосформированных) песчаных вершин высоких гряд второй террасы при глубоком, более 6 м, залегании уровня грунтовых вод предельная влагоемкость будет уменьшаться, а величина удельной водоотдачи увеличиваться и приближаться к величине наибольшей «свободной влагоемкости» по количеству влаги. В результате «провальной» фильтрации влаги и частичного ее стекания по склону в периоды кратковременного избытка создаются условия для физической сухости этих почв. Именно здесь и распространены ассоциации ксерофитной растительности — лишайниковые сосняки. На подбурках дерновых оподзоленных псевдофибровых песчаных разновидностей склонов, равнин и обширных западин величина предельной влагоемкости больше, а водоотдача, как и скорость фильтрации, меньше. Значительный диапазон колебания величин указанных водных свойств разных почвенных разновидностей бора и недостаточная изученность этого вопроса требуют детальных мониторинговых исследований, так как водопроницаемость и другие водные свойства являются причинами возникновения и развития процесса оподзоливания. Если в подбурках дерновых слабооподзоленных высоких вершин с максимальной водопроницаемостью профиля последняя совпадает с минимальным капиллярным подъемом воды, то в профиле подбуров дерновых слабооподзоленных с псевдофибрами при большей высоте поднятия воды в капиллярах водопроницаемость, а значит, и водоотдача несколько меньше.

Обосновывая формирование типов боров, В.Н. Сукачев (1972) пишет: «Лесная ассоциация или тип леса представляет собою совокупность насаждений, объединенных однородными условиями местопроизрастания и одинаковыми биологическими свойствами. Однородность условий существования подразумевает однородность климатических условий, а в пределах области распространения типа и однородность рельефа, грунтовых, почвенных и в особенности гидрологических условий. Однородность же биологических свойств будет осуществляться при одинаковом видовом составе и строе (морфологии) насаждений».

Практический интерес представляет наименьшая влагоемкость почвы — то максимальное количество подвешенной влаги, которое может длительное время удерживаться почвой в состоянии равновесия в условиях, исключающих испарение, десукцию и капиллярное подпитывание со стороны грунтовых вод. Из-за незначительного содержания в почвах бора глинистых частиц, илстой фракции и органических коллоидов, как необходимого условия при агрегировании почвы, микро- и макроструктурность их низкая, а количество водопрочных агрегатов >1 мм в слое 0–10 см составляет, по нашим данным, ничтожно малую величину — от 1,1 до 3,2%.

Наряду с гранулометрическим и агрегатным составом важную роль в формировании водных свойств песчаных почв бора играют характер почвенной порозности и минералогический состав почвенной массы. Почвы бора в этом отношении своеобразны. Из физических свойств почв обращает на себя внимание высокая объемная масса, что объясняется малым содержанием в них органических веществ и сильной опесчаненностью (табл. 55). Они имеют невысокие максимальную гигроскопичность и влажность завядания. Удельная поверхность изучаемых подбуров дерновых слабооподзоленных песчаных в среднем

Таблица 55

Водно-физические свойства дерново-подбуров слабооподзоленных песчаных

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Масса, г/см ³		Порозность, % от объема почвы	Максимальная гигроскопичность	Влажность завядания	Наименьшая влагосмкость (НВ)	Воздухосодержание при наименьшей влагосмкости, % от объема	Удельная поверхность, м ² /г	Прочность связанная влага, % от массы почвы
		объемная	удельная							
Дерновые подбурсы слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные среднемелкие песчаные										
7-2001	O 0-4	1,39	2,71	51,3	2,30	2,59	8,3	33,7	33,7	0,8
	AУ 5-15	1,60	2,77	57,8	2,42	2,70	7,2	33,9	33,5	0,8
	AУе 15-25	1,68	2,78	60,0	2,14	1,70	6,0	30,1	35,4	0,9
	B1F 50-60	1,69	2,77	61,0	2,33	1,90	4,3	29,1	30,1	0,7
	C 110-120	1,71	2,78	61,5	2,31	1,87	4,9	27,4	27,4	0,7
	C 190-200	1,78	2,72	65,4	1,11	1,82	3,0	27,3	22,3	0,4
Дерновые подбурсы слабооподзоленные сильногумусированные легкосуглинистые										
9604	O 0-8	1,39	2,51	55,4	2,86	2,80	9,4	31,9	36,2	0,9
	AУ 8-15	1,52	2,69	56,5	2,96	2,41	8,6	3,4	35,4	0,9
	AУ 15-25	1,63	2,69	60,6	3,33	2,30	7,7	31,6	31,3	0,8
	B1Fff 27-37	1,64	2,73	60,0	3,42	2,26	7,4	30,0	31,3	0,8
	B2F 55-65	1,70	2,70	62,9	3,11	2,30	7,6	29,6	28,6	0,6
	C 80-90	1,70	2,73	62,3	2,70	1,90	7,0	29,4	24,1	0,5

равна 29–34 м²/г, в то время как для выщелоченных и сегрегационных черноземов тяжелосуглинистого гранулометрического состава Бузулукского района она составляет 140–158 м²/г. В составе порозности преобладают поры крупных и средних размеров, вследствие этого создаются благоприятные условия для аэрации и нисходящего движения гравитационной влаги, о чем свидетельствует и их высокая фильтрационная способность.

Как уже отмечалось, в минералогическом составе почв бора преобладают кварц (> 50%) и полевые шпаты (18%). Обломки различных пород (порфиры, пегматиты, кварциты и др.) составляют 25%. Незначительная в количественном отношении глинистая фракция представлена в основном гидрослюдой. Особенности гранулометрического и минералогического состава почв, свойств и характера почвенной порозности обуславливают их малую гидрофильность, слабую водоудерживающую способность, а также особенности состояния и движения влаги в их профиле.

Величина истинной наименьшей влагосмкости является важнейшей экологической характеристикой водоудерживающей способности почвы. Она определяет потенциальные возможности почвы запасать и удерживать длительное время определенное количество влаги, на уровне которой стремится сохраниться влажность почвы в естественных условиях. Малая водоудерживающая способность подбуров дерновых оподзоленных песчаных обусловлена ничтожным количеством илистой и мелкопылевой фракций, невысокой удельной поверх-

ностью, бесструктурностью, малым содержанием гумуса и большой их порозностью, в составе которой более 70% занимают крупные и средние поры. В этих почвах гравитационная влага стекает в основном в первую половину дня после прохождения дождя. По нашему мнению, состояние увлажнения к концу дня характеризует наименьшую их влагоемкость. Эта величина невысокая и в слое 0–100 см в среднем равна 9–11%, что составляет 1000–1200 м³/га, или 100–120 мм в метровом слое.

Движение почвенной воды мало влияет на степень выраженности всех горизонтов. Хотя коэффициенты фильтрации довольно однородных по гранулометрическому составу почв и испытывают колебания, вместе с тем они констатируют факт высокой водопроницаемости всех генетических почвенных горизонтов подбуров дерновых оподзоленных бора, что определяет быстрый вынос почвенных растворов из верхних горизонтов до уровня грунтовой воды. Малая водоудерживающая способность почв бора обусловлена их слабой абсорбцией и преобладанием в их составе крупных и средних пор, не способных прочно удерживать влагу и быстро освобождающихся от воды.

Механизм удержания влаги при наименьшей влагоемкости преимущественно капиллярный, обусловленный разностью поверхностных давлений, создаваемых менисками, из которых состоят нижняя и верхняя части соответствующих капиллярно-подвешенных водных тел.

Наличие температурных градиентов вызывает передвижение влаги в форме пара, протекающее интенсивно в течение сезона и суток. Равновесный запас влаги для слоя 0–100 см, равный в среднем 100–120 мм, характеризует истинную наименьшую влагоемкость почв, поддерживаемую сорбционными силами.

Истинная наименьшая влагоемкость характеризует одновременно и влажность разрыва корней. При этой степени увлажнения в почве содержится еще довольно значительное количество влаги, большая часть которой доступна для растений. Испарение с поверхности песчаных почв вследствие их малой влагоемкости и слабой капиллярности незначительное.

По мере увеличения дифференциации профиля почв понижений величина коэффициента фильтрации в горизонтах АУ и В1F уменьшается, что ведет к снижению водопроницаемости и более резкой ее дифференциации по генетическим горизонтам. Уменьшение водопроницаемости иллювиального горизонта В1F (за счет плотности) способствует накоплению влаги.

Из-за трудоемкости анализа мы не смогли определить коэффициенты фильтрации оторфованных почв с оглеенными горизонтами, но по литературным данным известно, что наличие названных выше и других горизонтов (прослоек) приводит к их существенному снижению. Так, например, в торфяно-глеевых почвах коэффициент фильтрации колеблется от 0,04 до 0,007 см/мин, в оглеенной песчаной почве он не превышает 0,0178 см/мин.

Выводы

1. От вершин высоких гряд и холмов второй надпойменной террасы р. Боровки к склонам и ровным местоположениям, а затем к понижениям коэффициент водопроницаемости в исследованных почвах в соответствии со сменой почвенного покрова снижается. Вследствие этого на подбурях дерновых слабо-

оподзоленных среднемелких и маломощных, при значительной глубине уровня грунтовых вод, предельная влагоемкость будет уменьшаться, а величина удельной водоотдачи – увеличиваться и приближаться к наибольшей «свободной влагоемкости» по количеству влаги. В результате создаются условия для физической сухости почв с лишайниковыми борами, ковылем и другими степными видами растительности.

2. Описанная выше динамика водопроницаемости и водоотдачи изучаемых почв, тесно связанная с ходом развития процессов оподзоливания и оторфовывания, определяет роль этих факторов в тех же процессах.

3. Истинная наименьшая влагоемкость песчаных почв определяет их способность накапливать влагу на том уровне, который почва стремится сохранить в естественных условиях.

4. Вследствие незначительного содержания в песчаных почвах илистой фракции и органических коллоидов (содержание гумуса в горизонтах АУ и АУВ1F составляет соответственно 0,8% и 0,2%, разрез 7-2001) как необходимого условия при агрегировании почвы, микро- и макроструктурность их ничтожная. По нашим данным, количество водопрочных агрегатов размером более 1 мм в слое 0–10 см составляет всего 1,2%, а в слое 10–20 см – 0,8%. Объемная масса верхних горизонтов почв довольно высокая (1,39–1,62 г/см³), что объясняется их песчаным гранулометрическим составом, а с глубиной она увеличивается до 1,7 г/см³. Удельная масса по профилю изменяется незначительно (2,70–2,79 г/см³).

Характерно также небольшое количество прочносвязанной влаги (около 0,7% от массы сухой почвы). В связи с этим максимальная гигроскопичность и влажность завядания почвы низкие.

7.9. ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА ПОЧВ БУЗУЛУКСКОГО БОРА

Главные процессы, ответственные за формирование профиля и системы генетических горизонтов почв бора – аккумуляция и трансформация гумуса. В условиях континентального климата под различными типами сосновых боров формируется серо-гумусовый дерновый горизонт АУ, представленный гумусовыми веществами фульватно-гуматного состава, которые находятся в связи с песчаной минеральной частью, чем и объясняется серый цвет.

Накопление и трансформация органического вещества происходят в условиях слабокислой реакции, выщелоченности и слабой ненасыщенности почвенного поглощающего комплекса основаниями при малой химико-минералогической изменчивости материнской породы и малом количестве новообразованного минерального материала (большая отмытость песков).

Альфегумусовое почвообразование сопровождается растворением красящих гумусово-железистых пленок (плазмы), находящихся на поверхности минеральных зерен, их миграцией частично или совместно с органическим веществом в среднюю часть профиля (горизонт BF) и на псевдофибры. В результате под органометным серо-гумусовым горизонтом АУ непосредственно формируется слабовыраженный, белесый (белесоватый) слабооподзоленный горизонт АУе. Иллювиальный горизонт BF характеризуется наличием гумусово-железистых пленок на поверхности минеральных зерен. Слабый характер проявления про-

цессов оподзоливания обусловлен местными экологическими условиями – жестким термическим режимом с преобладанием окислительных условий и высокого испарения над осадками, а также высокой карбонатностью подстилающих пород и наличием жестких гидрокарбонатно-кальциевых вод.

Установлено, что пески Бузулукского бора в основном состоят из устойчивых в зоне гипергенеза кварца, кислых плагиоклазов и микроклиноклазов. Минералов, сравнительно легко поддающихся внутрипочвенному выветриванию, очень мало. Поэтому для изучаемых почв на кварцевых песках по сравнению с их аналогами на более богатых в минералогическом отношении породах характерно слабое проявление процессов ферриаллитизации, оглинения и закрепления вымытого органического вещества в почвенной толще.

Рассматриваемые нами почвы бора, сформированные на кварцевых песках, имеют и качественные различия. На вершинах гряд и холмов «высокого» рельефа второй террасы р. Боровки, где лишайниковые сосняки оставляют бедный опад, выделяются почвы, в которых непосредственно под слабой подстилкой залегает белесый слабоподзоленный горизонт, обычно сменяющийся слабооформленным альфегумусовым горизонтом BF – более интенсивно окрашенным. Почвы, расположенные на северных позициях склонов, выровненных и слабовсхолмленных участков под моховыми борами представлены подбурами дерновыми оподзоленными псевдофибровыми слабогумусированными песчаными. В зависимости от положения вниз по рельефу увлажнение становится обильнее, а подстилка богаче, моховые боры сменяются ложнотравяными, почвы представлены относительно развитым аккумулятивным гумусовым горизонтом, светло-серым (белесым) слабоподзоленным и неярко окрашенным, иногда расплывчатым альфегумусовым.

Причины неоднородности свойств почв на кварцевых песках бора при общности состава почвообразующих пород кроются в рельефе – «хозяине» распределения влаги и элементов питания для формирующихся типов боров. В зависимости от положения по рельефу почвы получают различное количество влаги и дисперсных частиц, поэтому они различаются по характеру аккумулятивного органогенного горизонта, его мощности и внутрипрофильному распределению гумуса, характеру элювиально-иллювиальной дифференциации полоторных окислов и их форме в профиле почв, по количеству гумуса и ила в горизонтах. Установлено, что слабое варьирование этих свойств, как и степени оподзоленности, в почвах бора подчиняется рельефу – «внутреннему» и «внешнему», контролирующим уровень жестких гидрокарбонатно-кальциевых вод, лежащих на водопорах – пермских карбонатных мергелях.

Особенности генезиса широкого спектра лесных почв Бузулукского бора, развитие которых связано с переменным увлажнением, во многом определяют также строением и составом почвообразующих пород легкого гранулометрического состава при непостоянном развитии процесса оподзоливания. Хвойная растительность, доставляющая на поверхность почвы опад, при разложении которого образуются органические вещества кислотного характера, обуславливают даже в засушливом климате бора развитие своеобразного подзолообразовательного процесса. На легких по гранулометрическому составу почвообразующих породах из-за их высокой проницаемости кислый почвенный раствор быстро проникает вглубь, не успев оказать заметного влияния на верхние

горизонты. Это особенно хорошо прослеживается в местах с глубоким залеганием грунтовых вод, на высоких песчаных буграх, дюнах и гривах, покрытых сухими лишайниковыми борами. Резко выраженная на наиболее высоких элементах рельефа гомогенность (с химической точки зрения) почвообразующей породы — зерен почти чистого кварца, прошедшего длительный путь обработки разнообразными агентами выветривания и потому весьма инертного, — не создала условий для надлежащего проявления характерных подзолообразовательных черт. Действительно, распад глинных минералов, составляющий геохимическую сущность подзолообразования, не получил здесь количественного выражения, поскольку в массе породы содержится очень мало алюмосиликатов. По тем же причинам неотчетливо проявляется и процесс передвижения тонкодисперсных фракций.

В силу сказанного выше в подбурях дерновых оподзоленных суммарный морфологический эффект подзолообразования неясно выражен, и эти почвы можно считать слабо-среднеоподзоленными. В профиле выделяется поверхностный гумусированный горизонт АУ мощностью 5–12 см, отличающийся серым или серо-бурым цветом, глубже которого обычно идет белесоватый (белесый) песчаный горизонт АУе со слабыми признаками оподзоливания (наличие серых или белесых пятен). Кроме указанных выше признаков, о подзолообразовательных процессах можно судить главным образом по тонким жилкам — псевдофибрам, окрашенным от скопления полутонких окислов в красновато-бурый цвет. Оригинальный узор последних вырисовывается на общем светлом фоне в горизонтах ВF или С. Появление псевдофибр на различной глубине зависит, с одной стороны, от глубины промачивания грунта атмосферными и грунтовыми водами, а с другой — от некоторой неоднородности гранулометрического состава песков, малейшее изменение которого в сторону утяжеления приводит к оседанию на данной глубине еле заметных фрагментов высокодисперсных частиц.

В отрицательных элементах мезо- и микрорельефа, испытывающих повышенное увлажнение за счет атмосферных осадков, псевдофибры иногда постепенно превращаются в ортзанды. Просачивающиеся сверху и задерживающиеся над уплотненными ортзандами воды в результате восстановительных процессов вымывают соединения железа. Происходит оформление светло-серого или белесого подзолистого горизонта и увеличивается мощность нижележащего ортзандового слоя в результате периодически возникающих процессов окисления железа. Постепенное развитие обоих процессов приводит к образованию здесь более мощного оподзоленного горизонта. Ниже последнего в таких случаях иногда наблюдаются глееватые сизоватые и зеленоватые примазки, пятна и прожилки, изредка даже выделяется самостоятельный глееватый горизонт небольшой мощности.

Таким образом, на песчаных субстратах Бузулукского бора под сосновыми и сосново-лиственными лесами выделены: а) подбуры дерновые слабооподзоленные очень маломощные (малоразвитые) песчаные под сухими лишайниковыми борами с невыраженным или очень слабо выраженным серым элювиальным горизонтом АУ и слабооподзоленным — АУе; б) подбуры дерновые слабо-среднеоподзоленные псевдофибровые маломощные песчаные на склонах со слабо выраженным серым элювиальным горизонтом АУ, слабо-среднеоподзоленным — АУе и с красно-бурыми псевдофибрами в горизонте ВF (иногда гори-

зонтов встречается до 3); в) подбуры дерновые оподзоленные преимущественно мало- и среднемощные песчано-супесчаные равнинного и пониженного мезорельефа с более ясно выраженным серо-гумусовым элювиальным горизонтом АУ, оподзоленным горизонтом АУе и слабоуплотненным иллювиальным горизонтом ВF. Иногда возможно сочетание псевдофибрового и ортзандового (или нескольких прослоек псевдофибр) горизонтов. В оподзоленных почвах, расположенных в понижениях микрорельефа, на некоторой глубине изредка обнаруживается сизовато-серый глееватый горизонт. В комплексе иногда участвуют также различного рода лугово-болотные и карбонатные почвы, развитые по замкнутым сырým ложбинам.

В верхнем горизонте дерново-подбуров содержание гумуса может достигать 2–3%, варьируя от 0,5 до 3,0%. С глубиной оно резко падает в зависимости от местонахождения почвы по рельефу. В соответствии со слабой гумусированностью и легким гранулометрическим составом емкость поглощения в верхней части горизонта АУ не превышает 3–7 мг-экв с явным преобладанием в ее составе катионов Ca^{++} и Mg^{++} . Обменный водород составляет около 2–3% от суммы поглощенных катионов. В целом подбуры дерновые равнинного рельефа морфологически более выражены и развиты, но и для них также характерно слабое проявление деградационной зоны, связанной, скорее всего, с особенностями голоценовой эволюции, особенно на начальных этапах их формирования. Вместе с тем в их профиле несколько яснее выражены верхний элювиальный горизонт АУ, белесый оподзоленный горизонт АУе и слабоуплотненный иллювиальный (псевдофибровый) горизонт ВF. По содержанию азота и минеральных веществ эти почвы более плодородны, что и отразилось в смене естественного растительного покрова чистых сосняков смешанными борами.

Переход от второй террасы р. Боровки к первой и затем к пойме связан с изменением состава насаждений, в которых появляется примесь лиственных древесных пород, что увеличивает мощность гумусового горизонта, содержание гумуса и вообще сдвигает почвы в сторону их «черноземовидности». В условиях первой террасы, где обстановка для развития сосновых насаждений весьма благоприятна, такой характер почв можно связать с карбонатными подстилающими породами и кальциевым режимом почвенно-грунтовых вод. На приборовых плакорах это же явление определяется переходом почв к зональному степному типу почвообразования, связанному одновременно с вытеснением сосны дубом и изменениями в характере почвообразующих пород. В целом производительность и условия возобновления в сосновых лесах Бузулукского бора прежде всего связаны со степенью увлажнения. По мере увеличения степени гидроморфности почв новообразования их максимум смещается вверх к иллювиальным горизонтам. Такова же тенденция при переходе от атмосферного (климатического) типа увлажнения к преимущественно групповому увлажнению и для границы окислительно-восстановительных барьеров.

Для водораздельных плакоров Общего Сырта, а также для сыртового рельефа в пределах второй террасы р. Боровки характерны дерново-подбуры литобарьерные, находящиеся в сочленении с черноземами глинисто-иллювиальными типичными и частично оподзоленными. Почвообразующие породы – глины, суглинки и мергели – отличаются довольно широкой амплитудой гранулометрического состава при наличии карбонатов и водоупора на небольшой глу-

бине. Почвообразование сопряжено также с супесями и суглинками песчаных шлейфов, являющихся продолжением песчаных отложений второй надпойменной террасы рек Самары и Боровки, отложенными на породы водоразделов. Характер почвообразующих наносов имеет большое значение в распространении дубовых лесов, предъявляющих высокие требования к режиму влаги и питательных веществ в почве. В Бузулукском бору производительность дубрав возрастает от эродированных черноземов к оподзоленным, т. е. зависит от степени увлажнения, которая обычно связана с формами рельефа и подстилающими породами. Обязательный компонент дубовых лесов – липа.

По содержанию гумуса и изменению емкости поглощения по профилю не обнаружено характерного для оподзоленных почв минимума в оподзоленном горизонте: они равномерно уменьшаются пропорционально снижению гумусности. Степень насыщенности основаниями в гумусовом горизонте близка к 100%. Лишь в целинных вариантах иногда отмечается присутствие обменного водорода в пределах 1–3% от емкости поглощения с минимумом в горизонтах B1e и B3A. В суглинистых и легкосуглинистых разновидностях черноземов в нижней части гумусового горизонта иногда выделяется слабобелесый оподзоленный подгоризонт мощностью 5–10 см. Иллювиальный горизонт всех разновидностей черноземов уплотнен, имеет призмовидно-комковатую структуру и красновато-бурый цвет, на фоне которого резко выделяются темные потеки гумуса, проникающие до глубины 100–120 см. Вскипание по профилю обнаруживается в контактном горизонте с глубины 70–100 см, но нередко отсутствует и до 125 см, когда пески лежат близко к поверхности. В супесчаных разновидностях признаки деградации также слабо развиты.

Неглубокое погребение и сочленение древних глинистых (доголоценовых) почв под песчаными суглинками голоцена улучшают плодородие почв и лесорастительные условия. Это хорошо просматривается не только вокруг Бузулукского бора, но и по всей долине Самары и ее притоков. Издавна этот регион (Поволжье и Приуралье) был поставщиком хлеба на юг России и за границу. В свое время Екатерина II подарила эти земли Г.Р. Державину как наилучшие, с непревзойденными «хлебопашными» свойствами и благоприятными условиями обеспечения растений близко расположенной доступной влагой и элементами питания.

Распространенная в природе двучленность профиля почвогрунтов – важнейшая экологическая особенность, влияющая на производительность фитоценозов. В верхней части профиля черноземных почв бора и приборовых плако-ров происходит распад гумуса за счет кислой подстилки, а в контактном карбонатном горизонте – его синтез. Здесь же находится латеральный поток влаги и растворенных элементов-органогенов – закономерный процесс на двучленных породах, внизу карбонатных. Известно, что кварц почти не обладает способностью абсорбировать гумусовые вещества (Хан, 1950а). Подвижное железо аккумулируется в гумусовых горизонтах (до 20 мг/100 г почвы). Емкость поглощения здесь высокая; в поглощающем комплексе наряду с обменными Са и Mg содержится водород, насыщенность основаниями увеличивается сверху вниз. Грунтовые воды, сформированные на латеральных, далеко не проникают и всегда доступны растениям, особенно корням деревьев. Органическое вещество этих почв образуется как из опада сложных боров, так и в результате довольно интенсивного дернового процесса. Сам термин «двучленные отложения» говорит

о геологических механизмах формирования горизонтов, при этом не исключается, конечно, и возможность проявления педогенных механизмов гранулометрической дифференциации профиля. Степень проявления педогенных процессов, ответственных за формирование гранулометрической дифференциации профиля почв, требует более глубокого изучения.

Для пойменных почв характерны значительная мощность гумусового горизонта и более темная окраска, свидетельствующая о более высоком содержании гумуса по сравнению с почвами террас р. Боровки. По гранулометрическому составу пойменные почвы относятся преимущественно к легким суглинкам, а почвы террас – к супесям и пескам.

Кроме природных, в Бузулукском бору выделены почвы техногенные. Для них характерны остаточные признаки исходных почв и признаки, приобретенные в результате антропогенеза: техноземы на нефтяных амбарах, засыпанных смесью песка, иногда чернозема, пропитанного нефтью. Главная особенность таких почв – техногенный механизм формирования профиля, где насыпные слои часто генетически не связаны друг с другом. Техногенные почвы требуют тщательного изучения, рекультивации и мониторинга.

7.10. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ И БИОГЕОЦЕНОЗОВ БУЗУЛУКСКОГО БОРА

Исходная литогенная однородность, унаследованная от легкой по гранулометрическому составу почвообразующей породы, слабая текстурная дифференциация и процессы суспензионного переноса тонких фракций в профиле – основные признаки современных почв бора. Хвойная (преимущественно) растительность, доставляющая на поверхность опад, при разложении которого образуются кислые органические вещества, обуславливает даже в засушливом климате Заволжья развитие, хотя и слабого, подзолообразовательного процесса.

Дерновый процесс, который участвует в образовании почв Бузулукского бора, заключается в накоплении в верхнем горизонте почвы гумуса, обменных оснований, соединений фосфора, калия, азота и пр. Он выражен наиболее сильно в тех случаях, когда под пологом леса поселяются травы, что имеет место в ложно-травяных и других борах исследуемого объекта. Но сходные явления биологической аккумуляции гумуса и различных минеральных окислов (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , P_2O_5 и т. д.) наблюдаются и под пологом леса без участия трав. Дерновый процесс особенно усиливается на луговых полянах в бору, образованных, как нам представляется, на расчищенных из-под леса площадях, поддерживаемых в своем существовании человеком (сенокосы). Здесь почвы или гумусово-гидроморфические (на террасах), или аллювиальные темно-гумусовые (в поймах). Вследствие того что остатки травянистой растительности быстро разлагаются и содержат много гумуса и оснований, в частности кальция, повышается насыщенность почвы основаниями, следовательно, уменьшается ее кислотность. В условиях избыточного увлажнения под травянистой растительностью могут образоваться глееватые подтипы этих почв.

На характер, направление и скорость процессов разложения растительных остатков существенное влияние оказывает соотношение между скоростью раз-

ложения и скоростью выщелачивания разлагающихся растительных остатков, особенно на первых стадиях разложения. Под сосновыми лесами образуются менее кислые подстилки, еще менее кислые — под лиственными.

В целом состав и свойства подстилок, в том числе и их кислотность, зависят от состава растительных остатков и условий их разложения, т.е. комплекса зависящих друг от друга факторов. Кислотность опада находится в обратной зависимости от содержания в нем кальция. Нижние слои подстилок, которые дольше подвергались разложению и выщелачиванию, будут обладать более кислой реакцией, чем верхние. Лесные подстилки являются источником водорастворимых органических соединений, обладающих обычно кислой реакцией. Именно эти органические кислоты определяют оподзоливание нижележащих минеральных горизонтов.

Сосна потребляет меньшее количество зольных веществ, в сосновых лесах значительно выше освещенность, что способствует более быстрому разложению опада и препятствует образованию грубого гумуса. Сосна обуславливает более слабое оподзоливание, чем, например, ель. Еще слабее оподзоливание проявляется под лиственными породами. Травяной покров, опад которого разлагается быстро, оподзоливание не вызывает.

Степень развития дернового процесса, о котором мы судим по мощности горизонта АУ, содержанию в нем гумуса, величине емкости обмена и степени насыщенности основаниями, зависит от состава напочвенного растительного покрова. Обнаружено, что в бору под лишайниковым и моховым покровами накопление гумуса всегда меньше, чем под травяным. Поэтому все, что способствует развитию травяного покрова, будет способствовать и развитию дернового процесса (например изреженность лесного полога). Развитию дернового процесса способствует также высокое содержание кальция в материнской породе и почве.

Эти два процесса — оподзоливание и дерновый — по своей сущности противоположны: первый заключается в распаде почти всех минералов и выносе его продуктов из верхних почвенных горизонтов, а частично и вообще из почвенной толщи; второй — процесс биологической аккумуляции — в восходящем перемещении минеральных окислов из нижних слоев в верхние слои почвы, в накоплении в них зольных элементов пищи, азота и гумуса. К числу факторов, влияющих на процесс биологической аккумуляции в Бузулукском бору, следует отнести: карбонатность подстилающей, а иногда и материнской породы, свободный отток поверхностной влаги, участие в древостое лиственных, особенно широколиственных, пород с глубокими корневыми системами, хороший доступ воздуха и света и, наконец, участие в напочвенном покрове травянистых растений.

В этой связи представляет теоретическую и практическую значимость поведение элементов-органогенов в профиле почвогрунтов бора. Установлено, что в глубоких горизонтах подбуров дерновых оподзоленных песчаных бора содержание соединений элементов-органогенов — азота, фосфора, калия, кальция, магния, алюминия (рис. 38), в ряде случаев одинаковое или даже превышает их содержание в верхних гумусовых горизонтах. Вовлекаясь наряду с углеродом гумусовых веществ в денудационно-аккумулятивные процессы, элементы-биофилы, прежде всего азот, фосфор и подвижный калий, в значительных количествах поступают со стоком в грунтовые воды, играя большое значение в общем балансе органического вещества и элементов питания растений в

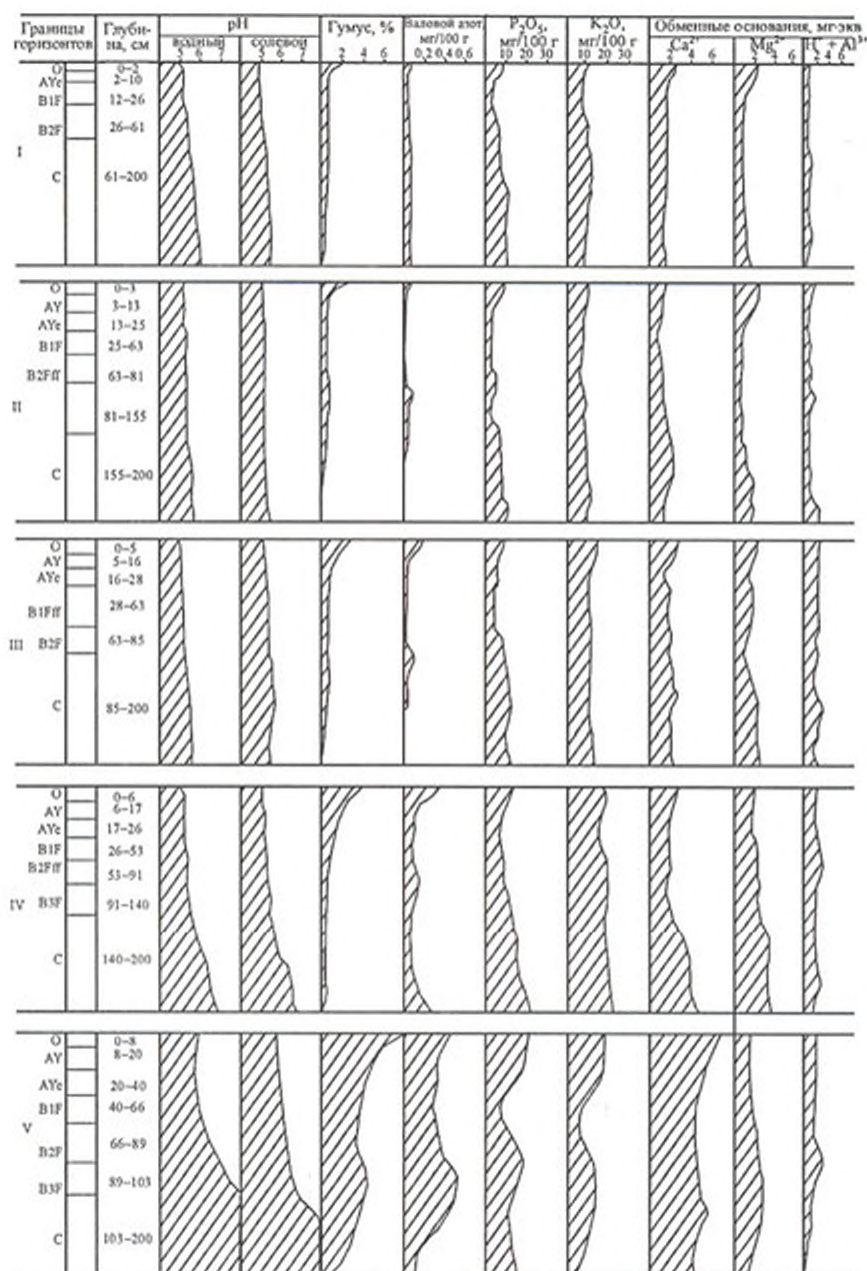


Рис. 38. Химический состав и физико-химические свойства подбуров дерновых, определяющих базовые стохастические (вероятностные) модели боров в Бузулукском бору (данные по разрезам 14–36): I – слабогумусированные, иногда псевдофибровые крайнемелкие (малосформированные) песчаные вершины высоких гряд, холмов и верхних частей южных склонов (лишайниковый сосняк); II – слабогумусированные псевдофибровые средние-мелкие песчаные северных склонов (моховые боры); III – слабогумусированные псевдофибровые маломощные песчаные и супесчаные слабоболотистых склонов и выровненных поверхностей (ложно-травяные и др. боры); IV – малогумусные среднелишьные западины (сложные боры); V – дерново-подбуровы литобарьерные (сложные боры) и черноземы типичные внутриборных и приборовых сыртов и их пологих склонов (нагорные, байрачные дубравы влажные)

почвах. Радиоуглеродный возраст растворенного в речных водах органического вещества составляет около 100 лет (Гордеев, 1983), что свидетельствует о его вымывании из самых верхних грубогумусовых горизонтов почв.

Исследование закономерностей радиального и латерального распределения элементов в грунтовых водах могло бы дать дополнительный материал, позволяющий выявить факторы и механизмы, контролирующие продуктивность лесных биогеоценозов бора, их высокую в целом экологическую устойчивость.

Как уже отмечалось, по гранулометрическому составу почвы бора в основном относятся к песчаным и супесчаным. В распределении ила по профилю наблюдается общая закономерность – невысокое содержание ила в гумусовой части профиля: 3–8% – в горизонтах О, АУ, минимум (2–3%) – в оподзоленном. Нам не удалось заметить четкой текстурной дифференциации при переходе от элювиальной к иллювиальной части почвенной толщи, особенно в почвах повышенных элементов рельефа; несколько большая дифференциация обнаруживается только в почвах северных позиций склонов, а затем выровненных поверхностей и пологих склонов грив и «дюн», несколько усиливаясь в почвах понижений и замкнутых западин, но и здесь ее контрастность не очень выражена, учитывая латеральный привнос ила и растворимых веществ в верхние горизонты почв. Соотношение фракций $> 0,01$ и $< 0,01$ мм в профилях большинства разрезов сохраняется довольно постоянным.

Слабая литогенная текстурная неоднородность почв как в почвообразующей породе, так и в элювиально-иллювиальной почвенной толще свидетельствует об отсутствии иллювинования и углекислого выветривания *in situ* наименее устойчивых минералов песчаной почвообразующей породы, промытой от карбонатов. Так как выветриванию в данном случае подвергаются породы прочные, то естественно ожидать низкого содержания полутвердых оксидов и в составе продуктов выветривания. Низкие показатели аморфных оксалатно-растворимых соединений являются основной формой нахождения полутвердых оксидов в подбурх дерновых оподзоленных.

И по условиям почвообразования, и по свойствам, и по предполагаемым элементарным почвенным процессам, формирующим профиль, серо-гумусовые подбурх дерновые оподзоленные псевдофибровые выделяются в качестве самостоятельного подтипа.

Таким образом, морфологические и физико-химические особенности подбурх дерновых оподзоленных и псевдофибровых песчаных боровых террас связаны в значительной мере с гранулометрическим составом и физическими свойствами почвообразующих пород – флювиогляциальных песков. Для них характерны весьма слабая оструктуренность и низкая емкость поглощения. Хорошая водо- и воздухопроницаемость предотвращают развитие процессов контактного оглеения в почвах положительных элементов микрорельефа. Иногда глееватость почв отмечается лишь в отдельных микропонижениях, где сохраняется горизонт верховодки. Кратковременное весеннее и осеннее переувлажнение почв понижений создает переменный окислительно-восстановительный режим. Отсутствие кислой среды на контактах почвообразующих и подстилающих пород – водоупоров и грунтовых вод, обусловлено высокой карбонатностью двух последних агентов. В связи с этим в горизонтах не формируются рудяковые конкреции, лишь иногда образуются нечетко выраженные ржавые

пятна слабого ожелезнения. Глубокое проникновение гумусово-железистой плазмы по граням кремнезема – характерный тому признак.

На основании гранулометрического состава, морфологических и химических свойств выделены следующие основные группы почв модели боров: I – подбуры дерновые слабооподзоленные слабогумусированные среднетонкие (малоразвитые) песчаные текстурно и химически слабодифференцированные повышенных элементов рельефа – вершин гряд, дюн и холмов (лишайниковый сосняк); II – подбуры дерновые слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные песчаные текстурно и химически слабодифференцированные пологих склонов и плоских водораздельных (междюнных) поверхностей (моховой сосняк); III – подбуры дерновые оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные текстурно и химически слабодифференцированные среднетонкие песчаные и супесчаные обширных понижений и равнин (ложно-травяной бор); IV – подбуры дерновые оподзоленные малогумусные среднетонкие супесчаные микропонижений и микрозападин (сложный бор); V – черноземы типичные и оподзоленные тучные (с двучленным профилем) на двучленных породах (сложный бор), а также комплексы сочетаний ветровально-пирогенных подбуров дерновых оподзоленных по понижениям гарей с дюно-лунковым нанорельефом (сложный бор).

В этих группах почв отмечаются следующие особенности:

1. Очень низкое (I группа) и низкое (II, III, IV группы) содержание гумуса, %: 0,59–0,76 – в горизонте АУ, 0,30–0,40 – в горизонте ВВ, очень высокое (более 7–8%) – в V группе. Снижение количества гумуса в I–IV группах – резкое, в V – постепенное.

2. Отмечается бимодальное распределение в почвенной толще валовых и подвижных форм калия, фосфора, обменных оснований (Ca^{++} , Mg^{++}). Первый пик концентрации биофилов приурочен к горизонту АУ, второй – к горизонту ВВ, минимум – к оподзоленному горизонту АУе. Содержание элементов-биофилов зависит от количества гумуса, а не от содержания фракции ила, которого в профиле мало, а степень радиальной дифференциации его невысокая. Дифференциация соединений биофильных элементов невысокая во всех группах почв.

3. Наряду с чертами сходства между рассматриваемыми группами почв имеются и значительные различия, проявляющиеся главным образом в содержании гумуса в гумусовых и элювиальных горизонтах. Дерновые подбуры оподзоленные пологих склонов и повышенных элементов плоских равнин содержат в профиле несколько (до 3 и более) прослоек псевдофибры, существенно влияющих на водный режим этих почв. Почвы микропонижений (группа V) отличаются от первых более высоким содержанием гумуса, особенно валовыми и подвижными формами фосфора.

Фосфорная кислота накапливается в верхних горизонтах путем биологической миграции. Ее слабая вымываемость обусловлена тем, что, переходя в легкоподвижное состояние, она быстро усваивается организмами, в том числе микроорганизмами, и, кроме того, легко образует труднорастворимые соединения с гидроокисями железа и алюминия. Для древесных пород ее доступность в этих соединениях несколько большая, так как труднодоступные соединения фосфора поддаются воздействию микоризы. Последняя, по-видимому, принимает участие и в азотном питании древесных растений.

4. В рассматриваемом ряду групп почв в горизонтах О, АУ, АУе содержание гумуса увеличивается мало, азота – в 2–3 раза, фосфора – в 2 раза, поглощенных кальция и магния – в 2 раза. Накопление элементов в почвах пониженных элементов рельефа обусловлено их латеральным привносом поверхностным и внутрисочвенным стоком в сосняках лишайниковых, моховых и сложных борах. Есть основания предполагать, что обогащение почв понижений в хвойно-широколиственных лесах подвижными соединениями фосфора по всему профилю, а в верхних горизонтах – оксидами железа в рассеянной форме также связано с их латерально-склоновым привносом.

5. В регулировании запасов элементов-органогенов очень важна роль породного состава леса. Максимальное содержание подвижных форм калия, фосфора и обменных кальция и магния приурочено к нижним – иллювиальным – горизонтам почв пониженных элементов рельефа под березово-липняковыми участками соснового леса, а особенно в типичных и оподзоленных черноземах и дерново-подбуров литобарьерных сложных боров и влажных дубрав.

Продуктивность лесных почв в значительной степени связана с видовым и химическим составом лесных подстилок и интенсивностью их разложения.

Возвращаемые с опадом элементы вовлекаются в биологический круговорот только по мере разложения опада. Поэтому важное значение в круговороте веществ имеет скорость разложения опада, которая определяется в основном интенсивностью микробиологических процессов. Микрофлора почвы лиственнично-соснового бора по сравнению с лишайниковым отличается, по-видимому, как большей численностью, так и большим числом видов, что обнаружено нами по разложению-распаду слоя рентгеновской пленки.

Поскольку для гидротермического режима почв бора характерен дефицит увлажнения, особенно в летние месяцы, то, очевидно, разложение растительного материала в условиях недостатка влаги способствует развитию окислительных процессов, а весной и осенью – кратковременных восстановительных. В связи с этим почвы лишайникового бора промерзают на большую глубину, сильнее прогреваются летом и имеют температуру на 3–6° больше, чем в сложном бору. Лучшая увлажненность весной (первая половина лета) и тепло способствуют развитию биохимических процессов в условиях хорошей аэрации. Этому способствуют и летние кратковременные дожди, определяя маятниковый тип названных процессов в горизонтах О и АУ. Преобладание окислительных процессов в горизонте О свидетельствует о том, что не только в начале лета, но и в дождливые периоды процессы распада подстилки и минерализации органического вещества, их превращение в более сложные соединения имеют пульсационный характер.

Как показали исследования (Ремезов и др., 1959; Глазовская и др., 2004), в лесных биогеоценозах не меньшее значение в ритмах круговорота элементов в системе почва – растения имеют общие для всех древесных пород различия в потреблении и возврате в почву главных элементов. Существенны также возрастные закономерности изменения структуры биологического круговорота.

В популяциях сосны, как и у других деревьев, определенное количество питательных веществ расходуется на обеспечение роста молодых деревьев, а старые деревья не дают значительного прироста. По некоторым данным, лишь

2–3% питательных веществ идет на прирост древесины у сосны, достигшей 150-летнего возраста, в то время как 5-летней сосне для этого необходимо не менее 25% питательных веществ. Если в популяции сосны преобладают старые экземпляры, то они «отнимают» элементы питания у молодых особей сосны, вызывая замедление их роста и высокий отход. Следовательно, удаление старых сосен повышает шансы на выживание более молодых и увеличение всего совокупного прироста древесины. На первый взгляд, этот вывод парадоксален, но его полностью объясняют законы динамики популяций растений и животных: при известных условиях эксплуатации лесных ресурсов человеком биомасса лесных популяций в целом увеличивается в силу дифференциации прироста по возрастам. Однако интенсивная вырубка леса, исчезновение целых популяций сосны, не достигших еще полного развития, приводят к систематическому уменьшению общей биомассы.

Многие причины антропогенного характера способны серьезно изменить равновесие биоценозов леса, вызвать деградацию, например снижение уровня грунтовых вод. Человек обязан это учитывать и наладить рациональную научно обоснованную эксплуатацию лесных богатств.

В первые десятилетия роста деревьев ежегодное потребление и накопление элементов в живой биомассе значительно превышает их возврат с опадом. В сложных борах, в присутствии осины и особенно липы, в почвы возвращается значительно больше азота, калия, кальция и магния уже в молодых насаждениях. У всех древесных пород хвойно-широколиственных лесов, но особенно у липы, по мере роста деревьев корни достигают глубоких почвенных горизонтов, обогащенных, как было показано выше, подвижными соединениями элементов-органогенов (Абражко, 1973; Ремезов и др., 1959). В глубоких горизонтах также значительна масса мелких сосущих корней липы, достигающая на глубине 50–100 см около 1 т/га. Таким образом, в зрелых древостоях хвойно-широколиственных лесов потребление элементов-органогенов идет как из верхнего поверхностно-почвенного, так и из нижнего глубокопочвенного ярусов концентрации подвижных форм элементов-органогенов. Емкость, скорость и структура этих двух ветвей единого биогеохимического круговорота существенно различаются и корректируются наличием псевдофибр, являющихся геохимическими барьерами, на которых концентрируются элементы.

Основная масса элементов-органогенов верхнего яруса концентрируется в живой биомассе травяного покрова и годового прироста молодых древесных пород. Биоценозы, образующиеся в верхнем горизонте почвы, необыкновенно сложны и имеют бесчисленное множество цепей питания – от микроорганизмов и водорослей до гигантов (роющих животных). Устойчивость плодородия верхнего яруса зависит от массы и скорости разложения подстилки этими организмами и освобождения доступных соединений азота и зольных элементов. Лес, таким образом, является мощным аккумулятором извлекаемых из глубоко залегающих слоев почвы зольных веществ и азота, попадающих туда преимущественно из опадающей листвы и хвои.

Запасы элементов-органогенов верхнего горизонта контролируются также интенсивностью их выщелачивания в нижние горизонты и выносом с поверхностным и внутрипочвенным латеральным стоками. Доля зольных элементов, поступающих в нижние горизонты с отмирающими здесь корнями, незначи-

тельна, и возобновление их запасов поддерживается главным образом привносом водорастворимых форм из верхних горизонтов, а в понижениях рельефа – с латеральным притоком. Поэтому дерновые подбуры слабоподзоленные повышенных элементов рельефа – вершин гряд и грив – обеднены, а пониженных элементов рельефа обогащены (в 1,5–2,0 раза и более) элементами-органогенами, что сопровождается дифференциацией типов боров, требующих различного уровня плодородия почв. Лишайниковые боры верхних позиций рельефа с бедными почвами сменяются на относительно пониженных поверхностях рельефа моховыми, а затем и сложными (сосняки липняковые, дубняковые, дубняки липняковые) борами с разнотравно-неморальным травяным покровом, где в пределах корнеобитаемого слоя находятся богатые элементами зольного питания коренные породы. Возвращение с опадом большого количества органического вещества, азота и зольных элементов и быстрое разложение опада поддерживают в сложных борах с участием лиственных (осина, береза) и широколиственных (липа, дуб) пород более высокое плодородие почв. Именно эти породы имеют различную структуру и емкость биогеохимического круговорота, что способствует наиболее полному использованию и восстановлению запасов элементов питания.

Мягколиственные породы деревьев (липа, клен) отличаются большей почвообразовательной способностью по сравнению с твердолиственными (дуб). Хвойные фитоценозы (сосна) в наименьшей степени способствуют воспроизводству гумусового горизонта из-за низкого поступления органического вещества в почву.

Таким образом, пространственно-временная эколого-геохимическая организованность биогеоценозов Бузулукского бора является главным условием их экологической устойчивости и биологической продуктивности. Периодические пирогенные явления и умеренные антропогенные воздействия (рубки ухода) должны не разрушать, а усложнять эколого-геохимическую структуру биогеоценозов боров, сохраняя и повышая их устойчивость.

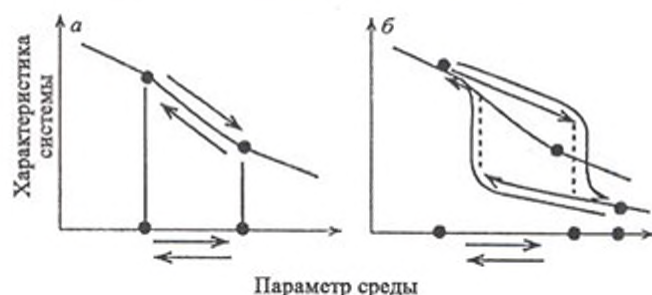
7.11. ТРИГГЕРНЫЙ ХАРАКТЕР ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕОЭКОСИСТЕМ БОРА

Территориальная дифференциация растительного покрова, а также ординация зональных типов растительности обширного бореального экотона Европейской России между таежной и степной зонами, обусловленные климатическим рубежом – переходом соотношения тепла и влаги через единицу, определили их существенное взаимное перекрытие (Базилевич и др., 1986) и борьбу двух противоположных процессов почвообразования: подзолистого и дернового (Коломыц, 2005; Таргульян, 1971), а следовательно, и неизбежную конкуренцию между видами и сообществами растений (Сукачев, 1972), в результате чего зональный переход превращается в триггерную полосу, или петлю гистерезиса (Ведюшкин, 1989, 1992).

Чередование ландшафтов в бору упорядочено и соответствует изменениям градиента вещественно-энергетического фактора, прежде всего влаги. Познаанию механизмов формирования сложного процесса пространственно-времен-

Рис. 39. Реакции растительных сообществ на изменение условий внешней среды:

a – плавная обратимая зависимость состояния системы от параметра среды (отсутствие гистерезиса); *б* – скачкообразный переход системы из одного устойчивого состояния в другое и возврат ее в исходное состояние при прекращении внешнего воздействия, но по иной траектории (гистерезис) (Ведюшкин, 1989)



ного взаимодействия соседних геоэкосистем помогает использование модельных представлений о триггерных системах и их гистерезисных свойствах (Ведюшкин, 1989, 1992; Коломыц, 2005; Сальников, 2009). Триггер рассматривается как совокупность двух альтернативных конкурирующих подсистем, находящихся в состоянии неустойчивого равновесия. Переход подсистемы из одного в другое состояние называется переключением триггера. Анализ соотношений ядра и периферии – один из традиционных методических приемов организации био- и географических объектов.

М.А. Ведюшкин (1989, 1992) попытался объяснить дискретность двух соседних биомов наличием конкуренции соответственно двух доминирующих в них видов и описать их взаимоотношения с точки зрения явления гистерезиса (нелинейности в среде с памятью). На рис. 39 представлены два типа реакций экосистем на изменение условий внешней среды: *a* – плавный характер изменения состояния среды в зависимости от ее параметров при отсутствии гистерезиса и *б* – скачкообразный переход системы из одного устойчивого состояния в другое. В последнем случае при возврате параметров на начальный уровень характеристик системы изменяются по иной траектории, отличной от первой, что свидетельствует о проявлении феномена гистерезиса.

Суть процесса на сопряженных категориях почв, объясняемого явлением гистерезиса в «среде с памятью», была изложена А.А. Завалишиным (1936). Критикуя «циклическую» гипотезу о взаимоотношении леса и степи, он пишет, что при наступлении леса на степь идет процесс деградации (оподзоливания) черноземов, но при обратном переходе – наступлении степи на лес – процесс деградации почв идет по иной траектории, и чем сильнее оподзолена почва, тем меньше шансов на ее полное восстановление – остаются следы деградации.

Колебательный (волнообразный) характер динамики экосистем в экотонах – неотъемлемое их свойство, подпитываемое энергией автоколебательной солнечной системы.

Известна экологическая триада, которая включает некоторый оптимум значений фактора для существования сообщества и два крайних пессимума (min и max), характеризующих критические состояния объекта и пределы его толерантности к данному фактору. Ф.Н. Мильков (1986) предложил применять это правило для расчленения природной зоны на три подзоны, из которых средняя принимается за «ядро типичности» данной зоны, а две крайние являются переходными к соседним зонам.

Наблюдения в Бузулукском бору показали, что исследуемый объект – это экотон, расположенный в пределах двух конкурирующих автономных подсистем

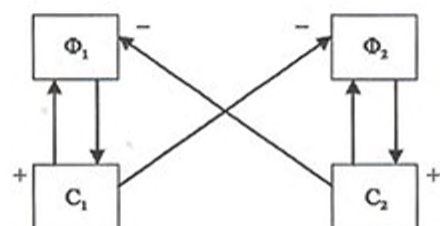


Рис. 40. Блок-схема связей в триггерной системе, состоящая из двух фитоценозов (Φ_1 и Φ_2): $<+>$ – положительные, $<->$ – отрицательные связи

тем – степи и долины р. Боровки, которые представляют геосистему в виде триггера и находятся в неустойчивом равновесии. В качестве примера рассмотрим два соседствующих типа бора: моховой и сложный. Неустойчивый характер промежуточных фаз объясняется наличием контура конкурентной обратной связи в структурной схеме системы. Два альтернативных состояния в случае глубоких качественных различий между ними подавляют друг друга. Подавление «чуждых» видов осуществляется путем создания каждой ассоциацией своих специфических условий фитоценозной среды (C_1 и C_2 – рис. 40). С другой стороны, фитоценозные среды не препятствуют, а способствуют возобновлению адаптированных к ней видов. Таким образом обеспечивается длительное, в принципе бесконечное самовозобновление каждой из систем.

Переход из одного состояния в другое совершается только при участии внешних сил. В роли блока, ответственного за принятие решения о переходе в альтернативное состояние, выступают флуктуации одного из постоянных факторов среды: увлажнения, уровня грунтовых вод и т. д. Переключение происходит в том случае, если величина отклонений окажется достаточной, чтобы переместить систему за критическую точку в новую область притяжения. В случае быстрых структурных перестроек реакция триггерной системы на изменение условий имеет буферный характер, ее состояние сохраняется почти без изменений до тех пор, пока внешние воздействия не превысят некоторой пороговой величины. Возможно накопление последствий ряда сравнительно слабых воздействий, в итоге которого произойдет переключение триггера.

Для пояснения обратимся к рис. 41. Граница геосистемы в поле ландшафтообразующего фактора определяется некоторым его критическим значением, которое приурочено к множеству точек A_1, A_2, A от начала координат в направлении градиента изменения параметра. Поведение триггерной системы можно показать на модели «складки», или петли гистерезиса. Горизонтальная ось значения фактора A определяет переход системы из одного состояния в другое, например по степени обводненности. Вертикальная ось характеризует состояние системы с помощью показателя F – продуктивности. Тогда равновесные состояния двух геосистем I террасы р. Боровки – мохового и сложного боров – примут форму S-образной кривой (петли гистерезиса). Верхнее и нижнее положение крыльев складки соответствует фитоценозам: верхняя горизонтальная часть кривой – ксерофитному состоянию фитоценоза, нижняя – мезо- и гигрофитному.



Рис. 41. «Складка»-петля гистерезиса – положение равновесных состояний триггерной системы

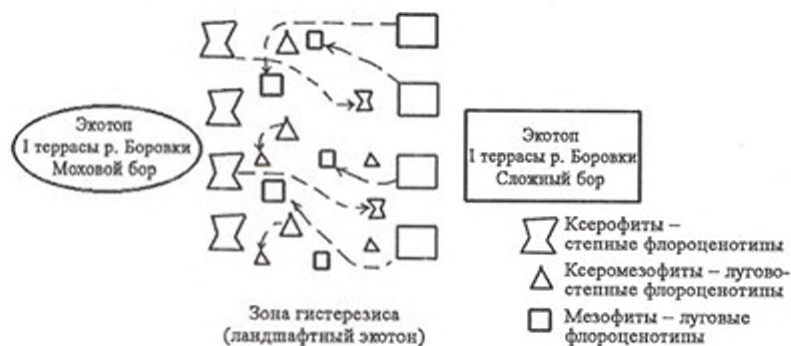


Рис. 42. Триггерный механизм формирования экотонных растительных сообществ

Промежуток A_1A_2 , ограниченный абсциссами перегибов кривой равновесных состояний, имеющий одинаковые координаты, соответствует триггерной полосе и представляет собой триггер (переключатель). Участок кривой между двумя перегибами соответствует состояниям неустойчивого равновесия – границе. По разные стороны от нее система самопроизвольно смещается в сторону ксерофитной или мезофитной (гигрофитной) растительности (стрелки вниз или вверх). Характерной особенностью системы считается специфическое поведение – «гистерезис» – замкнутая траектория системы в пространстве состояний между двумя устойчивыми состояниями. Движение по траектории в прямом и обратном направлениях проходит разными путями, образуя «петлю». Если изменять в одну сторону фактор А, т. е. увеличивать количество осадков, то переход системы из ксерофитного состояния в мезофитное, как правило, резкий, произойдет в точке A_2 . Если затем климат становится более аридным, то возврат в ксерофитное состояние будет уже отвечать точке A_1 . Таким образом, гистерезис – это несовпадение прямой и обратной траекторий точки, представляющей систему в пространстве координат. Гистерезисная зона ограничена критическими точками A_1 и A_2 (Ведюшкин, 1989). При глобальных изменениях климата система будет функционировать за счет ее гистерезисных свойств, т. е. будет наблюдаться временное превалирование одной из подсистем с последующей ее сменой. Для определения ширины триггерной полосы на местности необходимо располагать сведениями о возможности восстановления нарушенных ландшафтов в обе стороны от действительной границы.

В триггерной границе соседних подсистем гистерезисный характер выражается в том, что структурный элемент одной подсистемы появляется раньше, чем полностью исчезает либо утрачивает свои основные структурные элементы предыдущая подсистема (рис. 42). В переходной полосе между двумя подсистемами может существовать гистерезисная полоса, где устойчивы элементы как одной подсистемы, так и другой. Явление гистерезиса и служит причиной того, что природный рубеж имеет чаще всего характер диффузной или пятнистой полосы, образующей буферную зону, поэтому в сложных борах можно встретить растительные сообщества видов как мезофитной, так и степной и сухостепной ориентации.

Так будет происходить при равномерном увеличении аридизации и повышении уровня грунтовых вод в пойме за счет осадков. Если один из климатических градиентов, например осадки, будет превалировать, то зональный элемент – ксерофитные ассоциации фитоценозов, будет находиться в подчиненном состоянии. При аридизации произойдет смена доминирующих ассоциаций. При одновременном усилении факторов среды (водного режима и аридизации) произойдет более четкая дифференциация зональных группировок с уменьшением луговых группировок.

Чем устойчивее система, тем дольше она сохраняет свое прежнее качество и тем резче переход в новую область притяжения. Во времени это выражается в краткости переходного периода, в пространстве – в узости переходной полосы (Сальников, 2009). Триггерные геосистемы находят свое пространственное выражение как комплекс соседствующих ландшафтных урочищ, а акт переключения из одного состояния в другое фиксируется в форме границ. Мозаичность геосистем в пограничной полосе может создаваться и под влиянием других факторов, не ответственных за появление данной ландшафтной границы, например литологии «внутреннего рельефа».

Таким образом, буферные зоны как внутри Бузулукского бора, так и между степью и бором представляют собой экосистемы, реакция которых на изменения внешних и внутренних условий среды имеет триггерный характер, и обладают гистерезисными свойствами. Смена ролей фоновых лимитирующих факторов биологической продуктивности способствует взаимному проникновению биотических элементов из двух соседних (природных) зон, что усиливает мозаичность ландшафтной структуры экотона.

Глава 8

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ПОЧВ БУЗУЛУКСКОГО БОРА

История развития почвенных классификаций является историей развития взглядов на почву и ее генезис.

Н.П. Ремезов

Почвенная классификация, являясь эволюционным началом науки о почвах, служит связующим звеном между научными изысканиями (почвоведением как таковым) и почвенной съемкой, обеспечивающими развитие знаний о почвах и практическую реализацию их в интересах общества. Почвенная классификация организует знания о почвах, дает информацию о количественных параметрах их свойств в целях правильного их диагностирования и рационального использования.

Попытка составления классификационной схемы почв Бузулукского бора была предпринята в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004), построенной на субстантивно-генетических принципах (табл. 56). Объектом классификации является почва – экспонированное на поверхности суши природное или естественно-антропогенное твердофазное тело, которое сформировалось в результате многолетнего взаимодействия процессов, приводящих к дифференциации исходного минерального и органического материала на горизонты.

Среди принципов, положенных в основу создания новой классификации почв России и определяющих ее теоретическую сущность, главным является принцип генетичности, предполагающий разделение почв в связи с оценкой их генетического профиля как совокупности (системы) горизонтов, отражающих в своих свойствах сформировавшие их процессы. Каждому почвообразовательному процессу соответствуют свои отдельные горизонты, имеющие специальные обозначения. Горизонты служат для выявления в профиле почв отчетливых признаков процессов, посредством которых можно проследить генезис почв, а в связи с этим и определить их правильное классификационное положение, отнесение почвы к определенному таксону. Сохранение традиционной номенклатуры почв реализует принцип историчности. Принцип воспроизводимости позволяет объединить в таксоны почвы с одинаковыми морфогенетическими свойствами независимо от их экологической разобщенности и геоморфологической приуроченности. Принцип открытости допускает включение в классификацию новых, ранее неизвестных почв. Следование принципу иерархичности – в последовательно соподчиненной системе таксономических категорий (ствол, отдел, тип, подтип, род, вид, разновидность и разряд), разделяющих почвы по генетическим особенностям. Таким образом, классификация предусматривает выделение восьми таксономических категорий.

Таблица 56

Классификационная схема почв Бузулукского бора

Ствол	Отдел	Тип	Подтип
Постлитогенные	Альфегумусовые	1. Дерново-подбуры	1. Оподзоленные (AYc-BF-C) 2. Псевдофибровые (AY-BFff-C) 3. Литобарьерные (AY-BF-De-D) 4. Глессватые (AY-BF-BFg-Cg)
	Аккумулятивно-гумусовые	1. Черноземы глинисто-иллювиальные 2. Черноземы	1. Типичные 2. Оподзоленные 1. Сегрегационные 2. Гидрометаморфизованные
	Гумусово-гидроморфические	1. Гумусово-гидроморфические 2. Перегнойно-гидроморфические	1. Типичные
Силито-генные	Аллювиальные	1. Аллювиальные серо-гумусовые 2. Аллювиальные темно-гумусовые	1. Типичные 2. Глессватые
	Слаборазвитые	1. Аллювиальные слоистые	1. Типичные
Органо-генные	Торфяные, торфяно-болотные	1. Торфяные олиготрофные, торфянисто-болотные, лугово-болотные (глессватые)	1. Типичные
Техноземы Химически преобразованные			

Ствол – высшая таксономическая единица, отражающая разделение почв по соотношению процессов почвообразования и накопления осадков.

Отдел – группа почв, характеризующаяся единством основных процессов почвообразования, формирующих главные черты почвенного профиля.

Тип – основная таксономическая единица в пределах отделов, характеризующаяся единой системой основных генетических горизонтов и общностью свойств, обусловленных сходством режимов и процессов почвообразования.

Подтип – таксономическая единица в пределах типа, отличающаяся качественными модификациями основных генетических горизонтов, которые отражают наиболее существенные особенности почвообразовательных процессов и эволюции почв.

Род – таксономическая единица в пределах подтипа, определяемая степенью насыщенности почвенного поглощающего комплекса, присутствием в профиле карбонатов, гипса и химизмом засоления.

Вид – таксономическая единица, отражающая количественные показатели степени выраженности признаков, определяющих тип, подтип, а иногда и род почв.

Разновидность – таксономическая единица, отражающая разделение почв по гранулометрическому составу, каменистости и скелетности почвенного профиля (до почвообразующей породы).

Разряд – таксономическая единица, группирующая почвы по характеру почвообразующих и подстилающих пород, а также мощности мелкоземистого почвенного профиля.

Мощность гумусового профиля почвы суммирует горизонты А и АВ. В соответствии с этим предлагается единая шкала для выделения видов по мощности гумусовых горизонтов: 1) крайнемелкие (< 10 см); 2) мелкие (10–20 см); 3) среднемелкие (20–30 см); 4) маломощные (30–50 см); среднемощные (50–80 см). Виды почв по содержанию гумуса в верхнем горизонте: 1) очень слабогумусированные (< 0,5%); 2) слабогумусированные (0,5–1,5%); 3) малогумусированные (1,5–3,0%); 4) среднегумусированные (3,0–5,0%); 5) сильногумусированные (5,0–8,0%) и 6) тучные (> 8,0%).

Виды по содержанию гумуса в альфегумусовом горизонте: 1) иллювиально-малогумусовые (< 1%); 2) иллювиально-среднегумусовые (1–3%) и 3) иллювиально-многогумусовые (> 3%).

По гранулометрическому составу выделяются песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжелосуглинистые и глинистые почвы.

Антропогенно-преобразованные почвы рассматриваются как определенный тип естественно-антропогенной эволюции почв, сопровождающийся генетически обусловленным изменением режимов, процессов, строения и свойств на всех стадиях преобразований: агрогенной, абразии и т. д., отражая реальную специфику их строения и свойств.

В целом предложенные подходы в новой классификации отражают исторически сложившееся разнообразие, сложность и комплексность почвенного покрова, обусловленные геоморфологией, составом и свойствами почвообразующих и подстилающих пород, биоклиматическими условиями и антропогенным воздействием.

В качестве иллюстрации иерархической структуры классификации и формирования названия почв рассмотрим тип дерново-подбур из отдела альфегумусовых почв, распространенных в Бузулукском бору: ствол – постлитогенные почвы; отдел – альфегумусовые почвы; тип – дерново-подбуры; подтип – оподзоленные, псевдофибровые; род – ненасыщенные; вид – мелкооподзоленные, среднемелкие; разновидность – песчаные; разряд – на флювиогляциальных песках.

Полное наименование почвы: дерново-подбур слабооподзоленный псевдофибровый среднемелкий песчаный на флювиогляциальных песках.

Выделяются следующие диагностические горизонты и процессные признаки:

- О – подстилка;
- АУ – серо-гумусовый (дерновый), смесь слаборазложившихся остатков, насыщенных основаниями <80%, реакция кислая или слабокислая;
- АУе – оподзоленный, белесый, песчаный, супесчаный, несколько обеднен полуторными оксидами, мощность более 2 см, характерен для альфегумусовых почв;
- ВF – альфегумусовый, гумусово-железистые пленки на поверхности минеральных зерен, иногда обогащен несиликатными формами полуторных оксидов и/или гумусом по сравнению с почвообразующей породой;

- ff – охристо-желтые, красно-бурые уплотненные, сцементированные оксидами железа тонкие (менее 1 см) извилистые прослойки – псевдофибры, являющиеся временным водупором; служат основанием для выделения подтипов дерново-подбуров псевдофибровых;
- вс – наличие в минеральной массе диффузно-рассеянных карбонатов, образующих светлые расплывчатые пятна и свидетельствующих о локальном перемещении растворов;
- х – наличие химических загрязнителей в пределах верхнего 30-см слоя любой почвы в количестве, превышающем кларковое, но не достигающем уровня, чрезвычайно опасного по принятым нормативам;
- С – рыхлая почвообразующая порода;
- М – плотная почвообразующая порода;
- Д – подстилающая порода;
- ТТ – органогенная порода.

Роды выделяют по:

- насыщенности ППК основаниями;
- наличию в почвенном профиле карбонатов;
- наличию в почвенном профиле гипса;
- химизму (типу) засоления;
- соотношению катионов (ммоль/100 г почвы)

Виды выделяют по:

- мощности гумусовых горизонтов, см;
- мощности торфяного горизонта, см;
- нижней границе осветленного (элювиального или подзолистого) горизонта, см;
- глубине и месту оглеения в профиле;
- содержанию гумуса в гумусовом горизонте, %;
- содержанию гумуса в альфегумусовом горизонте, %;
- степени насыщенности ППК, % от суммы оснований.

Разновидности выделяют по:

- гранулометрическому составу;
- степени скелетности, %.

Разряды выделяют по генетическому типу почвообразующих пород.

Выводы

1. Ствол постлитогенных почв на территории Бузулукского бора представлен тремя отделами: альфегумусовые, аккумулятивно-гумусовые и гумусово-метаморфические. Отдел альфегумусовых почв характеризуется слабо выраженной иллювиальной аккумуляцией алюмо-железо-гумусовых соединений, формирующих Al-Fe-гумусовый (альфегумусовый) горизонт коричневых или охристо-бурых типов.

2. Вторым в стволе является отдел аккумулятивно-гумусовых почв, представленный типом черноземов глинисто-иллювиальных, в который входит два подтипа: типичные (по «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) они назывались выщелоченными) и оподзоленные. Эти подтипы не имеют большого распространения и сформированы на приборовых сырцах – плакорах, на четвертичных желто-бурых карбонатных суглинках и двучленных породах и нахо-

дятся под лесом. Затем идет тип черноземов с подтипом сегрегационных (обыкновенных. – Классификация..., 1977) и гидрометаморфизованных (лугово-черноземных. – Там же, 1977). Черноземы сегрегационные получили распространение на приборовых сыртах, преимущественно на распаханых склонах, часто подверженных процессам водной и ветровой эрозии. Гидрометаморфизованные черноземы обнаружены на участках, лишенных леса и занятых степной растительностью в пределах террас р. Боровки, где созданы условия для накопления гумуса за счет степной растительности.

3. Третий отдел ствола – гумусово-гидрометаморфические почвы – представлен двумя типами: гумусово-гидрометаморфические (луговые – Классификация..., 1977) и перегнойно-гидрометаморфические (лугово-болотные – Там же, 1977) с одним подтипом – типичным.

4. Синлитогенный ствол представлен двумя отделами почв: аллювиальные и слаборазвитые. В первый отдел входит тип аллювиальных серо-гумусовых и аллювиальных темногумусовых с подтипами типичных и глееватых. Сюда же входит отдел слаборазвитых почв, тип аллювиальных слоистых с подтипом типичных.

5. Выделен ствол органогенных почв с отделом торфяных и торфяно-болотных почв. В каждом из стволов могут присутствовать отделы хемоземов и химически преобразованных почв.

Глава 9

ЛАНДШАФТНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ ЗЕМЕЛЬ И ОЦЕНКА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ БУЗУЛУКСКОГО БОРА

Столь же понятна, естественна и столь же крепка и та постоянная генетическая связь, какая ныне существует и всегда существовала между почвами, с одной стороны, и обитающими на них растительными и животными (как высшими, так и, особенно, низшими) организмами, с другой – связь, целыми растительными и животными ассоциациями ... Есть даже полное основание надеяться, что в ближайшем будущем мы сумеем легко отличить между собой не только степные и лесные почвы, но земли березовые, липовые, дубовые и пр.

В.В. Докучаев

... лес есть явление географическое, разнообразные формы которого и их жизнь не могут быть поняты вне связи этих образований с внешней или географической средой.

Г.Ф. Морозов

Лесная растительность и другие живые организмы, населяющие лес, являются мощными трансформаторами и аккумуляторами вещества и энергии. Основоположник лесной типологии Г.Ф. Морозов выделял «типы насаждений» лишь по почвогрунтовым условиям, тесно связанным с зональными различиями (т. е. с климатом), а в пределах отдельных зон – с составом почвогрунтов и положением участков в рельефе местности. Позднее он предложил выделять типы лесорастительных условий, на основе которых В.Г. Нестеров разработал комплексную классификацию типов леса. Типы леса стали восприниматься как типы лесных биогеоценозов (Сукачев, 1972).

Лесорастительные свойства почвы отражаются в составе древостоя и продуктивности насаждения. Показателем продуктивности насаждения служит бонитет, который определяют по средней высоте дерева в данном возрасте. Различают пять классов бонитета: самый высший класс бонитета – Ia, самый низкий – Va, разница в высоте до 3 м. Наиболее требователен к почвенным условиям дуб, близки к нему ясень, липа, клен. Они требуют высокого содержания в почве элементов зольного питания, особенно кальция. Поэтому дуб в бору развивается на почвообразующих породах, богатых физиологически доступными формами кальция. Обладая мощной и глубокой корневой системой, он способен черпать элементы зольного питания и влагу из почвенного слоя значитель-

ной мощности. В бору и на приборовых водоразделах он использует как суглинистые и глинистые наносы, так и маломощные супеси поймы, подстилаемые породами, богатыми элементами зольного питания.

Таким образом, очевидный аспект взаимовлияния фитоценозов как целостных структур в природе Бузулукского бора – перенос вещества под действием сил гравитации, т.е. под контролем рельефа. Для определения вида геосистемы необходимо построение ее модели, в которой факторами служат характеристики почв, растительности, вод и т.д. Благодаря строгой согласованности варьирования этих свойств существует единый фактор пространственной дифференциации парциальных геосистем. Принципиально важно, что иерархия межкомпонентных отношений – целой группы признаков в геосистемах – определяет иерархию факторов пространственной дифференциации ландшафта. Попытка сравнения степени сопряженности растительности и почв с рельефом (Паникинский яр) показала, что большое влияние на регулирование концентрации или рассеивания влаги на склонах оказывает плотность стоковых систем (водотоков).

В условиях слабобрасчлененного рельефа почвы и растительность подчиняются разномасштабным системам поверхностного и подземного стоков. Переход в пространстве от одного типа рельефа к другому приводит к смене свойств компонентов. Высокая чувствительность почвообразовательных процессов к интенсивности латеральной миграции вещества, контролируемой «внутренней» и «внешней» морфометрией рельефа, определяет ландшафтную дифференциацию геосистем. «Единодушные» почв и растительности, однотипно реагирующих на геоматические условия, позволяет выделять целостные природно-территориальные комплексы (ПТК) – геосистемы по всей совокупности свойств почв и растительности. Отдельные свойства почв и растительности в Бузулукском бору имеют разное характерное пространство отношений с рельефом и влагообеспеченностью. Иерархия целостных парциальных ландшафтных структур «рельеф – почва – растительность», их формирование зависят от тесноты свойств компонентов с рельефом.

Сосна обладает мощной и пластичной корневой системой, позволяющей использовать элементы зольного питания из большого объема почвы. Производительность сосновых насаждений в бору существенно зависит от почвенных условий. На вершинах песчаных дюн и на болотах сосна дает насаждения V и Va бонитета. Раскопки показали, что в условиях Бузулукского бора на почвах легкого гранулометрического состава с близким залеганием плотных коренных пород (Паникинский холм и др.) сосна образует преимущественно поверхностную корневую систему – стержневой корень у нее развит слабо. У 6-летнего подростка поверхностный корень длиной 3,1 м, у сосны диаметром на высоте груди 20 см раскопан горизонтальный корень длиной 12 м. Такое строение корней связано с одной стороны с режимом увлажнения, с другой – нижним «запором», коренными породами. Миграция элементов питания и влаги с расположенных выше участков вниз по склону способствует нормальному росту самосева, особенно в первые годы его жизни.

Мелколиственные породы – береза и осина – встречаются в бору в виде небольших островов, причем первая менее требовательна к условиям среды.

О лесорастительных свойствах почв судят не только по составу и производительности древесного полога, но и по наличию и составу подростка, кустарникового яруса, травяно-моховому покрову, развитию растений-индикаторов.

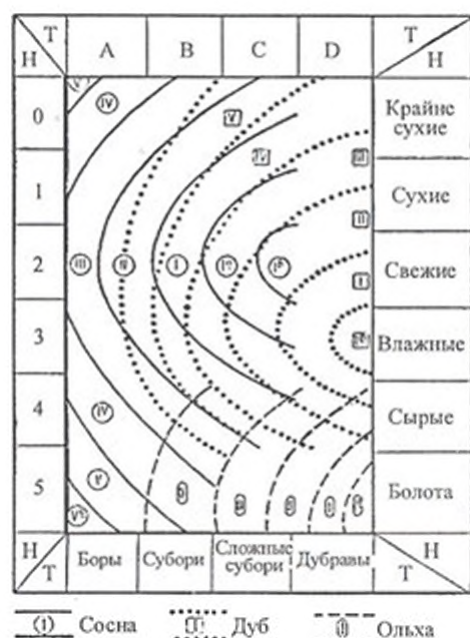


Рис. 43. Бонитеты взрослых насаждений сосны, дуба и ольхи. Изолинии соответствуют границам между классами бонитетов, полосы между ними – изобонитетам (по П.С. Погребняку)

Присутствие в подросте дуба, липы, а в подлеске – крушины и бересклета свойственно богатым почвам, кроме того, крушина – индикатор наличия влаги. Наличие мелких осок указывает на сухие условия, папоротника-орляка – повышенного, а папоротника болотного – еще более сильного увлажнения; наличие в покрове лишайников – на условия сильной сухости, мхов – увлажнения, благоприятного для сосны.

Указанные закономерности П.С. Погребняк отразил в виде схемы (рис. 43), где по вертикальной оси показано изменение условий увлажнения, по горизонтальной – обеспеченность физио-

логически доступными элементами зольного питания.

Для определения типологической структуры геосистемы вообще и лесной, в частности, необходимо знать не только состав растительности, как маркера экосистем, индицирующего почву и гетеротрофную биоту с учетом фитоценологических категорий, но и дополнительные критерии, позволяющие уточнить границы распространения того или иного ее типа, а также и вида почвы.

В ландшафтоведении используется комплексный критерий для определения фации, включающий в себя границы и формы микрорельефа, почвенную характеристику и границы доминирующих 2–3 видов растений. Таким образом, типологическая характеристика основана на комплексе показателей природных факторов и их организации: типе почвы, доминирующем типе растительности с учетом эдификатора (в данном случае – сосны обыкновенной) и форм мезорельефа (Морозов, 1964; Ремезов, Погребняк, 1965; и др.). Идеи о сопряженном развитии рельефа, почв и растительности развивали С.С. Неуструев, И.М. Крашенинников и Б.Б. Полюнов. А.А. Роде (1947) показал, что главным является развитие почв одновременно с биогеоценозами при изменениях рельефа, климата и растительности. Особенно это касается почв относительно молодых. В зрелых почвах изменения происходят очень медленно. Изучение времени как фактора почвообразования настоятельно рекомендовал В.В. Докучаев (1949).

На наш взгляд, за рубежом самой эффективной является немецкая лесная типология, в которой выделение типов местообитания (Standortssovmen) производится с учетом климата, рельефа, почвообразующих пород, режима увлажнения, генетического определения почвы, типа гумуса и естественных лесных сообществ (Корп, Hurtig, 1960). Изучение вопросов взаимоотношений леса, почвы и факторов среды позволяет более глубоко понять термин «биогеоценоз» и причины его устойчивости.

Бузулукский бор расположен в пределах Волжского бассейна – бореально-го экотона Русской равнины, в его юго-восточном степном секторе. Устойчивость его лесных биофитоценозов, как и любых систем, следует понимать не как статичность условий их состояния, а как эволюционное развитие и циклические изменения, связанные с факторами географической среды как в самом бору, так и за его пределами (Русская платформа).

Повышенная чувствительность к внешним воздействиям геосистем бора обусловлена прежде всего узкими рамками экологического пространства как в долине р. Самары и ее притока р. Боровки, так и на русской плите, где неизбежны взаимное влияние и взаимообусловленность экологических ниш, в которых формируются подобные триггерные с гистерезисными свойствами системы (Арманд, Ведюшкин, 1989), близкие к критическим. Типы леса формируются здесь в различных гидрологических условиях при общем возрастающем дефиците влаги, что является решающим фактором их потенциальной уязвимости. Лессовидные опесчаненные суглинки, лежащие на коренных пермских породах приборовых плакоров с высокотрофными высокогумусными почвами – черноземами типичными, оподзоленными и карбонатными, переходят в долинах рек Самары и Боровки во флювиогляциальные пески с дерновыми подбурами оподзоленными песчаными, пойменными супесчано-легкосуглинистыми почвами, содержащими в основном низкий процент гумуса, определяющего их плодородие. В таком же порядке идет смена дубовых, дубово-липовых типов лесов на вариации сосновых боров, являющихся по существу «сердцевинной» Бузулукского бора. Из факторов среды, формирующих экологическое своеобразие ландшафтов, а также биоразнообразие, предпочтение следует отдать рельефу («внутреннему» и «внешнему») и почвообразующим породам (материнским и подстилающим), взаимосвязанным экологическим факторам. Все эти различия поддерживаются разным режимом почвенно-грунтовых вод. Морфоскульптура современных ландшафтов исследуемой территории окончательно не сформировалась, постоянное интенсивное углубление русла р. Боровки влияет на ее элементы, а также на динамику экосистем бора.

Бор в целом представляет собой природную модель – уникальную и весьма сложную ландшафтно-экологическую микрорекосистему, образованную, с одной стороны, литогенной и биоклиматической составляющими, а с другой – гидрогеологической и ландшафтными (атмосферное увлажнение, сток, глубина грунтовых вод, мощность и состав песчаных отложений и почв и др.), что характеризует водосбор как тип геосистем с «сильными» горизонтальными связями. Эта важная особенность и является первопричиной весьма высокой чувствительности геосистем Бузулукского бора к природным и антропогенным воздействиям. Поэтому экологически допустимые объемы эксплуатации ресурсов бора, экологически обоснованные (лимитирующие) направления его хозяйственного использования должны определяться прежде всего ландшафтно-экологическим потенциалом.

Природный потенциал ландшафта, как известно, можно выразить количеством вещества, энергии, информации, позволяющим ему функционировать, сохраняя внутренние и внешние связи, и возобновляться при отторжении их части в виде ресурсов (Петров, Жиров, 1995). Упорядоченная совокупность пространственных взаимосвязей почвенно-фитоценологического покрова с лан-

дшафтными условиями создала в бору модели биогеоценозов, адекватно вписанные в системы его природных комплексов. Эти базовые модели, являющиеся своеобразными микроклиматическими нишами, где фитоценоотическая мозаичность обусловлена особенностями микрорельефа «внешнего» и «внутреннего», обладающие строгим соотношением почвенно-гидрологических, геохимических, фитобиотических и других свойств, пространственно распределены по элементам «внешних» и «внутренних» катен. В основу определения типологической структуры геосистем и ранжирования ландшафтно-генетических типов земель бора нами положены единицы ландшафтной структуры и группы почв, а также почвенного покрова, уже содержащих в себе информацию о факторах среды и определенные направления экологизации природных микрокомплексов. Выделено 26 типологических групп земель (видов ландшафтов, фитоценозов) (Приложение 1).

Типы земель, как эколого-генетические и фитоценоотические категории, сформированы в соответствии с морфогенетическими свойствами и режимами почв, а также зонально-типологическими принципами и являются весьма информативными и диагностируемыми. Каждому типу земель, каждому биогеоценозу соответствует определенное растительное сообщество, наиболее яркий его внешний признак. Поэтому выделение растительного сообщества и его название указывают не только на характер растительного покрова, но и одновременно на весь комплекс факторов среды, в частности на особенности гидротермического режима. Следует подчеркнуть, что общие природные закономерности на исследуемой территории проявляются особенно четко, а сочетание условий почвообразования весьма контрастно. Элементарный почвенный ареал здесь соответствует фитоценозу, а границы почвенных контуров обычно ему соответствуют. Подтипам ландшафтов соответствуют группы растительных формаций и подтипы почв (Сочава, 1978). Виды ландшафтов хорошо диагностируются почвенно-растительными признаками. Плодородие как биосферное явление — есть функция биоценоза, а не только почвы, которая поддерживается каждым входящим в биогеоценоз компонентом. На почвенной схеме (см. Приложение 1) показаны ареалы видов ландшафтов в пределах уровня террасы, а также важные видовые признаки — общность микрорельефа, литологии почвообразующих и подстилающих пород, форм и интенсивности проявления древних и современных рельефообразующих процессов. С ними связано формирование характерных растительных формаций, а также видов и разновидностей почв. Почва выступает здесь как «система морфоэлементов различного ранга, каждый из которых имеет свой индивидуальный ареал в физическом пространстве и гиперпространстве факторов, лишь в некоторой степени сопряженный с ареалами других элементов» (Миньковский, 1995).

Наиболее значимые количественные показатели каждой типологической единицы ландшафта содержат информацию не только о почве, но и о других его компонентах, необходимых для ведения геосистемного мониторинга и моделирования — наиболее сложных инструментов при изучении природной среды.

Почвы и растительные сообщества на выделах служат первоочередными индикаторами экологических условий ландшафтов. Поэтому приоритетное использование показателей почв и растительности при обосновании типов земель придало классификационной схеме необходимую экологическую направлен-

ность. В методике ландшафтных исследований весьма широко используется представление о почве и «... растительном покрове как наиболее выразительном индикаторе, отражающем взаимодействие компонентов» (Исаченко, Шляпников, 1979). Индикационная значимость фитобиоты при выделении ландшафтных единиц определяется их территориальной соразмерностью с природными комплексами, которым свойственна наибольшая теснота межкомпонентных связей (Арманд, 1975). Ландшафтное и экосистемное заполнение территории подвержено динамике в зависимости от процессов, происходящих как в литосфере, так и в географической оболочке.

В Бузулукском бору сформировались мезо- и микроклиматические, а также почвенно-эдафические условия, которые и определили тот или иной комплекс местообитания, т. е. местную систему экотопов. Последняя находит прямое воплощение в структурных характеристиках фитоценозов лесных экосистем: в видовом составе лесообразующих пород древостоя и кустарников, в экологических и ценологических группах видов напочвенного покрова (Колесников, 1956, 1967; Сукачев, 1972), а также в преобладании тех или иных почвенных комбинаций элементарных почвенных ареалов, почвенных мозаик и др. (Фридланд, 1972). Таким образом, каждому типу земель (виду ландшафтов) соответствует определенный эколого-генетический тип леса. Лесная типология выступает как основа для изучения лесных почв. Почвы консервативны, медленно изменяются, и на одной почве могут развиваться разные типы леса, различающиеся прежде всего набором древесных пород, подлеском и напочвенным покровом.

В бору переход от высоких плакорных положений рельефа к низким – первой надпойменной террасе и пойме р. Боровки, сопровождается активизацией процессов гидроморфизма – «прямодействующий» (по Л.Г. Раменскому, 1971) экологический фактор. При этом усиливается вынос мелкозема в микропонижения и происходит некоторое накопление в профиле почв тонкодисперсного материала, что существенно влияет на формирование определенных видов фитоценозов.

Усиление вниз по катене гидроморфизма сопровождается некоторым утяжелением гранулометрического состава рыхлых отложений и почв от II высокой надпойменной террасы к пойме и одновременным увеличением их влажности за счет близости грунтовых вод, с одной стороны, и за счет роста содержания в отложениях рыхлосвязанной воды – с другой, что вызывает нарастающую гидроморфизацию всего природного комплекса.

Таким образом, общий уровень почвенно-грунтового увлажнения территории Бузулукского бора обусловлен типом местоположения, и именно он является ведущим фактором дифференциации типов леса. Вниз по катене от хорошо дренированных водоразделов к переувлажненным участкам поймы р. Боровки происходит неизбежная смена доминантов напочвенного растительного покрова, что свидетельствует о закономерных переходах уровней эдафического увлажнения геоэкосистем.

Из-за повышенной флуктуации параметров природной среды, играющих важную роль в процессе развития и способствующих формированию, в частности, своеобразного комплексного почвенного покрова, развивающегося в иных временных интервалах, чем на «стабильной» территории, ему (почвенному покрову) свойственно мозаичное сочетание даже на небольших площадях латеральных ландшафтов (высокий рельеф II террасы), наличие реликтовых черт,

иногда неполное соответствие почв современному типу растительного покрова, высокая контрастность микроклиматических условий. Формируясь в условиях подвижного неравновесия на фоне постоянно меняющихся параметров среды, ландшафты бора быстрее, чем типичные зональные, реагируют на любые их изменения. Например, иногда такие изменения отражают динамику другого временного диапазона, и в почвах появляются реликтовые черты, свойственные почвам более увлажненным, т. е. налицо несоответствие их морфологии современной климатической обстановке. Так, наличие горизонтов псевдофибр свидетельствует о «следах прошлых фаз почвообразования».

Работа рек и ветра — главные факторы образования современных форм мезорельефа террас и пойм рек бора. Большие всхолмленные «дюны» второй террасы р. Боровки, их вершины и верхние трети склонов южных позиций с грунтовыми водами, залегающими глубже 7 м, так называемые «сухие местообитания», «кладбища культур» на отмытых, отсортированных сухих песках с дерновыми подбурами слабоподзоленными малосформированными занимает лишайниковый сосняк с чистой сосной. Вниз по катене на ровных или слабо-всхолмленных участках, плоских вершинах невысоких повышений и их склонах северных позиций с дерновыми подбурами слабоподзоленными псевдофибровыми с грунтовыми водами, залегающими на глубине 5–7 м, формируется мшистый сосняк, а на днищах неглубоких котловин, среди хорошо развитых дюн, где грунтовые воды лежат на глубине не более 5 м, — мшистый сосняк междюнных котловин (IV тип земель), на всхолмлениях — травяно-мшистый сосняк с березой (в понижениях) на подбурах дерновых слабоподзоленных псевдофибровых песчаных (V тип земель). На ровных пологих всхолмлениях и склонах низких «дюн», где грунтовые воды находятся на глубине 3–5 м и менее, с дерновыми подбурами оподзоленными псевдофибровыми слабогумусированными мало-среднемощными расположены травяно-мшистые боры с березой и липово-мшистые сосняки с ярусами из сосны, вяза, липы, подроста дуба, осины и клена (VI, VII типы).

На первой надпойменной террасе с дерновыми подбурами оподзоленными псевдофибровыми, дерновыми подбурами слабоподзоленными псевдофибровыми пологих мало заметных всхолмлений (VIII тип), плоских понижений (IX тип) с близким (3–5 м и менее) залеганием грунтовых вод формируются ложно-травяные боры, припойменные сосняки (X тип), а ниже по катене в условиях центральной поймы — сложные боры с липой (XI тип), дубово-мшистые (XII тип) и орляково-дубовые (XIII тип) сосняки — лучшие боры, корневая система которых свободно достигает водоупора, богатого элементами зольного питания, особенно в пойме.

Особняком стоят внутриборовые и приборовые территории, где группы нагорных дубрав в сильной степени подвержены влиянию климатических инверсий, а также плотных водоупоров, определяющих уровень верховодки. В этих условиях проблема сохранения дубрав и эффективного выращивания дубовых насаждений как в Бузулукском бору, так и вне его остается достаточно актуальной, периодически обостряясь. Согласно литературным данным (Воронцов, 1972; Рубцов, Уткина, 1998), со второй четверти XX в. отмечалось усиление процесса усыхания дубрав от Москвы до Урала, особенно масштабное после 1940–1942 гг. Массовое усыхание дубовых насаждений в южных и юго-восточ-

ных степных районах наблюдалось в 1956–1964 гг., но особенно сильным, как отмечал Н.П. Калиниченко (2000), оно было в 1966–1972 гг. В этот период усыхание происходило на значительной части территории степных и южно-лессовых дубрав (от Белгорода до Урала). Как отмечает Н.П. Павлинов (1972), после ряда засух 1950–1970 гг. резко ухудшилось состояние дубрав в Оренбургской области. В 1966 г. сплошное усыхание дубрав в бору было зафиксировано на площади 73,0 га, в 1967 г. – на 296 га, в 1968 – на 186,8 га, в 1969 – на 487,0 га, а в 1970 г. – на 262,0 га (Смирнов, Камышова, 2005).

Распад дубовых насаждений происходит на фоне практически полного отсутствия в них естественного возобновления с заменой либо на менее ценные мягколиственные породы, либо образуются безлесные открытые, а чаще заросшие кустарником участки. Периодичность усыхания дубрав обусловлена ключевым фактором – климатическим: смена засушливых и влажных периодов, определяющих не только уровень грунтовых вод, но и количество влаги вообще. Именно в засушливые периоды активизируется деятельность комплекса листогрызущих насекомых и болезней.

В целом продуктивность дубрав бора не превышает III класса бонитета, так как местная популяция дуба находится на границе ареала и испытывает сильное влияние ограничивающих экологических факторов. Кроме того, большая часть дубняков бора имеет вегетативное происхождение 2-й и более генераций, что также сильно влияет на их качество и экологическую устойчивость (Шустов, 1914; Калиниченко, 2000; Смирнов, Камышова, 2005). Депрессия и распад дубовых насаждений происходят на фоне практически полного отсутствия в них естественного возобновления. Распространение в хозяйствах порослевого возобновления – вынужденная мера, позволяющая на короткий срок не допустить смены пород. Генеральная линия восстановления естественных дубрав – возвращение семенного дуба путем создания лесных культур.

Между высокими песчаными холмами, валами, грядами и буграми, а также их аналогами, сложенными коренными пермскими породами различного состава, выполняющими роль водопоров, а также среди равнин располагаются отрицательные формы рельефа – понижения, котловины, западины, долины, болотца, озерца и т. д., в которых иногда можно встретить засыпанные торфяные тела. Эти элементы рельефа лежат на близко расположенных к дневной поверхности древних породах и считаются аквальным типом ландшафта.

Периодическое подтопление березы грунтовыми водами приводит к массовому отмиранию ее корней от недостатка кислорода. Образуются «кладбища березы» (болото Моховое и др.). Отмершие растительные остатки в затопленных болотах в условиях анаэробизации оторфовываются или превращаются в грубый гумус, пропитанный карбонатной мукой. Периодическое заселение болот березой и неустойчивость водного режима, смена восстановительных и окислительных процессов приводят к торможению почвообразовательных процессов, смене их трендов.

Вдоль береговой линии рек Самары и Боровки, а также в местах скотосбоя встречаются песчаные дюны, пересыпаемые ветром, высотой до 10 м. Дюнные подвижные пески, длинная ось вала которых расположена перпендикулярно к юго-западному направлению ветра, иногда принимают форму параболоида. Невысокие бугры песка образуются вокруг куртин растений – одиноких кустов

шелюги или осоки, которые скрепляют пески и уменьшают скорость ветра. Таким образом происходит формирование микрэкосистем.

Многообразие проявления элементарных почвенных процессов (ЭПП) определяется непостоянством во времени внешних и внутренних условий. Степень изменчивости факторов находит свое отражение в вещественном преобразовании твердой фазы – информационном «носителе памяти» почвенной системы. В итоге педогенез представляется как процесс «записи, запоминания», «наследуемости» почвенной средой результатов функционирования ЭПП внутри блока. И если почва – компонент экосистемы, биогеоценоза, ландшафта, то почвенный покров можно представить как информационный блок «материализованной памяти» – природного наследия ландшафта. Расшифровка «наследуемых» признаков почв позволяет реконструировать природную обстановку прошлого и разрабатывать прогноз изменения почв и экосистем в целом.

Выводы

1. Экотонные ландшафты Бузулукского бора, выполняя функции мембран, аккумуляции, транспорта, фильтрации, проявляя «краевой эффект», отличаются повышенной биопродукцией и биоразнообразием. В то же время из-за повышенной чувствительности к экстремальным воздействиям они могут стать очагами повышенной экологической опасности. Тесные взаимосвязи компонентов внутри геоэкосистемы обеспечивают ее функциональную целостность и механизмы устойчивости.

2. Сложные иерархия и поведение фитоценозов, богатство связей и взаимодействий компонентов поддерживают динамическое неравновесное состояние от элементарных биогеосистем до геоэкосистемы бора. Для большинства экосистем бора характерны неустойчивость, многообразие поведения, недостижимость получения полной информации, когда знание состояния в данный момент не позволяет однозначно предсказать будущее экосистемы. По теории И. Пригожина (1985), неустойчивое неравновесное состояние, в котором рано или поздно оказывается любая система, проходя через точку бифуркации в результате взаимодействия с окружающей средой, сменяет степень своей организованности (диссипативности) и целостности (эмергентности), которые предсказать пока не представляется возможным.

Глава 10

ВНУТРИПРОФИЛЬНАЯ ДИНАМИКА ВОДНОЙ ФАЗЫ ПОЧВОГРУНТОВ БОРА

Природная вода как бы предназначена для жизни, и с жизнью связана она одна из всех химических соединений. Эта тесная связь с жизнью указывает на закономерность явления, на определенную организованность земной коры. Вода и живое вещество – генетически связанные части этой организованности.

В.И. Вернадский

Если в стране, обильной водою, вырубить и истребить леса, то источники иссякнут; эта давно известная истина в полной мере подтверждается и в Оренбургской губернии. Леса поддерживают влажность и, наоборот, влажность питает леса.

Э.А. Эверсманн

Почва играет роль посредника между климатом, речным и подземным стоками, контролируя многие гидрологические процессы (Львович, 1986). Знание гидрологических функций почвы дает шанс более правильного осмысления многих элементарных почвенных и гидрологических процессов в почвогрунтах.

Гидрологическая функция дерновых подбуров оподзоленных песчаных Бузулукского бора определяется рядом факторов, среди которых первостепенное значение имеют их водно-физические свойства. Зависимость элементов водного баланса от водно-физических свойств почв теоретически была обоснована М.И. Львовичем (1986). Например, он считал, что при увеличении инфильтрационных показателей почв происходит уменьшение их водоудерживающей способности, при этом формируется слабая зона аэрации; испарение достигает максимума при средних (оптимальных) значениях водно-физических свойств почв и мало при их крайних значениях; полный речной сток изменяется наоборот: он снижается до минимума при средних значениях водно-физических свойств почв и возрастает – при крайних значениях.

10.1. ДИНАМИКА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И УРОВНЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД

В.И. Рутковский (1950), занимавшийся долгое время наблюдениями за уровнем грунтовых вод в Бузулукском бору, отмечал, что «предложенные для вос-

становления этих насаждений системы лесохозяйственных и лесокультурных мероприятий до сих пор не дали положительных результатов». Чтобы выявить причины гибели культур, В.И. Рутковский изучал гидроклиматические условия не по средним многолетним данным, а по изменчивости гидрометеорологических факторов на протяжении всего периода наблюдений (50 лет), так как выяснение взаимосвязей между лесными культурами, климатом и гидрологическими условиями возможно только при наличии многолетнего ряда систематических наблюдений погоды, динамики грунтовых вод и продуктивности боров.

Предварительный анализ показал, что в Бузулукском бору резко выражена зависимость состояния культур от динамики климатических и гидрологических факторов. Их изучение позволит обоснованно планировать соответствующие мероприятия по повышению лесокультурного дела в бору. В настоящей главе основное внимание уделено моментам, имеющим непосредственное отношение к этой проблеме.

В.Г. Нестеров (1949) на основании анализа лесоустроительных материалов пришел к выводу, что на протяжении последнего столетия произошло нарастание площадей, освобождающихся из-под сосны, с 7 до 45%. Некоторые данные свидетельствуют о том, что за это время примерно 50% площади, покрытой 100 лет назад сосновыми насаждениями, стали пустырями. Но сокращение площади сосновых лесов еще не полностью характеризует состояние бора; не менее важный момент — изреженность существующих насаждений и замена сосны лиственными породами. Так, по данным В.Г. Нестерова (1949), средняя полнота сосняка в бору составляла 0,53, что свидетельствует о наличии в то время больших площадей, занятых рединами.

Еще В.Н. Сукачев (1931) указывал на «неоднократное чередование эпох с влажным климатом с эпохами с климатом сухим», соответствующих смене ледниковых и межледниковых эпох. Однако «для нас, — пишет В.Н. Сукачев, — особенное значение имеют последние моменты этой истории, вызвавшие несомненно значительные изменения в растительности района Бузулукского бора, влияние которых должно сказываться и теперь. Если растительность более влажных эпох, сопровождавшихся развитием озер и болот, должна была нести разнообразную древесную флору, то сухие периоды не могли не вызвать сильного ее сокращения. Весьма вероятно, что в последний сухой период сосна не покрывала сплошь песков бора».

Необходимо отметить, что на протяжении последних 150 лет облесение пожарищ происходило только за счет малоценных мягколиственных пород (осина, береза). Основная причина полного прекращения восстановления лесов естественным путем на второй террасе р. Боровки — изменение климатических, а под влиянием последних гидрогеологических и гидрологических условий бассейна и региона в целом.

По данным В.Г. Нестерова (1949), частичное исчезновение сосны и образование оголенных площадей происходило из-за засух и болезней — 10%, нормальных рубок — 19%, а также пожаров и последующих рубок на пожарищах — 71%. В 1944 г. при обследовании бора лесопатологической экспедицией было установлено, что более 6000 га насаждений естественного происхождения носят ту или иную степень усыхания. Кроме сосняков, суховершинность обнаружена и у других древесных пород, особенно у дуба, в насаждениях как искус-

венного, так и естественного происхождения. Значительные площади, занятые усыхающими насаждениями естественного происхождения, являются лучшим свидетельством тяжелых условий, в которых находится древесная растительность бора. Неудачи с лесными культурами в прошлом — яркое свидетельство этому факту. Так, М.И. Пивоваров отмечал, что с 1844 по 1909 г. было закультивировано (т. е. засажено. — А.К.) 1725 десятин культур, а всего сохранилось на площади 49 десятин, или 2,8% (цит. по: Нестеров, 1949). В 1928 г. при лесоустройстве было выявлено, что из 5800 га всех площадей лесных культур в бору осталось 1870 га, или 32%. Подводя итоги лесокультурных работ в бору за 25 лет, Е.Д. Годнев (1953) писал: «Нужно сознаться, что на основании лесокультурных опытов Борового опытного лесничества, несмотря на сравнительно значительный объем их, мы не могли сделать каких-либо конкретных указаний относительно способов создания вполне устойчивых культур».

А.П. Тольский создавал культуры с 1904 по 1918 г. Общая площадь культур сосны в 1918 г. составила около 580 га. В 1926 г. он отмечал: «В 1921 г. при личном осмотре культур Борового опытного лесничества эти посадки, пережившие засухи двух последних лет, были настолько же удовлетворительны, как и раньше, и засыхание их наступило не в 1921 г., а позднее, когда количество осадков значительно увеличилось», и далее: «... так с 1923 г. началось расстройство почти двадцатилетних посадок сосны в бывшем Боровом опытном лесничестве. В течение нескольких последующих лет на площади культур свыше 250 га значительная часть сосны посохла, остальные сосны в большинстве случаев оказались суховершинными». П.И. Чудников сообщал, что «с 1920 г. культуры неожиданно стали отмирать и к 1925 г. сплошное отмирание их выразилось уже на сотнях десятин, особенно усиленное отмирание их обнаружилось в последние 2–3 года после засушливого 1921 года».

Данные лесоустроительной партии, ревизовавшей бор в 1928 г., показали, что из 579,8 га культур лесничества сохранилось только 25,7%, причем в хорошем состоянии (с полнотой 1,0–0,7) оказалось только 12,7%. В результате гибели культур образовался почти сплошной пустырь, захвативший несколько лесных кварталов. Погибли культуры преимущественно на верхних участках холмов и их южных склонах второй террасы р. Боровки, не имевшие водной дотации в критические по увлажнению годы. На северных склонах, как правило, культуры везде сохранились.

Историю развития лесных культур А.П. Тольским можно разбить на несколько этапов (рис. 44): 1) 1904–1913 гг. — период то усиливающегося, то ослабевающего частичного усыхания и суховершинности культур, в среднем они находились в удовлетворительном состоянии; 2) 1914–1920 гг. — период полного прекращения усыхания и лучшего их развития за весь исследуемый период (40 лет); 3) 1921–1925 гг. — сначала частичное, а в конце массовое усыхание культур; 4) 1926–1928 гг. — прекращение усыхания и восстановление части культур, признанных в 1925 г. усохшими; 5) 1928–1932 гг. — усыхание; 6) 1932–1944 гг. — суховершинность и частичное усыхание культур на выровненных участках и южных склонах второй надпойменной террасы р. Боровки. В итоге В.Г. Нестеров (1949) сделал следующее заключение: «Общее впечатление от первого знакомства с осмотренной площадью культур приводит к заключению, что культуры большей частью погибли на ровных площадях, на вершинах и

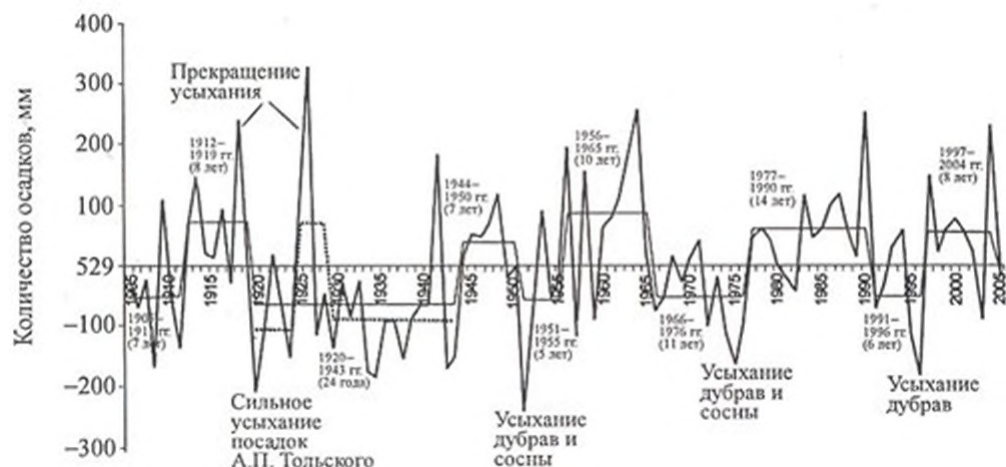


Рис. 44. Динамика атмосферных осадков в Бузулукском бору и их связь с аномальными периодами

южных склонах дюн, где на их месте сейчас сплошной покров из вейника и частично ковыля. Сохранившиеся участки культур приурочены большей частью к северным склонам и к прилегающим частям междюнных котловин и частью к ровным, относительно пониженным местоположениям».

И.В. Тюрин, принимавший участие в обследовании бора в 1944 г., высказал наиболее точное мнение, что в комплексе причин усыхания посадок в бору основной являются засухи.

Падение уровня грунтовых вод в начале 1920-х годов отмечали многие, но убедительные данные были получены позднее, при систематических наблюдениях за их уровнем. Из-за отсутствия данных по динамике грунтовых вод и глубинам их залегания идентичные по «внешнему» рельефу территории представлялись часто как однотипные в почвенно-гидрогеологическом отношении. На самом деле разница уровней достигала нескольких метров и была обусловлена «внутренним» рельефом. Исследования В.И. Рутковского (1950) были направлены на изучение «важнейших климатических и гидрологических факторов, определяющих в условиях бора главные особенности среды, ее динамику и состояние растительности». Учитывая, что древесная растительность оказывает большое влияние на среду, для изучения взаимосвязи между средой и растительностью макроклиматические и гидрологические исследования были дополнены стационарными наблюдениями за основными элементами водного баланса на ряде участков, резко различающихся между собой по растительности и глубине залегания уровней грунтовых вод. Главное внимание было уделено макро- и микроклимату, его колебаниям и изменениям в течение всего периода существования лесных культур. Но до сих пор взаимосвязь лесов с запасами воды в почве слабо обоснована и требует глубоких комплексных мониторинговых исследований.

Таким образом, разработка основных положений по лесокультурным работам в бору требует выяснения направления изменений среды, климатических, гидрологических и других трендов за возможно длительное время, что даст возможность точнее осветить причины усыхания бора и наметить пути развития всего лесного хозяйства. Некоторое представление о динамике погодных

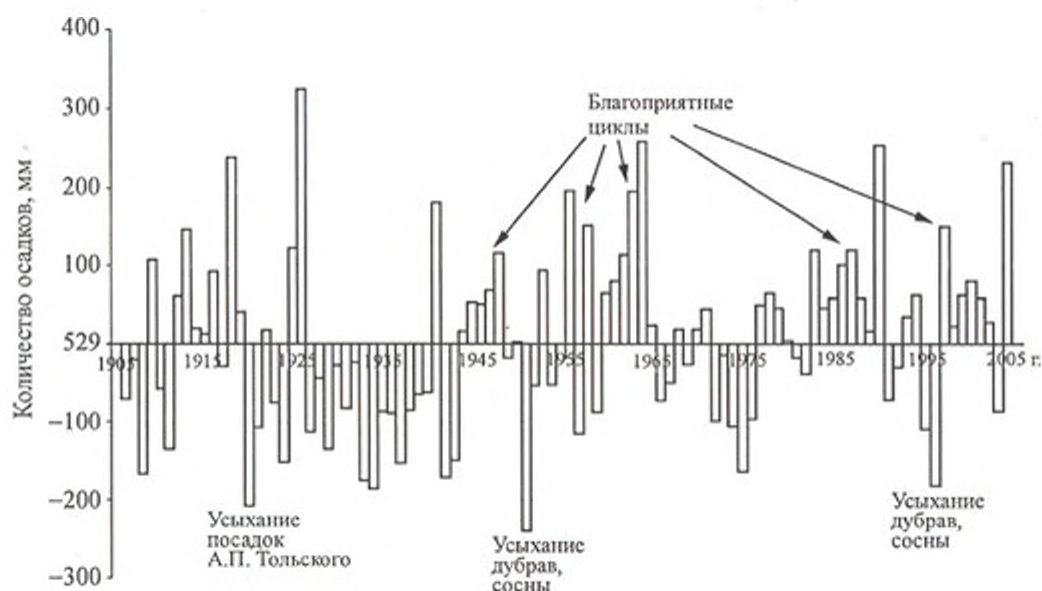


Рис. 45. Отклонение количества годовых атмосферных осадков от нормы (530 мм) в Бузулукском бору

условий за последние 100 лет дает выстроенный нами и другими авторами ряд графиков (рис. 44–47). Тренд осадков в сопоставлении с другими трендами (см. рис. 15–17) позволяет утверждать, что неблагоприятным следует считать 1906 г. при высоком дефиците влажности, очень высокой температуре и осадках, близких к норме. Следующие 1907–1912 гг. были также неблагоприятными для растительности. С 1913 по 1919 г. условия климата были благоприятными: осадки превысили норму на 100 мм, дефицит влажности воздуха был ниже нормы на 1,2 мм, а температура – на 12°. В 1920 г. осадков было ниже нормы на 72 мм при высокой дневной температуре. Отрицательные моменты были сглажены нормальным дефицитом влажности воздуха вследствие предшествующих влажных периодов, большего числа наполненных водой водоемов и повышенной влажности почвы.

В 1921 г. все три метеорологических элемента – осадки (2/3 нормы), температура и дефицит влажности воздуха – были в минимуме. В 1922 г. осадки превысили норму на 40 мм, но запасы влаги, растроченные ранее, обусловили неблагоприятный водный баланс. В 1924–1925 гг. продолжалось иссушение почвогрунтов при недостатке осадков, повышенных дефиците влажности и температуре воздуха. В.И. Рутковский отмечал, что первый удар засухи был в 1920–1921 гг., второй – в 1923–1925 гг., когда гидрологическая обстановка была экстремальной, что повлекло за собой гибель культур. Атмосферных осадков было на 136 мм ниже нормы, дефицит влажности воздуха – выше на 2,5 мм, а температура – на 2°.

Самым влажным за 41 год наблюдений был период с 1926 по 1928 гг., неблагоприятным – 1927 г., но запасы влаги 1928 г. сгладили его отрицательное влияние. На смену пришла длительная и тяжелая засуха периода 1929–1940 гг., когда все три показателя отклонялись в неблагоприятную для растительности сторону. Процесс усыхания культур носил непрерывный характер. Влажным

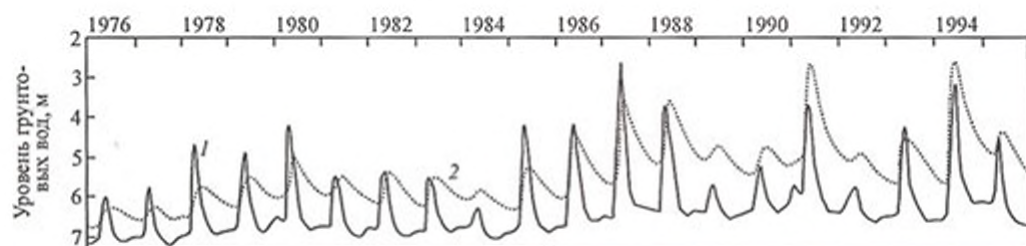


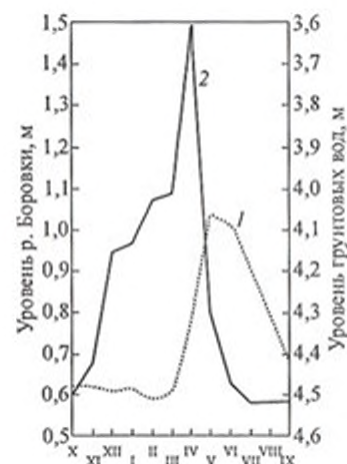
Рис. 46. Графики колебания уровня грунтовых вод с гидрологическим типом режима в Бузулукском бору (среднемесячные за 1976–1995 гг. в долине р. Самары (пост 4): 1 – скв. 1; 2 – скв. 2

(осадков выпало на 50 мм больше нормы) был 1941 г., а 1942–1945 гг. были нормальными.

Относительно благоприятными были также 1945–1950 гг., а последующие пять лет (с 1951 по 1955 г.) были сухими. Именно со второй четверти XX в. отмечается усиление процесса усыхания дубрав (Воронцов, 1972). Массовое их усыхание в южных и юго-восточных степных районах началось в 1956–1964 гг., но особенно сильным было отмирание дубрав в 1966–1972 гг., которое происходило от г. Белгорода до Урала (Калиниченко, 2000). В качестве причины сокращения площадей дубрав указанные авторы называют наряду с низкими зимними температурами и сильные засухи. После ряда засух в 1950–1970 гг. резко ухудшилось состояние дубрав в Оренбургской области. Так, в 1966 г. сплошное их усыхание было зафиксировано на площади 73 га, в 1967 г. – 296 га, в 1968 г. – 186,8 га, в 1969 г. – 487 га, в 1970 г. – 262 га (Павлинов, 1972). Не были исключением и дубовые насаждения Бузулукского бора.

Таким образом, многолетний (100 лет) ход рассматриваемых метеорологических элементов имеет довольно резко выраженную цикличность. В результате их согласованности происходит наиболее резкое изменение условий существования древесной растительности бора.

Рассмотрим некоторые детали режима грунтовых вод основных ландшафтных единиц территории бора. Наиболее существенный фактор водного режима почв первой надпойменной террасы р. Боровки – достаточно близкое (от 1,5 до



3 м) к поверхности залегание зеркала грунтовых вод, которое определяется режимом уровня реки (Воронков, 1973б). Следует подчеркнуть, что межени уровни р. Боровки, как это выяснилось из последующего анализа (см. рис. 45–47), в засушливые годы стоят ниже средних многолетних всего на 10–20 см, поэтому минимальные уровни грунтовых вод на первой террасе в засушливые и влажные годы мало отличаются. Режим грунтовых вод второй надпойменной террасы довольно сложен. Из-за недостаточной примеси дисперсных частиц

Рис. 47. График среднееголетних колебаний уровня грунтовых вод (1) и уровня воды в р. Боровке (2)

в отсортированных отмытых песках просачивание талых вод протекает интенсивно и быстро достигает грунтовых вод, находящихся на глубине 5–7 м и более. Максимальный уровень грунтовых вод наступал здесь всегда позже максимальной влажности почвы первых 3 м, определяясь просочившимися атмосферными водами. Далее наблюдались постепенное иссушение почвы и падение уровня грунтовых вод. Подъем уровня грунтовых вод в феврале и марте можно объяснить постепенным передвижением почвенно-грунтовых вод по барьерам (псевдофибрам, прослойкам и т. д.). На участках, удаленных от реки на 2,5–3 км и более, уровень грунтовых вод отвечает динамике влажности почв – подъем грунтовых вод наступает позже таяния снега и просачивания талых вод через толщу почвогрунтов, имеющих весьма сложные гидрогеологические условия (наличие барьеров, сложных путей латерального стока и вертикального просачивания).

Уже первые наблюдения за уровнями грунтовых вод, организованные А.П. Тольским (1903–1938 гг.) в смотровых колодцах, расположенных на переходе от поймы р. Боровки к первой террасе, выявили их существенную динамику. В результате нивелировочных и буровых работ в 1927–1946 гг. был составлен схематический план основания песчаных холмов («внутренний» рельеф) с изолиниями, указывающими пределы распространения низин с соответствующими высотами, позволивший выяснить основную особенность участка Борового опытного лесничества – плавное падение поверхности второй террасы р. Боровки с севера на юг.

В результате бурения было выяснено, что участки с «кладбищем культур», расположенные по всей высокой второй правобережной террасе р. Боровки, имеют значительную (> 10 м) мощность отмытых песков, особенно на участках всхолмленного рельефа с примитивными малоразвитыми слабоподзоленными почвами. Вместе с тем последующие нивелировочные ходы (1950–2000 гг.) и бурение скважин (16 скважин глубиной до 18 м) выявили ряд возвышений «внутреннего» рельефа, являющихся своеобразными водоразделами между долиной р. Боровки на востоке и долиной исчезнувшей «Сухой речки» на западе и юге, где глубина грунтовых вод составляет 3 м. Наименьшая глубина грунтовых вод возвышенной части Борового опытного лесничества (бурение 1946 г.) составила около 6 м. Выровненные участки второй надпойменной террасы р. Боровки имеют уровень 3–6 м, а первой террасы – 0–3 м.

Единственная скважина № 16 глубиной 14 м, пробуренная на первой надпойменной террасе в кв. № 210, достигла водоупора (отметка водоупора скважины – 66,6 м, на 2,6 м ниже уровня р. Боровки). Глинистый горизонт (водоупор), находящийся на глубине 7,74 м от поверхности песков и 4,88 м от уровня грунтовых вод, занимает, по-видимому, небольшую площадь и вряд ли имеет существенное значение для режима грунтовых вод второй террасы, что можно заключить по данным других скважин. В полосе перехода первой надпойменной террасы во вторую, чуть западнее системы озер, стариц и понижений, расположенных под уступом второй террасы, пролегает водораздел, соединяющийся с высоким рельефом второй террасы («кладбище культур» и выше). Этот водораздел выработан отклоняющимся к востоку руслом р. Боровки, а с западной стороны – руслом ранее существовавшей «Сухой речки», впадающей или в р. Боровку, или образующей вместе с ее устьем общую дельту, впадающую в

р. Самару. Если северная часть Бузулукского бора имеет маломощный плащ песков, который утолщается только в меридионально ориентированных понижениях, то в центре их мощность является, по-видимому, максимальной, а к югу равномерность устилания песков увеличивается, за счет чего их мощность может уменьшаться.

Обращает на себя внимание гидрогеология «внутреннего» рельефа высоких сглаженных выпуклых сыртов приборовых плакоров, особенно левобережной водораздельной части, где поймы и террасы р. Боровки «съедены» ею в результате постоянного смещения русла, которое регулируется эндогенными и экзогенными факторами. Нахождение «внутреннего» рельефа неглубоко от дневной поверхности (0,7–1,5 м), его согласованность с маломощным плащом песков определили двучленность профиля почв с песчаным или легкосуглинистым профилем сверху и глинистым водоупором из карбонатных мергелей и глин – внизу. Подобная текстурная неоднородность (двучленность) почвогрунтов с близким водозастоем, присутствием карбонатов и богатством питательных веществ (элементов-органогенов), образованных в результате разложения кислой подстилки и синтеза гумуса в контактом карбонатном горизонте при наличии латерального транспорта элементов питания, привели к формированию типичных и оподзоленных высокогумусных черноземов, сочлененных с типом дерново-подбуров, на которых получили развитие сложные боры.

«Внутренний» рельеф северной части бора и большей части высокого левобережья также сложен близко расположенными к поверхности коренными породами и имеет «слоистое» строение, обязанное периодам стабилизации уровней подпружных перигляциальных озер. Тренды уступов и террас этих озер проложены путями перетока перигляциальных вод по путям стока, так как озера были на разных уровнях, маркированным песками, прослойками, двучленами и т. д.

По сложению, гранулометрическому и литологическому составу почвогрунты обеих террас представлены не только рыхлыми светло-желтыми мелкими, иногда с прослойками суглинков песками, но и расположенными на различных глубинах уплотненными, ожелезненными, скрепленными карбонатно-железистым цементом, иногда гравием, пропластками, не везде нарушенными последующим аллювиальным террасированием. В сочленениях террас и поймы, по понижениям, а иногда и в погребенном состоянии встречаются торфяные тела. Все эти экраны, в том числе и псевдофибры, выполняют барьерную функцию и лежат с уклоном к руслу прарек. Есть основание предполагать наличие многочисленных ловушек, углублений во «внутреннем» рельефе – хранителях и распределителях значительных запасов грунтовых вод и просочившихся атмосферных осадков. Наличие в песках многочисленных барьеров, программирующих просочившиеся осадки, замедляет и растягивает их вертикальную фильтрацию и латеральный сток. Транспортируя элементы питания и влагу, создавая эффект их зависания и подвисания, они тем самым создают более благоприятные условия для устойчивого функционирования фитоценозов бора, не исключая и места глубокого залегания водоносных горизонтов.

На основании изложенного выше можно допустить, что р. Боровка влияет на режим грунтовых вод бора во время паводка только в зоне, где их уровень лежит не выше 4 м над меженным уровнем реки. При среднем падении зеркала

грунтовых вод в 0,0028 ширина этой зоны достигает не более 1,5 км, причем вторую ее половину занимает вторая терраса р. Боровки. За пределами зоны и на левобережье грунтовые воды имеют преимущественно режим водораздельного типа, мало обусловленного паводками. Однако длительный характер изменений уровня реки все же вызывает и здесь соответствующую динамику грунтовых вод.

Таким образом, между уровнями грунтовых вод, типами леса и типами, подтипами и видами почв связь весьма наглядна. На участках первой надпойменной террасы и поймы р. Боровки, а также в западной и юго-западной частях бора с наиболее близким к поверхности залеганием зеркала грунтовых вод преобладает тип леса *Pinetum pseudoherbosum* – травяной сосняк пологих всхолмлений. «Условия увлажнения достаточно благоприятны. Сток несильный, наличие суглинистых слоев создает хорошее увлажнение выше» (Сукачев, 1931). Глубина грунтовых вод определяет также и распределение типов почв, их формирование. Высокий рельеф второй террасы (как правобережной, так и, особенно, более высокой левобережной) занят дерновыми подбурями слабоподзоленными альфегумусовыми очень слабо гумусированными среднемелкими (малосформированными) с глубиной залегания грунтовых вод более 6 м.

Поступающая на поверхность почв влага, частично испаряясь, инфильтруется в глубокие слои песчаных почвогрунтов. На значительных площадях молодняки, а часто и спелые насаждения вследствие глубокого залегания грунтовых вод способны использовать только почвенные запасы влаги. Исследования показали, что запас воды в метровом слое почвы в Бузулукском бору не превышает 100 мм. В начале мая из-за сильного увлажнения почвы происходит передвижение некоторого количества влаги из верхних горизонтов вниз. Расход воды на суммарное испарение (транспирация и физическое испарение) со второй половины мая превышает приход влаги за счет осадков, что приводит к уменьшению влажности почвы. Происходит высыхание почв и, как следствие, преобладание перемещения влаги из более глубоких слоев в верхние. С августа на безлесных участках запасы влаги в почве возрастают, так как количество осадков превышает испарение. В лесных почвах, напротив, уменьшение влажности происходит до конца лета. Годовой ход запаса воды в песчаной почве бора, вычисленный по материалам А.П. Тольского (1911а), показывает, что над лесом запасы влаги примерно на 100 мм больше, чем на пустыре, поскольку снег сдувается с открытых мест, а часть воды стекает по склону. Особенности физических свойств песчаных почв и специфика их увлажнения в условиях Заволжья определяют годовой ход запасов воды в почве, характеризующийся двумя максимумами и двумя минимумами.

Удлинение срока таяния снега в лесу растягивает период поступления талой воды в почву и на питание грунтовых вод. Поэтому максимальные запасы воды в почвах под лесом отстают на две недели по сравнению с открытой местностью.

Анализ опубликованных материалов (Тольский, 1911б; Морозов, Охлябинин, 1911; Кнорре, 1932; Краснов, 1941; Рутковский, 1950; Воронков, 1973б) позволяет сделать вывод о том, что старые сосновые насаждения меньше страдают от засух, особенно в первую половину лета, благодаря глубоко проникаю-

щей (до 5 м) корневой системе, способной пополнять запасы усвояемой влаги из толщи почвогрунтов. Установлено, что в 2-метровом слое запас усвояемой влаги находится в пределах 100–200 мм. Однако при длительной засухе вне связи корней с грунтовыми водами может наступить тяжелый период для спелых насаждений и естественного молодняка под их пологом.

В сосновых культурах из-за быстрого прогревания почвы при наступлении засухи даже в начале лета происходит интенсивное просыхание почвы, ставящее молодняки в условия дефицита влаги. Длительные засухи для них губительны. В районе «кладбища культур» второй надпойменной террасы р. Боровки просачивание талых вод до уровня грунтовых протекает очень интенсивно. Уровень грунтовых вод, как это будет показано далее, находится здесь под воздействием климатического фактора – запасов воды в снеге – просочившейся атмосферной воды. Частичное воздействие реки, здесь, по-видимому, может происходить иногда в глубоких западинах и выражено оно слабее, чем на первой террасе.

Прямым гидрологическим фактором устойчивого функционирования экосистем бора являются межгодовая и внутригодовая изменчивость показателей режима грунтовых вод и речного стока. К индикаторам устойчивости экосистем можно отнести наличие сукцессий и форм ландшафта, многообразие состава, структуры экосистем на различных экологических уровнях (пойма, террасы, водоразделы), обусловленные колебаниями уровня грунтовых вод, что определяет сохранение видового разнообразия экосистем.

Территория водосбора р. Боровки – экотон, на котором образуются специфические природные ландшафты с особым составом, структурой и механизмом устойчивости, отличными от зональных, и где выделяются активные зоны развития биотических взаимодействий, имеющих гидрогенную обусловленность. Благодаря этому в бассейне сформирована чрезвычайно сложная система взаимосвязанных биогеоценозов, имеющих высокую степень биоразнообразия. Структура водосбора включает несколько блоков или поясов, различающихся степенью влияния грунтовых вод и стока, с одной стороны, и зональных процессов на водораздельных территориях (приборовых плакорах) – с другой. Эти структурные блоки отличаются величиной, способом и периодичностью увлажнения, характером рельефа и почв, составом видов, динамикой и скоростью реакции на изменения режима грунтовых вод и других факторов среды.

Для территории низкой и высокой частей поймы выделено девять типов земель. Испытывая регулярные и периодические затопления паводковыми водами, они имеют хорошо выраженную мозаичную структуру биоценоотического покрова, определяемую микро- и мезорельефом местности, свойствами почвогрунтов, их фильтрационными характеристиками, колебаниями уровня грунтовых вод и дисперсным характером распределения участков с разной степенью увлажненности. Для фитоценозов характерно относительно быстрое развитие сукцессий и активные процессы адаптаций.

Пояс высокой поймы, редко заливаемый в паводки, испытывает непосредственное влияние фильтрации или гидравлического подпора грунтовых вод, что сказывается на видовом составе, структуре, продуктивности биоценозов и особенностях их динамики. Биотические сообщества этого пояса включают боль-

шое число видов плакорной растительности, в том числе степные виды и древесные породы с широкой экологической амплитудой.

Изменчивость пойменных экосистем носит флуктуационный характер, обусловленный паводковым режимом, циклами многоводных и маловодных лет, т. е. имеет адаптационный характер, обеспечивающий устойчивость во времени как отдельных экосистем, так и экотонной системы поймы. Флуктуационная изменчивость в наибольшей мере проявляется в изменениях наиболее лабильного компонента экосистем – растительности: в частой смене в травяных сообществах доминантов, фитоценотической значимости многих видов, изменении горизонтальной структуры, очертаний границ фитоценозов и др.

В наибольшей степени аридизации подвержены повышенные формы мезо- и микрорельефа – песчаные гривы, на незаливаемых или редко заливаемых участках центральной поймы, где уровень грунтовых вод находится на значительной глубине (5–6 м). В результате возникают контрастность, экологическая мозаика биотического покрова поймы р. Боровки. Вместе с тем аридизация поймы выступает как фактор экологического обособления – сепарации биотических комплексов крупных структурных элементов (блоков) пойменной экотонной системы.

Биоценозы, в наибольшей мере испытавшие последствия обсыхания из-за прекращения заливания высокой поймы, подвергаются влиянию прилегающих степных экосистем и приобретают вторичный экотонный облик, обусловленный развитием процесса остепнения луговых сообществ, который ведет в итоге к неполной замене их степными в результате экспансии на пойму зональных степных видов растений и формированию переходных сообществ степного облика. Механизм экологического воздействия изменения режима речного стока на наземные экосистемы проявляется через частоту и длительность паводка (заливания) различных высотных уровней поймы р. Боровки.

Антропогенное воздействие на сток (спрямление русла для сплава леса, уничтожение завалов, заломов, отбор воды для полива в верховьях р. Боровки и т. д.) негативно изменяет функциональную взаимосвязь компонентов ландшафта – рельефа, почв, уровня грунтовых вод, межени. Динамические процессы, связанные с влиянием воды, несколько ослаблены и запаздывают на песчаных гривах, сукцессии имеют «вялое» течение. Более активны они лишь в понижениях рельефа. Здесь можно наблюдать элементарные экотонные системы в результате узко локальных сочетаний геоморфологических и гидрологических факторов и выхода на дневную поверхность грунтовых вод.

Первая надпойменная терраса – следующий структурный блок – представляет собой переходное пространство между поймой и второй надпойменной террасой. Здесь выделено семь типов земель, определяющих типологию леса.

Экотонный характер биотических сообществ первой террасы выражен достаточно сильно. Он проявляется в присутствии ряда пойменных и водораздельных видов растений при доминировании сложных боров. Биотические сообщества этой территории проявляют дистантную, слабо выраженную динамику, что обусловлено значительным и достаточно устойчивым режимом грунтовых вод.

Пояс второй надпойменной террасы р. Боровки включает также семь типов земель и характеризуется ослабленным влиянием грунтовых вод и речного стока. Высокие элементы рельефа второй террасы вследствие глубокого залегания грунтовых вод переходят в ранг экологических элементов более высокого уров-

ня. Вслед за изменением водного режима следуют изменения почв и растительности в сторону ослабления гидроморфизма и усиления ксеротермичности сообществ. Стабильно низкое положение уровня грунтовых вод на отдельных участках в течение длительного времени сформировало сухие боры и привело к существенным трансформациям их природных комплексов, а при резких и продолжительных экстремумах обнаруживаются признаки угнетения и гибель сосны. Динамические процессы, связанные с влиянием водного объекта, ослаблены и запаздывают. Обычно усыхание или гибель леса наблюдаются не во время самой засухи, а годом-двумя позже, что обусловлено наличием псевдофибр и прослоек в почвогрунтах, сдвигающих эффект засух.

Высокие элементы рельефа долины (верхние ярусы первой и, особенно, второй надпойменных террас) вследствие опускания уровня грунтовых вод переходят в ранг экологических элементов экстремального уровня, где след за изменением водного режима следуют негативные изменения растительности и почв в сторону остепнения и опустынивания. Антропогенные воздействия, как правило, нарушают и ускоряют естественный ход водного режима речной долины в сторону аридизации. Стабилизация низкого положения уровня воды в реке привела к трансформации водного режима на всех экологических уровнях долины р. Боровки, в том числе на первой надпойменной террасе и в пойме, а затем и к изменению их природных комплексов.

В почвенных профилях с доступным для лесной растительности уровнем грунтовых вод в сухие периоды наступает резкий дефицит влаги, идет перестройка барьеров, формирование новых почвенных горизонтов, смена закисных форм на окисные. Древесные фитоценозы на террасах подвергаются также перестройке. В особо экстремальных условиях обнаруживаются признаки угнетения и массовая гибель.

И, наконец, водораздельная часть, приуроченная к бору, содержит четыре типа земель, различающихся подтипами почв нагорных дубняков разного увлажнения и состава.

Режим грунтовых вод на приборовых водоразделах подчинен зимним и годовым осадкам, формирующим верховодку на близко расположенных (0,5–3,0 м) водоупорах. Лучшее увлажнение получают влажные дубравы на нижних частях склонов, затем свежие дубравы на плакорах с черноземами типичными и частью оподзоленными, а замыкают их сухие дубравы расчлененных южных склонов.

Таким образом, режим функционирования экосистем долины р. Боровки в пространстве и времени характеризуется большим разнообразием форм, зависящим от сочетания факторов рельефа и подстилающей поверхности, т. е. ландшафта водосбора, климатических и гидрогеологических условий. Уменьшение водоносности водосбора при вмешательстве человека в ход естественного гидрогеологического процесса (орошение, бурение скважин, спрямление русел и т. д.) приводит к его нарушению, а именно снижению уровня грунтовых вод. Прогнозы поведения экосистем в измененных гидрологических условиях основываются на закономерностях, полученных в квазиестественных условиях. Эти закономерности из-за сложности объекта формируются в виде эмпирических взаимоотношений, перенос которых на новые условия не всегда правомерен.

Лесорастительные проблемы бора обостряются в сухие периоды при экстремальных понижениях уровня грунтовых вод, влияющих на стратегию и тактику лесного хозяйства. Сложность и многообразие факторов среды, отсутствие многолетней систематизированной объективной базы данных затрудняют получение моделей, описывающих динамику процесса.

Установленные постепенная деградация почв, частичная гибель или замена растительности, приводящие к обезлесению территории Бузулукского бора, создание рукотворных речей там, где ранее был лес, признаны неизбежным негативным следствием экологических изменений его природной среды человеком. Наиболее сильное негативное воздействие на экосистемы бора оказывает снижение уровня грунтовых вод.

Таким образом, безвозвратные снижения уровня грунтовых вод в результате отмеченных антропогенных воздействий, негативное влияние на стабильное функционирование экосистем бора резкого увеличения числа лет с критическими гидрологическими условиями ведут к потерям стабильности функционирования геосистем бора. Сохранение биоразнообразия экосистем и сообществ требует поддержания естественной variability гидрогеологического режима путем комбинации мер по устранению антропогенных воздействий и сдерживанию естественных процессов снижения базиса эрозии. Настоятельно необходима рационализация природопользования как на всей территории водосбора, так и вне его. Необходимы также мониторинг и оценка допустимых безвозвратных изъятий стока р. Боровки и ее притоков для орошения и других хозяйственных нужд в верховьях, расположенных за пределами бора.

Низкую толерантность к антропогенному воздействию экосистем Бузулукского бора можно объяснить его формированием в отличных от современных физико-географических условиях. Сосняки имеют низкую способность к естественному восстановлению, особенно на участках с относительно глубоким залеганием грунтовых вод. При этом техногенное воздействие усугубляет естественный ход восстановления.

10.2. ДИНАМИКА ВЛАГИ В ПОЧВАХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ БОРА

Как известно, влагообеспеченность растений зависит от наличия влаги в зоне распространения корней. Определение влагопотребления и влагообеспеченности на подбурх дерновых слабоподзоленных псевдофибровых слабогумусированных среднемощных песчаных показало, что наименьшая влагоемкость (НВ) почвы в гумусовом горизонте составила 7–8%, в подстилающем песке она снижена до 4,8–5,8%, влажность завядания (ВЗ) составила 2%. Мощность капиллярной каймы не превышает 80–90 см. В такие почвогрунты корни сосны обычно проникают на глубину до 5–6 м.

Для определения закономерностей влагопотребления из глубинных горизонтов (глубже 100 см) нами проанализированы материалы наблюдений, проводимых на Боровой лесной опытной станции, за влажностью почв до глубины 275 см в течение 30 лет.

Из рис. 48 видно, что с весны до осени содержание влаги в почве понижается во всем 3-метровом слое, причем наиболее интенсивно влажность уменьша-

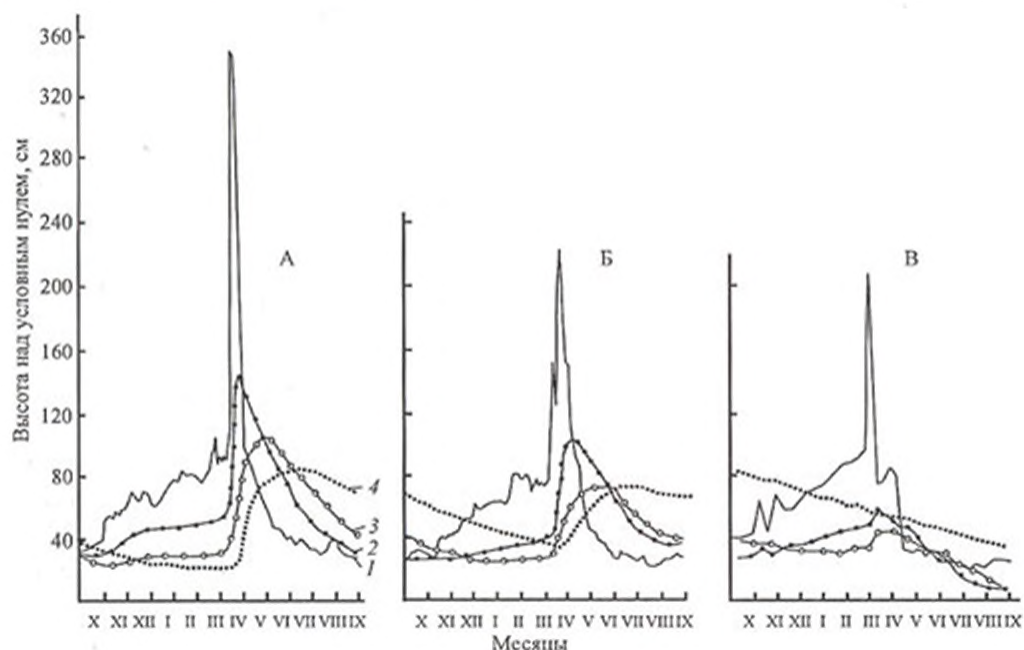


Рис. 48. Сезонные колебания грунтовых вод в песках Бузулукского бора (по Н.А. Воронкову, 1970): А – влажный 1956/57 г., Б – средневлажный 1957/58 г., В – сухой 1966/67 г.; 1 – р. Боровка, 2 – в пойме (скв. 1, расстояние от реки 0,5 км), 3 – на переходе от поймы к первой террасе (скв. 2, расстояние от реки 0,8 км), 4 – на первой террасе (скв. 5, расстояние от реки 2,0 км)

ется после весенней влагозарядки, в течение апреля – мая, когда наряду с корневой десукцией наблюдается просачивание влаги в нижележащие слои. После достижения влажности, равной наименьшей влагоемкости (5–5,5%), расход влаги происходит в основном за счет корневой десукции.

Максимальная интенсивность влагопотребления наиболее значительна в мае – июне, затем она постепенно снижается, а со второй половины июля или с начала августа, несмотря на значительные потребности во влаге, на всех глубинах становится практически малозаметной (горизонтальный участок кривой). При этом только в верхнем (50–60 см) слое почва иссушается до влажности устойчивого завядания (1,8–2,1%). В глубинных горизонтах даже в наиболее засушливые годы содержится около 2–2,5% физиологически доступной влаги. Незначительное потребление влаги из песков во второй половине вегетационного периода нельзя объяснить уменьшением потребности сосны во влаге. Предел потребления ее сосной из различных горизонтов песчаных почв неодинаков. Различия между расчетными и фактическими величинами предельного иссушения глубинных слоев песка связаны с неравномерным распространением в них корней сосны, что в сочетании с малой подвижностью преобладающей здесь стыковой влаги обуславливает локальное иссушение почв (Гаель, Воронков, 1965; Воронков, 1967). Как видно из рис. 49–51, в глубинных горизонтах пески иссушаются до влажности устойчивого завядания (2–2,5%) только в местах сосредоточения корней, где их сосущие окончания могут проникнуть до отдельных стыковых скоплений влаги. В слоях почвы, лежащих в радиусе до 10–

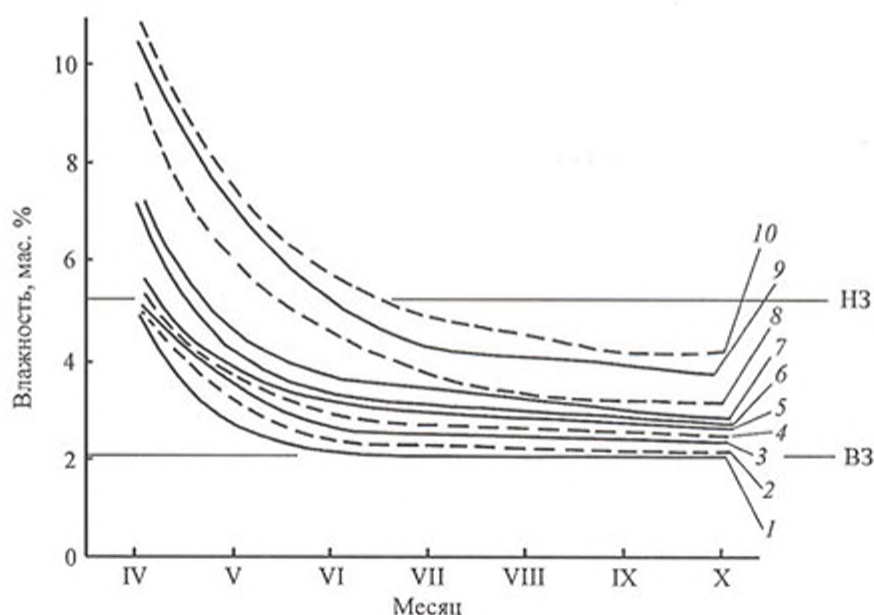


Рис. 49. Изменение влажности подбуров дерновых песчаных (в среднем за 10 засушливых лет) под 30–50-летним насаждением сосны в Бузулукском бору (по Н.А. Воронкову, 1969).

Глубина, см: 1 — 10; 2 — 25; 3 — 50; 4 — 75; 5 — 100; 6 — 125; 7 — 150; 8 — 175; 9 — 225; 10 — 275

15 см от корней, довольно интенсивно используется лишь та влага, которая способна передвигаться к местам потребления под действием капиллярных сил. Здесь песок иссушается, как правило, не ниже 3,5–3,7%. Эта величина является стабильной и равна 70–75% от наименьшей влагоемкости. В слоях песка, удаленных от корней на расстояние более 10–15 см, влага почти не используется растениями, и поэтому в течение всего вегетационного периода влажность остается близкой к наименьшей влагоемкости.

Таким образом, анализ полученных нами и литературных данных дает основание заключить, что, пользуясь общепринятым методом анализа влажности песчаных почв, нельзя составить истинного представления о влагообеспеченности растений на песках. Даже при нулевой влагообеспеченности в глубинных горизонтах песчаных почв определение влажности дает величину, значительно превышающую влажность устойчивого завядания. Показатель фактического иссушения почвы можно получить только путем определения влажности на различных глубинах в конце длительных засушливых периодов (Воронков, 1967). Только в гумусовых (А + В) горизонтах, а также в слоях почвы, прилегающих к корням сосны глубинных горизонтов, величины потенциально доступной и фактической влаги совпадают. В глубинных горизонтах значения этих категорий существенно различаются.

Результаты оценки влажности песчаных почв бора с помощью коэффициента завядания свидетельствуют о том, что даже в наиболее засушливые годы доступная влага содержится в значительном количестве (1–2,5%) с глубины 50–70 см (Рутковский, 1950). Эти данные, казалось бы, не дают оснований для

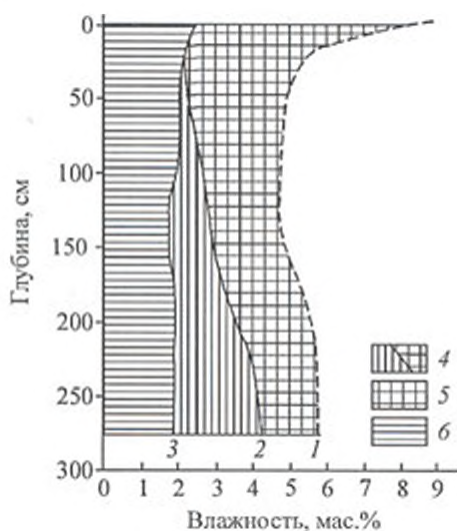


Рис. 50. Соотношение потенциально доступной и фактически доступной влаги в подбурях дерновых Бузулукского бора под культурами сосны (по Н.А. Воронкову, 1969).

1 — наименьшая влагоемкость; 2 — величина предельного иссушения корнями сосны; 3 — влажность завядания; 4 — потенциально доступная растениям влага; 5 — фактически доступная влага; 6 — фактически неусвоенная влага

объяснения широко распространенного в степных борах явления распада и усыхания молодняков от недостатка влаги. Принимая за нижний предел использования влаги величину возможного иссушения почвогрунтов, мы обнаружили, что в засушливые годы, после которых отмечаются случаи массового расстройств молодняков, начиная с конца июля — августа в почве отсутствует фактически доступная

влага до глубины 2–3 м. Наличие на глубине 1,5–2,0 м псевдофибр, являющихся транспортерами части просочившейся влаги, на которых она зависит, корректирует в некоторой степени динамику влаги в сторону улучшения влагообеспеченности растений, особенно в периоды засух.

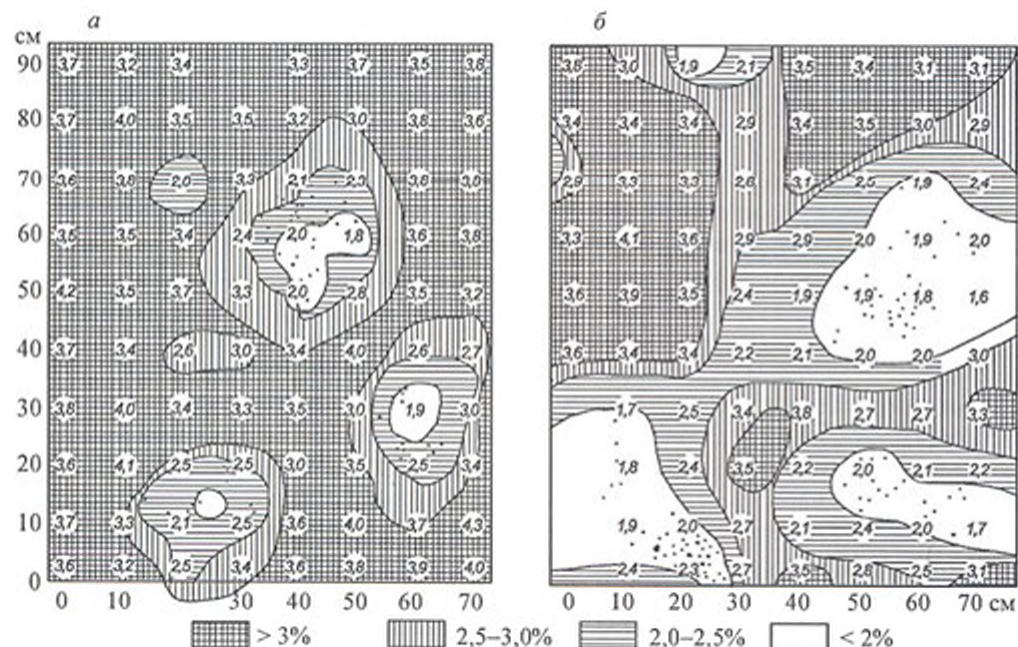


Рис. 51. Характер иссушения подбуров дерновых песчаных корнями сосны в Бузулукском бору на глубине 150 см (по Н.А. Воронкову, 1969 г. с изменениями).

а — 25.VI.1966 г.; б — 1.IX.1967 г.; точками обозначены проекции корней сосны

10.3. ЭЛЕМЕНТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ГРУНТОВЫХ ВОД И ФАКТОРОВ СРЕДЫ

Доступность грунтовых вод определяет долговечность и производительность фитоценозов. Поэтому изучение их динамики как в многолетнем, так и в более коротких циклах (суточном и сезонном) позволит выявить процессы почвообразования, доли грунтовых вод во влагообороте конкретной территории и их роль в водном режиме почв.

Для грунтовых вод Бузулукского бора характерна цикличность колебаний их запасов и уровней. На низких (5–7 м над уровнем дренирующих рек) надпойменных террасах и в понижениях рельефа, а также на второй – более высокой – террасе р. Боровки грунтовые воды нередко залегают на глубине от 1–2 до 3–4 м, а под возвышенными местоположениями и их склонами они находятся обычно на 5–6-метровой глубине. Только под высокими дюнами и холмами преимущественно второй надпойменной террасы грунтовые воды расположены значительно глубже и мало влияют на процессы почвообразования.

Первые наблюдения за грунтовыми водами в Бузулукском бору были начаты А.П. Тольским в 1911 г. До 1945 г. режим изучался в колодце у полянной метеорологической станции (квартал № 209), расположенной на переходе от поймы к первой надпойменной террасе, а с 1946 г. были начаты наблюдения на шести гидрологических площадках Борового опытного лесничества со скважинами в пределах поймы и первой террасы (скв. 1–6, кварталы 75, 74, 29, 27, 56, 57 соответственно). Наблюдения вели сначала В.И. Рутковский (1945–1955 гг.), затем Н.Ф. Созыкин (1955–1964 гг.) и Н.А. Воронков (1965–1973 гг.), а далее сотрудники БОРЛОС.

Материалы наблюдений за режимом грунтовых вод прибрежного типа на высокой пойме р. Боровки (скв. № 1, кв. 75) и террасового – на первой надпойменной террасе р. Боровки (скв. № 5, кв. 56) собран и систематизирован Н.А. Воронковым (1973) за период 1946–1970 гг. По остальным скважинам: № 2, кв. 74 – прибрежного типа, № 3, 4, кв. 29 и 27 – водораздельного, скв. № 6, кв. 57 – переходного использованы материалы из гидрологических отчетов БОРЛОС и систематизированы нами совместно с директором БОРЛОС Л.В. Камышовой и И.Н. Смирновым за 1947–1991 гг. Часть этих материалов за последние 16 лет (1975–1991 гг.) оказалась непригодной ввиду искажения данных из-за засорения скважин или по другим неизвестным нам причинам и исключена из операций. Мы оперировали данными по шести скважинам за 28 лет (1946–1974 гг.), хотя по некоторым скважинам материалы собраны за 45 лет (1946–1991 гг.). Среднемноголетние (1980–1987 гг.) глубины УГВ в скважинах в долине р. Боровки на разном расстоянии от ее русла представлены на рис. 52. Согласно полученным данным, уклон зеркала грунтовых вод в сторону базиса эрозии – реки Боровка и Самара, равен 0,001–0,003, а мощность пласта грунтовых вод достигает 5–7 м. Мощность капиллярной каймы не превышает 80–90 см. Водовместимость зоны насыщения равна 24–25% при максимальной водоотдаче 19–20%, или 15–22 тыс. м³/га. В среднем в пойме р. Боровки грунтовые воды залегают на глубине 1,5–3 м, под первой террасой в понижениях – на глубине 3–4 м, под дюнами первой террасы – на глубине 6–7 м.

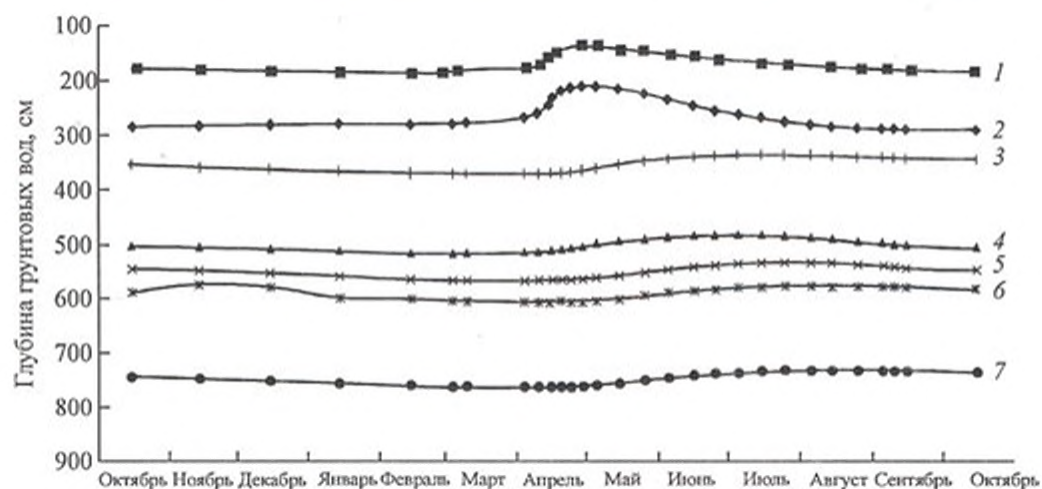


Рис. 52. Среднемноголетние (1980–1987 гг.) глубины уровня грунтовых вод в скважинах в долине р. Боровки на разном расстоянии от ее русла (гидрологический год).

1 – 0,78 км, скв. 3; 2 – 0,50 км, скв. 2; 3 – 0,80 км, скв. 54; 4 – 1,08 км, скв. 4; 5 – 1,44 км, скв. 5; 6 – 3,08 км, скв. 9; 7 – 3,20 км, скв. 10

Многолетние наблюдения за динамикой грунтовых вод на шести гидрологических площадках в бору показали, что она зависит от рельефа, водно-физических свойств почвогрунтов, характера растительности и условий атмосферного увлажнения. Н.А. Воронков (1973) выделял суточные, сезонные и многолетние колебания грунтовых вод. По многолетним (24 года) данным, суточная пульсация составила 3–3,2 см/сут и была обусловлена прежде всего транспирационной деятельностью растений, а сезонные колебания, равные на террасе 50 см, а в пойме – 130–180 см, обусловлены атмосферными осадками.

В суточном цикле колебания грунтовых вод при их глубине 2,3–2,5 м под высокопроизводительными сосняками не превышали 1 см, а при глубине 3,0–3,5 м отсутствовали. Здесь наблюдался только постепенный, но ступенчатый спад уровня, что является результатом оттока грунтовых вод в места разгрузки. Величина десукционного расхода грунтовых вод зависит как от вида растений, так и от водно-физических свойств почвогрунтов.

Г.Н. Высоцкий (1930) сезонные колебания грунтовых вод подразделял на следующие виды: 1) весенний (инфильтрационный) водоподъем, 2) летнее (десукционное) опускание, 3) осенние (коррективные) изменения, зависящие от выравнивания зеркала. Все эти колебания происходят на фоне постоянного процесса оттока грунтовых вод в дренирующую сеть – р. Боровку. Режим грунтовых вод существенно различается в пойме и на первой террасе реки. За 28-летний период наблюдений (Приложения 2, 3) начало подъема грунтовых вод в пойме, как и в р. Боровке, наблюдалось между 20 марта и 12–16 апреля, а наиболее высокий уровень регистрировался между 4 апреля и 12 мая. Однако в пойме, как и в реке, максимальный уровень держится очень недолго (20–30 дней) и уже в апреле – мае начинает опускаться, сначала довольно резко, а затем плавно. К осени (конец сентября) уровень всегда опускается ниже тех значений, которые наблюдались накануне весеннего водоподъема,

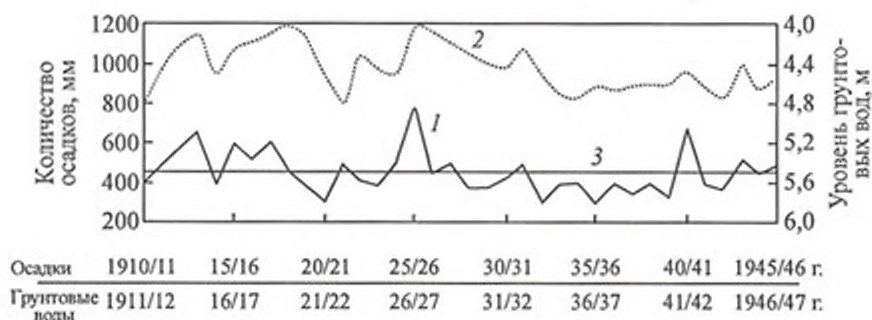


Рис. 53. Многолетний ход годовых сумм осадков с 1/X по 30/IX (1) и среднегодовых уровней грунтовых вод с 1/IV по 31/III (2) на участке метеостанции «Боровое лесничество»; 3 — норма осадков за период 1910–1947 гг.

свидетельствуя о продолжающемся постепенном врезании русла реки и формировании ландшафтной скульптуры рельефа и характера почвенного покрова долины.

Средний многолетний суммарный (осенне-зимне-весенний) подъем грунтовых вод составил 74,2 см (колебания от 176 до 29 см), а летне-осеннее падение уровня — 82 см. Суммарное падение уровня превышало величину подъема на 70 см, что и обусловило понижение среднегодового уровня за период наблюдений.

Анализ количества выпавших осадков и глубин грунтовых вод (рис. 53–56) показывает, что динамика трендов всех типов грунтовых вод имеет сходный характер и, следовательно, подчиняется одним закономерностям. Тренды глубин грунтовых вод в большей степени копируют линию выпавших осадков за холодный период года (октябрь — апрель). Для вод прибрежного типа можно отметить, что тренд глубины 1 октября, характеризующий летне-осеннее падение уровня грунтовых вод, почти накладывается на тренд глубины предвесеннего минимума, следовательно, в зимний период уровень грунтовых вод этого типа практически не изменяется, в то время как грунтовые воды переходного и водораздельного типов в течение холодного периода года продолжают опускаться на значительную глубину.

Общее снижение количества осадков как в холодный, так и теплый периоды года, отмеченное в первой половине 1960-х годов, привело к понижению уровней и уменьшению амплитуды колебаний глубин грунтовых вод переходного и водораздельного типов. В результате наблюдается сближение всех глубин: предвесеннего минимума, весенне-летнего максимума и наблюдаемого в конце вегетационного периода (1 октября).

Данные о влиянии осадков на процесс колебания уровня грунтовых вод в песках Бузулукского бора, приведенные в табл. 57–59, показывают, что осадки холодного периода, определяющие дисперсию весенне-летнего подъема уровня грунтовых вод, имеют долю влияния в пределах 70–75%. Их роль прослеживается и в колебательном процессе летне-осеннего падения уровня грунтовых вод прибрежного и переходного типов. И только на водоразделах влияние зимних осадков на падение уровня грунтовых вод в течение вегетационного периода не установлено. Доля влияния осадков теплого периода в коле-

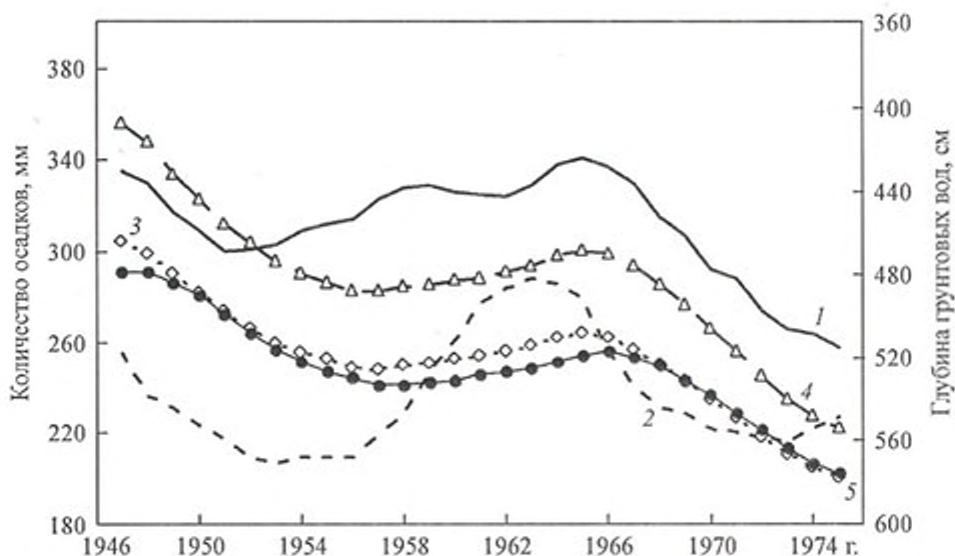


Рис. 54. Динамика трендовых значений сумм выпавших осадков и глубины грунтовых вод прибрежного типа в песках Бузулукского бора на высокой пойме р. Боровки (кв. 74 Борового опытного лесничества, скв. № 2).

1 – осадки холодного периода; 2 – осадки теплого периода; 3 – глубина грунтовых вод 1 октября; 4 – глубина весенне-летнего максимума; 5 – глубина предвесеннего минимума

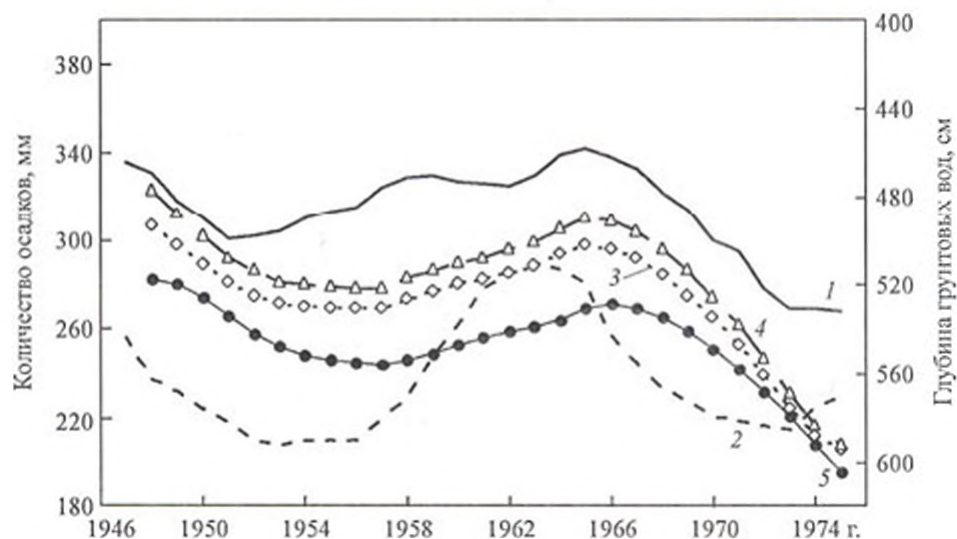


Рис. 55. Динамика трендовых значений сумм выпавших осадков и глубины грунтовых вод переходного типа в песках Бузулукского бора (кв. 56 Борового опытного лесничества, скв. № 5). 1–5 – см. на рис. 54

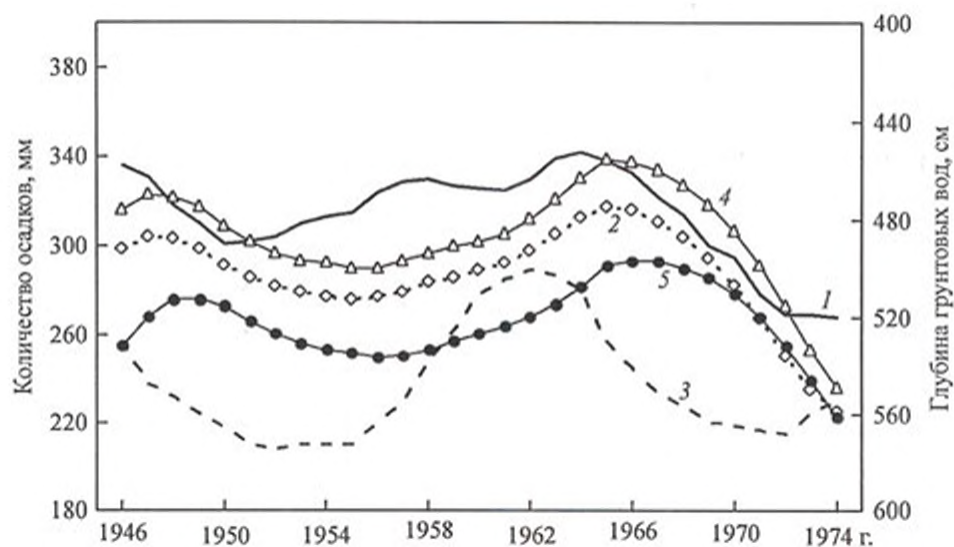


Рис. 56. Динамика трендовых значений сумм выпавших осадков и глубины грунтовых вод водораздельного типа в песках Бузулукского бора (кв. 27 Борового опытного лесничества, скв. № 4). 1–5 – см. на рис. 54

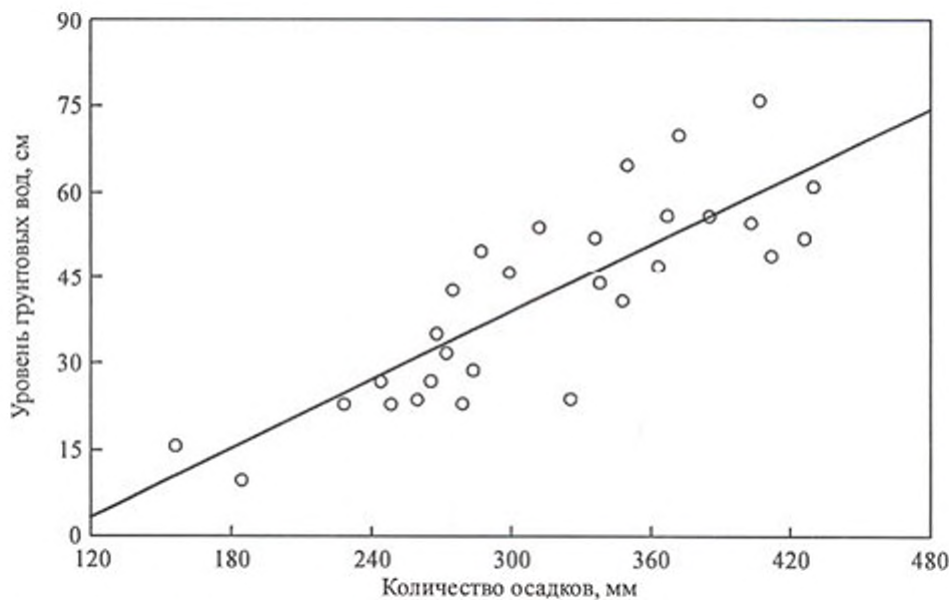


Рис. 57. Зависимость весенне-летнего подъема уровня грунтовых вод прибрежного типа в Бузулукском бору от суммы выпавших осадков за холодный период года (скв. № 2, 1946–1974 гг.)

баниях летне-осеннего падения невысока – 45–58% случаев. Об этом говорит и форма линии тренда этих осадков: она более искривлена и менее сопоставима с линиями трендов глубин грунтовых вод, чем линия тренда осадков холодного периода.

Графический анализ обсуждаемых связей представлен на рис. 57–61. Хорошо видно, что осадки холодного периода года формируют корреляционное поле с меньшим отклонением дат от теоретической линии регрессии, чем это наблюдается для осадков теплого периода. Но в обоих случаях значительная часть дисперсии уровней грунтовых вод осадками не объясняется, что может говорить о невыявленных факторах влияния и ошибках измерения. Отрицательные значения по оси Y (уровни грунтовых вод) свидетельствуют о том, что в отдельные годы наблюдалось падение уровня в течение всего периода – от момента предвесеннего минимума и до конца вегетационного периода. Весенне-летний максимум уровня грунтовых вод в такие годы отсутствовал в связи с малым количеством осадков в холодный период года (1967–1969 гг.).

Если представить гипотетически влияние вышерасположенных грунтовых вод на нижерасположенные, то зависимость колебания весенне-летнего подъема уровня грунтовых вод прибрежного типа от колебания в этот период уровня грунтовых вод переходного типа детерминируется коэффициентом $R^2 = 0,928$ ($p < 0,000$) при отсутствии значимого влияния грунтовых вод водораздельного типа. Если рассматривать этот же процесс взаимовлияния грунтовых вод в обратном направлении (в рамках модели множественной регрессии), то колебание весенне-летнего подъема уровня грунтовых вод водораздельного типа практически полностью детерминируется уровнем грунтовых вод переходного типа ($R^2 = 0,899$). Влияние грунтовых вод прибрежного типа в этом процессе незначимо. Рассмотрен и третий вариант взаимодействия грунтовых вод, когда предиктантом выступает переходный тип, а прибрежный и водораздельный типы грунтовых вод являются предикторами. Из табл. 58 видно, что основное влияние на колебание весенне-летнего уровня грунтовых вод переходного типа оказывает прибрежный тип грунтовых вод.

Исследование взаимосвязей колебаний летне-осеннего падения уровня грунтовых вод в песках Бузулукского бора показало, что дисперсия уровня грунтовых вод прибрежного типа в результате летне-осеннего падения обусловлена динамикой уровня грунтовых вод остальных двух типов (см. табл. 59), но основная доля влияния в данном взаимодействии приходится на грунтовые воды переходного типа. Другие взаимосвязи между изучавшимися типами грунтовых вод статистически доказать не удается.

Данные, приведенные в табл. 60, 61, позволяют предположить, что основное взаимодействие грунтовых вод в песках Бузулукского бора происходит между прибрежным и переходным типами. Так, в весенне-летний период варьирование подъема уровня грунтовых вод переходного типа в 92,77% случаев (т. е. 27 лет из 29 изученных) детерминируется (определяется) влиянием колебательного процесса уровня грунтовых вод прибрежного типа. В летне-осенний период (к концу вегетационного периода) предиктор и предиктант меняются местами, и уже в 59,51% случаев (17 лет из 29) переходный тип грунтовых вод обуславливает варьирование уровня падения грунтовых вод прибрежного типа.

Таблица 57

Зависимость колебания уровня грунтовых вод прибрежного типа в песках Бузулукского бора на высокой пойме р. Боровки от суммы выпавших осадков (1946–1974 гг., кв. 74 Борового опытного лесничества, скв. № 2)

Независимая переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	Уровень значимости	Доля влияния фактора, %
<i>Весенне-летний подъем уровня грунтовых вод</i>				
У-пересечение	-20,7	8,2	0,0178	–
Осадки холодного периода	0,198	0,025	0,0000	69,09
Для полной регрессии: $R^2 = 0,6909$; $p < 0,000$; стандартная ошибка оценки равна 9,6				
<i>Летне-осеннее падение уровня грунтовых вод</i>				
У-пересечение	44,2	6,2	0,0000	–
Осадки теплого периода	-0,119	0,017	0,0000	49,285
Осадки холодного периода	0,067	0,017	0,0005	18,904
Для полной регрессии: $R^2 = 0,68189$; $p < 0,000$; стандартная ошибка оценки равна 6,3				

Таблица 58

Зависимость колебания уровня грунтовых вод переходного типа в песках Бузулукского бора от суммы выпавших осадков (1946–1974 гг., кв. 56 Борового опытного лесничества, скв. № 5)

Независимая переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	Уровень значимости	Доля влияния фактора, %
<i>Весенне-летний подъем уровня грунтовых вод</i>				
У-пересечение	-49,9	9,1	0,0000	–
Осадки холодного периода	0,258	0,028	0,0000	75,387
Для полной регрессии: $R^2 = 0,75387$; $p < 0,000$; стандартная ошибка оценки равна 10,7				
<i>Летне-осеннее падение уровня грунтовых вод</i>				
У-пересечение	13,6	3,7	0,0011	–
Осадки теплого периода	-0,064	0,0103	0,0000	44,863
Осадки холодного периода	0,037	0,0101	0,0012	18,501
Для полной регрессии: $R^2 = 0,63364$; $p < 0,000$; стандартная ошибка оценки равна 3,8				

Таблица 59

Зависимость колебания уровня грунтовых вод водораздельного типа в песках Бузулукского бора от суммы выпавших осадков (1946–1974 гг. кв. 27 Борового опытного лесничества, скв. № 4)

Независимая переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	Уровень значимости	Доля влияния фактора, %
<i>Весенне-летний подъем уровня грунтовых вод</i>				
У-пересечение	-43,0	10,0	0,0002	–
Осадки холодного периода	0,250	0,031	0,0000	70,418
Для полной регрессии: $R^2 = 0,70418$; $p < 0,000$; стандартная ошибка оценки равна 11,7				
<i>Летне-осеннее падение уровня грунтовых вод</i>				
У-пересечение	33,8	3,1	0,0000	–
Осадки теплого периода	-0,078	0,012	0,0000	58,341
Для полной регрессии: $R^2 = 0,58341$; $p < 0,000$; стандартная ошибка оценки равна 4,7				

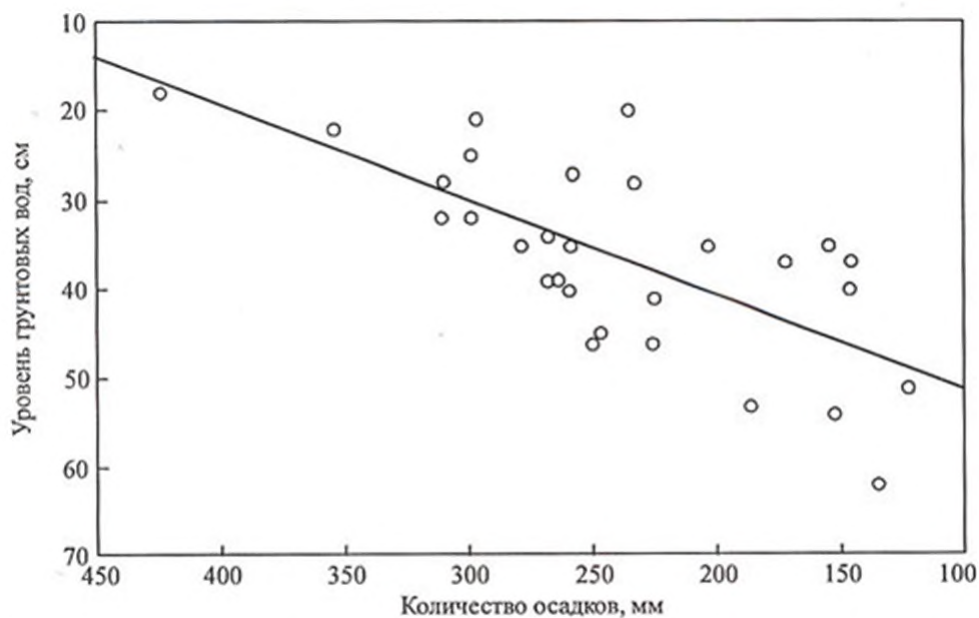


Рис. 58. Зависимость летне-осеннего падения уровня грунтовых вод прибрежного типа в Бузулукском бору от суммы выпавших осадков за теплый период года (скв. № 2, 1946–1974 гг.)

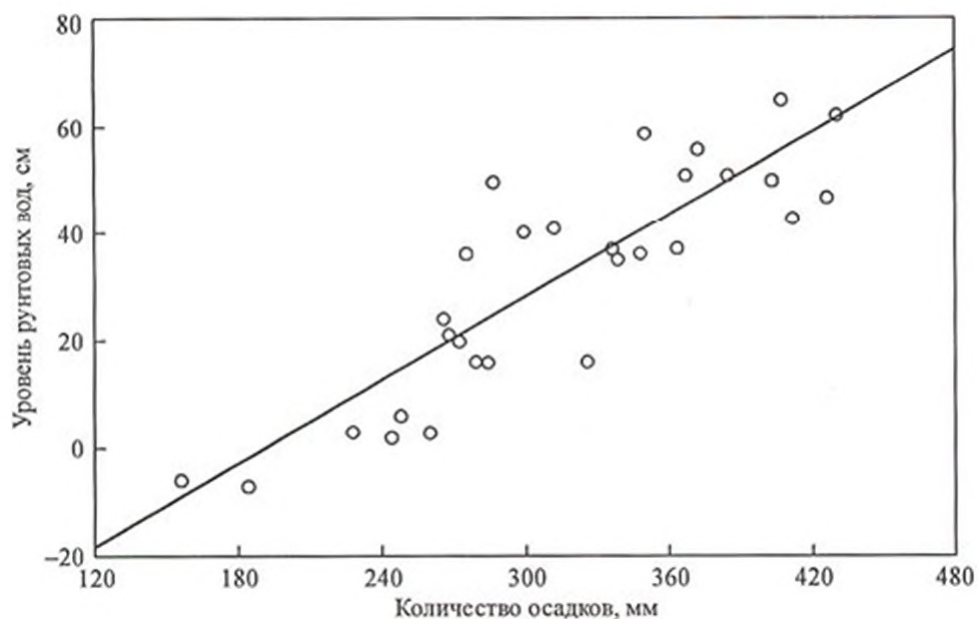


Рис. 59. Зависимость весенне-летнего подъема уровня грунтовых вод переходного типа в песках Бузулукского бора от суммы выпавших осадков за холодный период года (скв. № 5, 1946–1974 гг.)

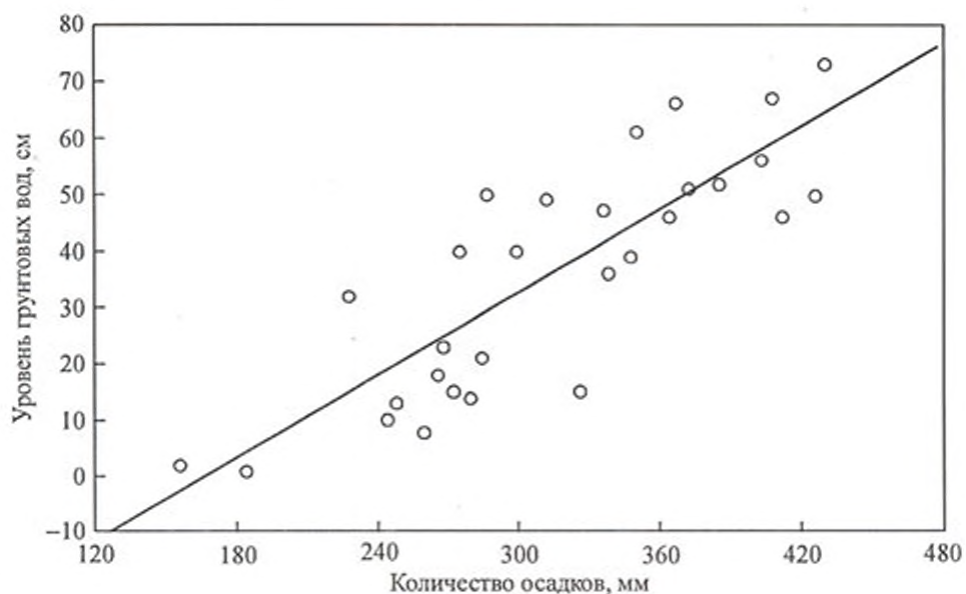


Рис. 60. Зависимость весенне-летнего подъема уровня грунтовых вод водораздельного типа в песках Бузулукского бора от суммы выпавших осадков за холодный период года (скв. № 4, 1946–1974 гг.)

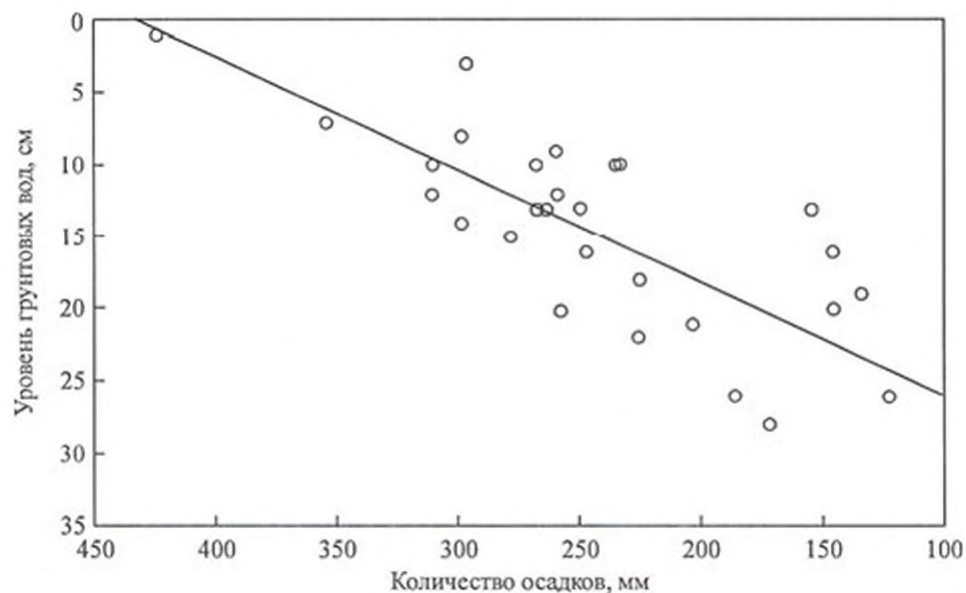


Рис. 61. Зависимость летне-осеннего падения уровня грунтовых вод водораздельного типа в песках Бузулукского бора от суммы выпавших осадков за теплый период года (скв. № 4, 1946–1974 гг.)

Таблица 60

Зависимость колебания весенне-летнего подъема уровня грунтовых вод переходного типа от варьирования уровня грунтовых вод прибрежного и водораздельного типов (1946–1974 гг.)

Тип грунтовых вод	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	Уровень значимости	Доля влияния фактора, %
У-пересечение	-13,83	3,15	0,0002	—
Прибрежный	0,7689	0,168	0,0001	92,77
Водораздельный	0,3679	0,134	0,0113	1,60
Для полной регрессии: $R^2 = 0,9437$; $p < 0,000$; стандартная ошибка оценки равна 5,2				

Таблица 61

Зависимость колебания летне-осеннего падения уровня грунтовых вод прибрежного типа от варьирования уровня грунтовых вод переходного и водораздельного типов (1946–1974 гг.)

Тип грунтовых вод	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	Уровень значимости	Доля влияния фактора, %
У-пересечение	18,70	2,92	0,0000	—
Переходный	1,02	0,297	0,0019	59,51
Водораздельный	0,488	0,237	0,0498	5,67
Для полной регрессии: $R^2 = 0,6518$; $p < 0,000$; стандартная ошибка оценки равна 6,6				

В засушливые годы инфильтрационный водоупор заканчивался уже во второй половине мая, а во влажные продолжался до августа – сентября, иногда даже до первой декады октября (1964 г.). Растянутасть периода инфильтрации связана с зависанием большого количества влаги в почвенно-грунтовой толще и последующим ее медленным стеканием за счет псевдофибр, торфяных тел и других прослоек в почвогрунтах. Эта особенность почвогрунтов Бузулукского бора имеет важное экологическое значение для влагообеспеченности растений и существенно сказывается на их водном режиме, определяя устойчивость фитоценозов.

В связи с поздним окончанием инфильтрационного водоупора летне-осеннее (десукционное) опускание уровня грунтовых вод происходит довольно быстро и средняя многолетняя величина не превышает 8–10 см. Осенне-зимнее падение уровня грунтовых вод, происходящее в период между 1 октября предыдущего года и началом инфильтрационного подъема (март – апрель) текущего, в значительной мере зависит от глубины залегания грунтовых вод по отношению к среднегодовому уровню. В периоды высокого стояния грунтовых вод оно достигало 34 см в год, а при низких уровнях не превышало 8 см. Величина падения уровня грунтовых вод за летне-осенний период текущего и осенне-зимний период следующего года определяется как суммарное падение (Воронков, 1973). Значения этих показателей в сравнении с инфильтрационным водоупором обуславливают характер изменений уровней грунтовых вод в данном периоде.

Многолетние колебания уровня грунтовых вод в основном обусловлены климатическими (палеоклиматические процессы) и геологическими (тектонические и денудационные процессы) факторами. Заселение и более мощное раз-

вите сосны на песчаных палеопочвах бора связано с плевиялами – влажными палеоклиматическими периодами, а усыхание, а может быть, умирание или упадок бора – с засушливыми палеопериодами. По крайней мере, в текущем тысячелетии сосна развивается в оптимальных условиях, несмотря на циклы засух и усиление антропогенного пресса, особенно в последние два столетия. Мы не смогли проследить за динамикой грунтовых вод из-за отсутствия длительных наблюдений, вместе с тем о многолетних колебаниях их уровней можно судить по косвенным признакам: смене растительных группировок, росту деревьев, изменению уровня воды в открытых водоемах, а также по динамике пожаров, вспышки которых наблюдались в периоды засух.

В р. Боровке в пределах бора соотношение меженных и весенних расходов воды меньше в 2 раза по сравнению с участками за пределами бора (пост Якутино), что свидетельствует об уменьшении поверхностного и увеличении грунтового стока в бассейне реки на территории бора. Иными словами, бор выполняет большую водорегулирующую функцию, что важно как для реки, так и для бора. Грунтовый сток от верховья к центру бора увеличивается вдвое и достигает 30% объема годового стока. Наибольшее значение в стоке играет снеговое питание, роль дождевого меньше.

Выпрямление и расчистка русел Боровки и Самары, уничтожение плотин привели к углублению русел, понижению уровня воды в реках и, как следствие, понижению уровня грунтовых вод в бассейнах обеих рек, что может привести к катастрофическим для бора последствиям.

В главе VII, раздел 7.8, нами было показано, что водопроницаемость, выраженная через коэффициент фильтрации (горизонты почв с наличием единичных и, особенно, нескольких прослоек псевдофибр), подвержена значительному варьированию и при наличии песчано-железистых прослоек – псевдофибр – уменьшается на порядок и более. Этот феномен важен для понимания сущности и динамики стока грунтовых вод по отношению к их питанию. Часто в засушливые годы величины стока бывают даже выше, чем во влажные. Таким образом, псевдофибры компенсируют отрицательные тенденции климата. Указанный поразительный природный феномен Бузулукского бора обеспечивает жизнеспособность, долговечность и особое высокое качество сосновых насаждений.

В этих условиях большое значение для роста культур имеет запаздывание стока грунтовых вод по отношению к их питанию. Растянутасть периода запаздывания стока обусловлена, видимо, прежде всего характером строения и многообразием свойств и режимов почвогрунтов. В данном случае в естественном регулировании процессов стока грунтовых вод псевдофибры выступают в качестве «естественных полупроницаемых мембран», удлиняющих процесс периода питания за счет торможения вертикального и удлинения латерального путей стока влаги. В известном смысле они являются хранителями влаги в почвогрунтах бора.

Построенные тренды уровня грунтовых вод с использованием данных многолетних наблюдений за их динамикой показывают понижение уровня всех трех их типов (прибрежный, переходный и террасовый). Динамика грунтовых вод в прибрежном, переходном и террасовом типах имеет четко выраженный циклический характер соответственно условиям атмосферного увлажнения. В местоположе-

ниях прибрежного и переходного типов наблюдается прогрессивное снижение уровня, обусловленное постоянно идущему процессу понижения базиса эрозии.

Выводы

1. На песчаных ландшафтах Бузулукского бора с чрезвычайно сложным почвенным покровом, обусловленным тесным взаимодействием почвообразующих условий, при анализе колебаний уровня грунтовых вод важно знать долю участия их во влагообороте растений по элементам ландшафта. Эта статья баланса является базовой составляющей, влияющей на динамику и устойчивость биогеоценозов и почв. Доступность грунтовых вод определяет тип бора (модель), долговечность лесных фитоценозов бора, а в сухой степи – сам факт существования древостоев. Поэтому изучение динамики грунтовых вод как в многолетнем, так и в более коротких циклах (суточном и сезонном) позволит выявить их долю во влагообороте конкретной территории.

2. Динамика уровня грунтовых вод в пределах разных ландшафтных единиц существенно различается и зависит от рельефа, водно-физических свойств почвогрунтов и характера растительности. В зависимости от этих факторов выделяются суточные, сезонные и многолетние колебания уровня грунтовых вод.

3. Суточные колебания уровня грунтовых вод находятся в пределах 3,0–3,2 см/сут и обусловлены прежде всего транспирационной деятельностью растений. Кроме того, они определяются атмосферными осадками. Их амплитуда не превышает 50 см на первой террасе р. Боровки и 130–180 см – в пойме. Многолетние колебания уровня зависят в основном от периодичности атмосферного увлажнения. В связи с этим выделяют годовые, периодические (3–5-летние) и более длительные циклы колебаний с амплитудами до 160 см на первой террасе и до 260 см – в прибрежной скважине.

4. Моделированием удалось вычленить долю влияния факторов на динамику грунтовых вод разных типов. К основным факторам относятся атмосферные осадки, особенно зимние. Прибрежный тип грунтовых вод является решающим фактором, влияющим на уровень грунтовых вод переходного и террасового типов. Основное взаимодействие грунтовых вод происходит между прибрежным и переходным типами.

5. Изменение глубины залегания грунтовых вод влечет за собой перестройку всех других подсистем геосистемы. В этой связи, наряду с разработкой и применением для лесоразведения самых совершенных лесокультурных мероприятий, необходимо знание гидрогеологических условий территории бора для разработки мер по улучшению и поддержанию их оптимальных условий с учетом неблагоприятных факторов среды. Прежде всего это подъем и регулирование уровня грунтовых вод с помощью устройства плотин на р. Боровке и ее притоках.

Глава 11

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ БУЗУЛУКСКОГО БОРА

Планета Земля находится в такой опасности, в какой она не была никогда. С высокомерием и самонадеянностью человечество игнорирует законы Создателя, которые воплощены в Божественном природном порядке: обязанность каждого человека сегодня состоит в выборе между силами тьмы и справедливости. Мы должны поэтому изменить наши намерения и ценности и проявить уважение к высшим законам Божественной Природы.

Послание Иерархов всех религиозных конфессий мира к Конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992)

Бузулукский бор рано или поздно погибнет в упорной борьбе с засухами и суховеями, так как до последнего времени страшнейший и беспощадный враг — человек — делал все возможное для того, чтобы ускорить его кончину.

П.А. Земятченский

11.1. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПЕДОМАТРИЦЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УЯЗВИМОСТЬ ГЕОЭКОСИСТЕМ БОРА

Обострение проблем окружающей среды в связи с интенсификацией антропогенных нагрузок на все компоненты геосистем за последние полвека привело к формированию в Бузулукском бору локальных техногенных ландшафтов и почв. Антропогенное воздействие на почвы приобрело роль решающего фактора в эволюции почв, а почвообразование вступило в антропогенную фазу своего развития.

Изучение некоторых закономерностей трансформации почв — центрального звена геоэкосистем бора — позволит более целенаправленно проводить мониторинг окружающей среды в целях принятия управленческих решений. Ответные реакции почв на воздействия — это непреложный закон природы, согласно которому вещества, энергия, информация и динамические качества отдельных экологических систем взаимосвязаны настолько, что любые изменения одного из этих показателей вызывают соответствующие функционально-структурные количественные перемены. Поставщиками поллютантов в Бузу-

лукомском бору являются нефтепромыслы, железнодорожный и автомобильный транспорт, а также домашний скот. Основные загрязняющие компоненты в сточных водах нефтепромыслов – нефтепродукты, сероводород, сульфаты. Отмечается также засоление почв и подземных вод попутно добываемыми рассолами в результате многолетнего самоизлива заброшенных поисково-разведочных нефтяных скважин. К сожалению, наблюдения за этими скважинами не ведутся. Первая наблюдательная сеть в Оренбургской области появилась на Пронькинском месторождении нефти лишь в 1994 г., но и на ней наблюдения до 1996 г. не проводились и, видимо, не проводятся. В поверхностном водотоке в период аварии на нефтепроводе в районе с. Троицка содержание нефтепродуктов в р. Боровке превышало ПДК от 3,5 до 442 раз. В реку попало около 10 т нефти.

Загрязнение почв нефтью сопровождается процессами трансформации почв в сторону техноземов. При этом происходят цементация, гидронизация профиля и другие негативные явления в почвах. Иногда однотипные нагрузки на разные типы почв действуют по-разному, что видно по сохранности и деструкции нефти в автоморфных и гидроморфных почвах бора.

Ответные реакции почв на геохимические агрессии часто непредсказуемы. В почвах могут возникать специфические, характерные для определенного сочетания природных и антропогенных факторов процессы, например битуминозный галогенез, в исходно кислых песчаных дерновых подбурхх оподзоленных в местах разлива вод обнаруживается высокое содержание натрия в почвенно-поглощающем комплексе – формируются техногенные солонцы-солончаки с тяжелыми металлами в профиле на барьерах. При взаимодействии первоначальных техногенных воздействий (например, сырая нефть, засоленные воды) с почвой образуются специфические новые продукты реакций: HCl , CaCl_2 , NaHCO_3 . Эти изменения программируют следующий цикл перестроек функционирования почвенных систем, широко взаимосвязанных с другими компонентами геоэкосистемы. После сброса в природную среду загрязнителей первыми их получают верхние слои почвы.

Следует подчеркнуть, что почва является гетерогенным сорбентом со множеством различных сорбционных участков. Она обладает сложной пористой структурой и разнообразна по составу почвенных минералов, содержит различные природные органические компоненты. Почвы, осадочные породы и водоносные слои бора гетерогенны на различных уровнях: образца, агрегата и т. д. Присущая им сорбционная гетерогенность может быть еще большей в случае наличия нефти, органических жидкостей и т. д., тоже способных функционировать как сорбенты.

Различия в свойствах генетических горизонтов почв и других природных систем, наличие геохимических и других барьеров, а также псевдофибр в профилях почвогрунтов вызывают радиальное расслоение загрязнителей и «зависание», «подвешивание» поллютантов, при этом легкие фракции и летучие органические соединения¹⁶ вместе с транспортом воды перемещаются в более глу-

¹⁶Летучие органические соединения (ЛОС) – наиболее подвижные загрязнители природных сред. Особую опасность они представляют как потенциальные источники длительного загрязнения почв и грунтовых вод – подземных запасов грунтовой воды. Многие ЛОС обладают острой токсичностью, мутагенным и канцерогенным действием.

бокие горизонты. Иногда эти процессы сопровождаются разрушением псевдофибр и барьеров, что приводит к ускоренному смещению продуктов реакций за пределы профиля в грунтовые воды, создавая своеобразную «волну» геохимических изменений. Происходит стирание почвенных характеристик (свойств почвенного поглощающего комплекса (ППК)), приобретение почвой новых свойств (признаков) и режимов, приводящее к глубокой перестройке почвенной матрицы – разрушению исходных и образованию вторичных минеральных и органо-минеральных комплексов. В трансформированных почвах возникают явления солонцеватости, солончаковатости, слитости, гидрофобности, что ведет к нарушению соответствия морфологической структуры и функциональной организации почвенных профилей.

Диссонанс процессов и свойств приводит к изменению характера эволюционных трендов почв и последующему своеобразию цепных реакций, вызывает непрерывность перестройки структуры почвенного покрова, биогеоценозов, геологической среды и ландшафтов, усиливая контрастность их структуры. По сути дела, наступает процесс техногенной деградиционной сукцессии, т. е. направленного изменения структурно-функциональной организации биогеоценозов.

Неотвратимость «навязанной» эволюции почв и ландшафтов при техногенезе стирает свойства исходной педоматрицы и формирует почвы и ландшафты, геохимические свойства которых чужды свойствам и режимам местных микрозональных типов, что приводит к деградаци и дезорганизации всех компонентов геоэкосистемы.

Почвенный покров Бузулукского бора в отличие от геологической матрицы и «внутреннего» рельефа, на которых он покоится, является крайне неустойчивым, хрупким, динамичным природным компонентом. При определении его устойчивости нами были учтены как отдельные характеристики почвенного покрова (степень развития и мощность почвенного профиля, гранулометрический состав и состав ППК), так и интегральные (структура почвенного покрова, комплексность, экологическая устойчивость, состояние и т. д.), определяющие «силу сопротивления» воздействию экзогенных и антропогенных факторов.

Представляя собой пограничное тело – верхнюю часть литосферы, поверхностный слой почвы (органоминеральная почвенная матрица) определяет многие ее свойства: содержание и состав обменных катионов, влагоемкость, вододерживающую способность, структуру. Эти и другие свойства и режимы в значительной степени обусловлены минеральной матрицей почвы (кварц, полевые шпаты, гидрослюды и т. д.). Как показали исследования, в почвах бора минеральная составляющая матрицы не развита, так как пески подвергались значительному перемыву и перевеванию (сортировке). В результате тонкодисперсные минеральные фракции, карбонаты и другие соли были вымыты и удалены из почвенного профиля. Содержание ила и частиц физической глины часто не превышает 3–5%, редко – 10%. Органическая составляющая матрицы, формируемая и питаемая в основном лесной подстилкой, состоящей из опада, при быстром разложении не дает высокомолекулярных гумусовых веществ, способных образовывать вместе с минеральной частью устойчивые органо-минеральные комплексы, и быстро минерализуется. Состав этой матрицы до-

Таблица 62

Коэффициент фильтрации песчаных пород зоны аэрации по методу Болдырева (Бельц, 2003)

№ шурфа	Глубина шурфа, м	Площадь сечения коды (W ₁), м ²	Установившийся расход, Q		Коэффициент фильтрации пород	
			м ³ /ч	м ³ /сут	м/сут	м/ч
1	1,0	0,196	0,023	0,552	2,82	0,12
2	1,0	0,196	0,153	3,672	18,74	0,78
3	1,0	0,196	0,014	0,336	1,78	0,07
4	1,0	0,196	0,018	0,432	2,20	0,09
5	1,0	0,196	0,005	0,120	0,662	0,03
6	1,0	0,196	0,111	2,664	13,59	0,57
7	1,0	0,196	0,014	0,366	1,71	0,07
8	1,0	0,196	0,108	2,592	13,22	0,55
9	1,0	0,196	0,002	0,048	0,24	0,01
10	1,0	0,196				

вольно прост, «молод», динамичен, ее компоненты легко передвигаются по профилю почвы, не встречая препятствий, могут растворяться и вымываться за пределы профиля, попадая в грунтовые воды (табл. 62). Поэтому гумусовый профиль подбуров дерновых оподзоленных песчаных бора очень слабо гумусирован, фрагментарен и растянут.

Таким образом, матрица почв бора не способна образовать и накопить высокомолекулярные гумусовые соединения и питательные вещества подобно высокоразвитой матрице среднегумусных черноземов приборовых плакоров, сформированных на покровных желто-бурых карбонатных суглинках. Вместе с тем она ответственна не только за многие почвообразовательные процессы, депонируя, формируя и распределяя питательные вещества для растений, но и за осуществление важнейших экологических функций почвы, являясь фильтратором влаги, депонентом, консерватором и нейтрализатором многих загрязняющих веществ и т. д.

В связи со спецификой почвообразования в бору уровень функциональной организации¹⁷ ландшафтов и почв как целого, так и ее генетических горизонтов своеобразен: он неустойчив, динамичен как во времени, так и в пространстве. Обычно при рассмотрении проблемы уровней функциональной организации в качестве «индивида» принимается часть пространства (вершина дюны, склон, понижение и т. д.), в которой циклическая миграция веществ и энергии будет неодинаковой. Выделенные проводящие системы – элементарные ячейки ландшафта – объединяются и управляются местной миграцией, осуществляющей дифференциацию мигрантов (SiO₂, карбонатов, органического вещества, ила и т. д.) в каскадной системе почвенного профиля. Структура ландшафтов и почвенного покрова, элементы комплексов бора в значительной степени отражают морфоструктуру почвообразующих (подстилающих и материнских) пород,

¹⁷Под функциональной организацией почвы и ландшафта понимается пространственно-временная (в пределах некоторого элементарного интервала времени) дифференциация протекания процессов трансформации и миграции веществ и тел, формирующих почвенный профиль.

гидрологию, а также прежние стадии эволюции ландшафтов и почв. Сильно развитая цикличность, «маятниковость» ландшафтных и почвенных режимов бора, молодость и слабая энергетика процессов почвообразования определяют непостоянство, неустойчивость, динамичность их морфофункциональной структуры в пространстве и во времени. Индикация и диагностика современных и реликтовых процессов и режимов в почвах и ландшафтах бора, а также их взаимного влияния – нелегкая задача, но она является важной составляющей экспериментального изучения эволюции почв и других составляющих геосистем в условиях антропогенеза. В процессе изучения наиболее доступным и информативным инструментом почвоведов служит морфологический анализ, позволяющий выявить и интерпретировать отдельные блоки морфологии профиля, изучить системы миграции, формирующие различные функциональные горизонты почвы и элементы ландшафта.

На наш взгляд, наиболее значимыми самостоятельными режимами в песчаных ландшафтах и почвах бора являются именно системы миграции: круговорот углерода, формирующий гумусовый профиль почвы, и круговорот почвенной влаги и минеральных солей, формирующие солевой (карбонатный) профиль почвы и определяющие силу проявления оподзоливания. В целом уровень морфофункциональной организованности почвы и почвенного покрова бора можно определить как «недостаточно зрелый», или «молодой», при нечеткой и весьма слабой морфологической дифференциации генетических горизонтов (при относительно выровненном фоне почвенного профиля она выражена нечетко). Эти и другие свойства и режимы почв и ландшафтов исследуемой территории должны быть учтены при осмыслении и разработке приемлемых технологий природопользования и систем экологического нормирования как путь разумного компромисса при условии сохранения биоразнообразия и повышения устойчивости природной среды бора. При этом система экологического нормирования должна включать:

- нормирование экологического состояния природной среды и отдельных ее компонентов (литосферы, почвенного покрова, растительности, гидросферы и атмосферы);
- нормирование технологий природопользования в соответствии с природоохранными требованиями;
- правовое регулирование отношений в области природопользования.

Экологическое состояние природной среды – это комплекс свойств и режимов, обеспечивающих устойчивое функционирование экологических систем, человека и сохранение физико-географической основы территории. Основой экологического нормирования состояния природной среды бора выступает почва – мембрана, область контакта всех других оболочек земли, наиболее существенными функциями которой являются биосферно-экологические, природорегулирующие и производственные. Именно почвы с их разнообразными функциями, а также с относительно небольшой динамичностью и значительной информативностью и полифункциональностью по сравнению с другими компонентами геосистем можно использовать как индикатор состояния среды. Для оценки экологического состояния почв необходимо использовать комплекс их физических, физико-химических, геохимических, агрохимических и биологических свойств. Система оценки состояния и определение экологического «пор-

трета» почв путем ранжирования их показателей проводится в соответствии с существующими нормативами (ГОСТами, ПДК загрязняющих веществ и т. д.), которые сопоставляются с фоновыми показателями. Параметры деградации разрабатываются с учетом биоклиматических, литолого-геоморфологических, гидрологических и других особенностей территории бора.

Как уже отмечалось, наиболее серьезные техногенные нагрузки на почвы и фитоценозы Бузулукского бора связаны с разведкой, добычей и транспортировкой нефти, а нарушения почв — с механическим воздействием на почвенный покров и его химическим загрязнением. Механические нарушения вызывают разрушение верхнего органогенного горизонта, переуплотнение, химический пресс выражается в воздействии на почвы засоленных буровых растворов и пластовых вод, содержащих углеводороды, собственно углеводородные соединения, некоторые микроэлементы (V, Ni, Pb, Co), соединения серы и азота.

Значительное загрязнение зоны аэрации (почв) бора происходит при сбросе пластовых вод, которые имеют повышенную минерализацию, характеризуются многокомпонентностью и сильной изменчивостью состава, а также присутствием нефтегазовых углеводородов. Природа и их поведение в песчаных и тяжелых по гранулометрическому составу почвах сильно различаются. Наиболее значительные и непредсказуемые последствия от разлитой на поверхности нефти могут быть именно на легких по гранулометрическому составу почвах. Уже сейчас площади под скважинами представляют собой техногенные пустыни, а локальные повышения концентрации нефтегазовых углеводородов в воде и донных отложениях р. Боровки встречаются в тех местах, где отсутствуют какие-либо антропогенные источники загрязнения почвенной или водной среды. Существенным внешним транспортером загрязнения здесь выступает сток грунтовых и поверхностных вод (речной сток). Поступающая из перечисленных выше источников нефть и воды разносятся по сообщающимся водным горизонтам.

Из-за ухудшающихся условий эксплуатации имеющихся скважин и наличия старых амбаров нефти и нефтепродуктов в настоящее время становится особенно актуальным оперативный мониторинг, с помощью которого можно выявить как фоновое содержание нефтегазовых углеводородов, так и пути их миграции. Оперативный мониторинг должен охватывать все системы, в которых намечаются или проводятся мероприятия. В основе критериев оценки всех изменений должны быть широко использованы количественные показатели состояния и функционирования почвы как депонирующей системы. Особое внимание следует обратить на разработку методологии и методики экологического мониторинга для прогнозов последствий и степени их влияния на природную среду бора.

Проблема диагностики и нормирования содержания нефти и нефтепродуктов в почвах, несмотря на актуальность, все еще не решена. С одной стороны, это обусловлено сходством химического строения нефтяных и встречающихся в природе нефтеподобных (биотических) соединений, которые могут быть имитаторами нефтяного загрязнения и искажать данные об его уровне, с другой — отсутствием единой методологии определения валового содержания нефтепродуктов в почвах. Органические соединения почв и нефти имеют структурное сходство, однако сочетание индивидуальных углеводородов в нефти и липидной фракции органического вещества почв различно.

При проведении экологического мониторинга оценивают общее (валовое) содержание «нефтепродуктов» без идентификации компонентов. Например, установлено, что отходы бурения и нефтегазовые углеводороды оказывают негативное влияние на пророст древесных культур и всходы семян. Так, В.Н. Седых и В.В. Тараканова (2004) в лабораторных условиях показали, что всхожесть и интенсивность прорастания семян различных видов древесных растений (сосна обыкновенная, тополь бальзамический, ель сибирская и др.) варьируют в зависимости от концентрации отходов бурения в субстрате. При концентрации в субстрате отходов бурения до 10–25% резко снижаются всхожесть семян и интенсивность роста всходов. Ингибирующее воздействие на растения оказывают, видимо, водонерастворимые токсичные соединения твердой фазы, а также ухудшение водно-воздушного режима субстратов, связанное с наличием уплотненной гелеобразной фракции отходов. В порядке убывания толерантности породы располагались в следующем порядке: сосна обыкновенная > тополь бальзамический > ель сибирская.

Таким образом, на различные по свойствам и природной устойчивости почвы, зону аэрации, геологическую среду, фитоценозы и другие компоненты экосистем влияет широкий спектр негативных факторов. При оценке устойчивости почв прежде всего необходимо выяснить, каким конкретно воздействием она определяется. Понятия «устойчивость вообще» не существует, она зависит от свойств самой почвы и может быть различной при разных типах и интенсивности как внешнего воздействия, так и эволюционных изменений ландшафта. При этом различные взаимосвязанные компоненты почв – биота, твердая фаза, почвенный раствор – могут различаться по устойчивости к одному и тому же воздействию. Соответственно различается и сила механизмов, обеспечивающих эту устойчивость, например буферность к химическому загрязнению. Как показали исследования, интегральная устойчивость почвы зависит в конечном счете от наиболее «слабого звена». При оценке последствий техногенных воздействий необходимо выделять главные (обычно наиболее уязвимые) свойства почв, результат воздействия на которые наиболее существенно скажется на состоянии почв и почвенного покрова (Евсеев, Куликов, 2003).

На исследуемой нами территории наиболее существенные негативные последствия при техногенном воздействии на почвы связаны с ее слабой органико-минеральной матрицей, дающей возможность попадания загрязнителей в грунтовые воды и гидросеть. При попадании углеводородов и других поллютантов в грунтовые воды может развиваться комплекс негативных процессов, вызванных возможными изменениями условий функционирования не только почв, а всей зоны аэрации и геологической среды. По степени возрастания опасности проявления деградационных техногенных процессов почвы изученной территории можно выстроить в следующий ряд: черноземы типичные и оподзоленные, подбуры дерновые слабооподзоленные малосформированные очень слабогумусированные песчаные – подбуры дерновые слабооподзоленные маломощные слабогумусированные песчаные – подбуры дерновые оподзоленные псевдофибровые среднемощные слабогумусированные песчаные и супесчаные, дерновые луговые мало- и среднегумусированные легкосуглинистые – аллювиально-слоистые пойменные. Этот экологический ряд почв бора трудно разграничить по степени уязвимости из-за гранулометри-

ческого состава, который определяет ряд наиболее важных экологических свойств и режимов (водо- и воздухопроницаемость, мизерная влагоемкость, слабая гумусированность и т. д.). Если в почвах высокого рельефа второй надпойменной террасы содержится максимальное количество (> 90%) песка и минимум органических веществ по сравнению с расположенными ниже (каскад террас и поймы), ослабляющими устойчивость, то в почвах понижений и поймы близость грунтовых вод сводит на нет защитные функции свойств почв (несколько меньше песка, больше глины и ила, чуть большее содержание гумуса). Легкий путь транспорта поллютантов через проницаемый профиль в сообщающиеся грунтовые воды может привести к гибели растительности, а на геохимических барьерах (в переходной зоне), в пределах которой один геохимический процесс резко сменяется другим, происходит изменение типа интенсивности миграции, влекущее за собой осаждение (концентрацию) химических элементов или их соединений, а на псевдофибрах загрязнители могут аккумулироваться, создавая эффект «бомбы». Особенно в поймах генетический профиль почвы представляет собой «слоеный пирог» из радиальных геохимических барьеров, которые чередуются или накладываются друг на друга. Тяжелые металлы и другие поллютанты могут закрепляться и сохраняться на подобных барьерах многие десятки и сотни лет. Именно песчаные почвы, обладая «провальной фильтрацией», не способны удержать в своем профиле загрязнители, которые устремляются за его пределы, что наиболее опасно для окружающих ландшафтов, грунтовых и поверхностных вод и жизни бора (табл. 63).

В июле 2003 г. нами были взяты образцы воды (табл. 64) из болота Моховое (кв. № 176, на север от с. Колтубановки) и разреза № 1-2003 в котором грунтовая вода поднялась на отметку от поверхности почвы 90 см. Разрез заложен на берегу болота Моховое в 50 м от зеркала воды (проба 1 – вода из разреза 1-2003, проба 2 – вода из болота Моховое).

На участках расположения нефтяных скважин (№ 101, 104 – на Могутовском, № 167 – на Воронцовском месторождениях) при вводе их в работу будет меняться пластовое давление. Это приведет в движение экосистему «ландшафт – недра», причем изменения затронут не только участки нефтяных месторождений в пределах бора. В результате опробования водозаборных скважин, анализов почвогрунтов и донных илов рек (табл. 65, 66) практически во всех обнаружено превышение ПДК: по содержанию нефтепродуктов – от 1 до 5 ПДК, по брому – от 1 до 9 ПДК (Бельц, 2003).

Следующая группа почв – органогенные, содержащие с поверхности и по профилю прослой торфа, в различной степени оторфованный или другой материал органической природы, расположенный на разной глубине, иногда за пределами почвенного профиля. Скопления прослоек реликтового торфа в Бузулукском бору – обычное явление. На протяжении эпох климатическая обстановка не была постоянной. Происходило образование болот, которые затем были засыпаны песком. Для этого ряда почв, в основном гидроморфных, характерен регрессивно-аккумулятивный тип распределения загрязняющих веществ: поступающие загрязнители могут аккумулироваться на органогенных геохимических барьерах, формируя «геохимические бомбы замедленного действия», если загрязнители задерживаются здесь длительное время.

Таблица 63

Результаты определения количества нефтепродуктов в поверхностных водах,
(по: Бельц, 2003), мг/дм³

Точка наблюдения	Водоем	Дата отбора (2002 г.)	Значение характеристики
1044	Озеро	29.08	0,078
1047	Оз. Косовское	29.08	0,026
1048	Пруд	10.09	0,022
1050	Оз. Моховое	10.09	0,025
1052	Оз. Лебяжье	10.09	0,037
1053	Оз. Карачев-Муштай	15.09	0,051
1057	Пруд	9.09	< 0,1
<i>Определение нефтепродуктов в грунтах, мг/г</i>			
скв. 39	0,5 м	23.07	0,3818
скв. 39	1,0 м	23.07	0,0437
скв. 39	1,5 м	23.07	0,0027
скв. 39	2,0 м	23.07	0,0272
скв. 39	2,5 м	23.07	0,0053

Таблица 64

Результаты анализа природной воды

Компонент	Содержание, мкг/л		Значение погрешности, %
	Проба 1	Проба 2	
Ni	1,378	2,809	> 45
Cr	0,169	0,248	> 35
Cu	1,590	6,918	> 50
Pb	Ниже абсолютного предела обнаружения	0,317	> 50
Cd	0,020	0,597	> 40
Zn	4,581	3,943	> 35

Таблица 65

Результаты опробования почв и грунтов на территории г. Бузулука, мг/кг

Проба	Zn	Pb	Cu	Cr	Ni	Ba
ПДК	91	32	52	100	45	200
Почва	50–1000	15–500	20–150	150–600	20–100	200–10 000
Грунт	40–1000	6–300	20–100	100–500	8–100	200–10 000

Таблица 66

Содержание элементов в донных илах, мг/кг

Участок опробования (река)	Cr	Ba	Ni
Самара	600–1000	300–800	40–60
Боровка	400–1000	200–500	50–60
Бузулук	600	400	60
Колтубанка	500–1500	600	30–40

Так, в верхних органогенных горизонтах местных ландшафтов нефтяные углеводороды и соли сохраняются уже 18–20 лет и более, а в нижних горизонтах при наличии органогенных накопительных геохимических барьеров – и многие десятки лет. Тяжелые металлы в почвах с подобным профилем сохраняются многие сотни лет. Опасность такой многолетней или даже многовековой аккумуляции токсикантов существует для специфических легкоранимых почв и ландшафтов Бузулукского бора.

Выводы

1. По степени устойчивости к химическому загрязнению группы почв и ландшафтов рассматриваемой территории в целом можно отнести к предельно малоустойчивым. Из них первые – «легкие» – обладают транзитной связью с грунтовыми водами, а вторые – группа почв, «органогенных» в силу своего строения профиля (педоматрицы), таит опасность длительной аккумуляции, трансформации и последующей миграции загрязняющих веществ с непредсказуемыми последствиями.

2. Итоги наблюдений и материалы анализов почв и других компонентов геосистем бора (например, на нефтяных амбарах) показывают, что сложившиеся техногенные ситуации приводят к полной деградации экосистем (площадки скважин), при этом естественные биоклиматические процессы в них трансформированы и угнетены на долгие годы.

3. При относительно слабой изученности состояния и степени трансформации почвенного покрова и других природных геосистем бора особое внимание необходимо уделить прогнозированию негативных явлений при антропогенных воздействиях на весь его сложнейший ландшафтно-экологический комплекс путем организации системного геоэкологического мониторинга.

11.2. ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Установлено, что среднегодовой расход р. Самары (пост Елшанка) за период 1933–1994 гг. составил 48,0 м³/с, в последующее 10-летие он вырос на 1,9 м³/с (рис. 62). До 90% стока проходит в весенний паводок (апрель – май), в меженный период – с июня до марта – река питается подземными водами, и ее средний расход составляет 13,2 м³/с. Режим Боровки и Колтубанки аналогичен, но лесной массив на их водосборах сглаживает неравномерность стока. Вертикальный воздухо- и влагообмен благоприятствует более значительному увлажнению территории бора по сравнению с окружающей степью, что способствует питанию подземных вод. По данным метеостанции «Боровое лесничество», за период с 1903 по 2004 г. средняя годовая температура воздуха в бору выросла почти на 1° и составила 3,7 °С. Основное влияние на формирование подземных вод оказывают атмосферные осадки. Их годовое количество на площади бора в среднем составляет 530 мм при колебаниях от 324 до 856 мм в отдельные годы. За период 1980–2004 гг. количество осадков, судя по тренду, возросло на 34 мм/год. На территории бора осадков оказалось на 55–120 мм/год больше, чем на соседних метеостанциях Бузулук (410 мм) и Бугуруслан (473 мм), что свидетельству-

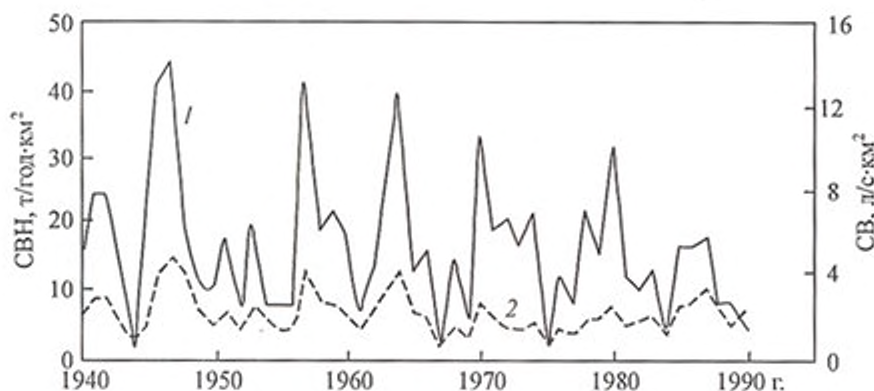


Рис. 62. Изменения стока взвешенных наносов (СВН — 1) и стока воды (СВ — 2) в бассейне р. Самары (пост Елшанка)

ет о лучшей увлажненности территории лесного массива (Рутковский, 1950; Сквалецкий и др., 2006).

По ландшафтно-геоморфологическим условиям (см. рис. 7) на территории бора выделяются высокая денудационная и аккумулятивная равнины. Высокая равнина олигоцен-миоцена (P_3-N_1) образует верхнюю поверхность на отложениях верхней перми и нижнего триаса и морфологически представляет собой сочетание нешироких водораздельных пространств с крутыми склонами. Аккумулятивная аллювиальная равнина большей частью наследует низкую денудационную равнину раннечетвертичного возраста (Q_1) рек Боровки, Тока, Самары по периферии их долин. Граница соответствует контуру ачкагыльской трансгрессии Каспия (N_{2ak}). В долинах рек выделяются низкая (Q_{IV}^2) и высокая (Q_{IV}^1) поймы (голоцен), первая (Q_{III}^2) и вторая (Q_{III}^1) надпойменные террасы (верхний плейстоцен), поверхность которых занимает Бузулукский бор; на пойменных террасах отмечаются многочисленные протоки, старицы, заболоченные участки.

Гидрогеологические условия бора определяет аллювиальный горизонт (аQ), развитый в долинах Самары, Боровки и Колтубанки. Он сложен песками, а также гравийно-галечными отложениями, а локально в покрове террас — супесями, суглинками и глинами, образующими также линзы в толще песков. На территории золотых дюн и барханов преобладают средне- и мелкозернистые пески. Мощность водоносного горизонта колеблется от 8–10 м в долинах Колтубанки и притоков Боровки до 30–42 м на правобережье и в устье последней, а также в долине Самары. Водосодержащими являются аллювиальные отложения, а золотые, сформировавшиеся за счет перевеивания аллювия, как правило, безводны. Подземные воды преимущественно безнапорные, грунтового типа, глубина их залегания возрастает от 0,5–1,5 м на пойменных террасах до 4–12 м по мере удаления от русел Боровки и Самары в сторону I и II надпойменных террас. Преобладающие глубины УГВ на этих террасах в межень составляют 4–6 м и 8–12 м соответственно. В долине Колтубанки на высокой пойме УГВ составляет 0,5–0,9 м, на I террасе — 3,5–5,0 м. В местах распространения золотых песков в междюнных понижениях глубина грунтовых вод в подстилающем дюны аллювии равна 5–12 м, в целом возрастающая на правобережье Боровки в СЗ направ-

лении. Общее направление потока на ЮЗ, отметки зеркала грунтовых вод на большей части бора составляют 60–100 м; гидронизогипса 60 м проходит вдоль правого берега р. Самары через пос. Лесной и Колтубановский, пересекая реку близ г. Бузулука. Уклон зеркала на территории бора в долине Самары – 0,003–0,004. Дренарующее воздействие р. Боровки отчетливо проявляется выше пос. Партизанский, где на правобережье поток грунтовых вод с уклоном 0,005–0,008 направлен на ЮВ, а на левом берегу с уклоном 0,007–0,015 – на СЗ. Ниже по течению, где Боровка входит в долину Самары, уклоны зеркала снижаются до 0,002–0,004, а направление приобретает общий юго-западный вектор.

Режим уровня грунтовых вод неоднороден. Приречные части характеризуются гидрологическим типом с максимально высоким УГВ в период паводка или некоторым его запаздыванием, растущим по мере удаления от реки. В долине Самары у с. Елшанка-1 среднегодовая глубина залегания УГВ в период 2001–2004 гг. составляла 6,10–6,95 м, наивысший уровень – 2,20–4,60 м, годовая амплитуда колебаний – 2,1–4,5 м (Зинченко, 2005). Из-за гидравлической связи реки с аллювиальным водоносным горизонтом подъем УГВ происходит практически одновременно с подъемом горизонта воды в р. Самаре, а спад затягивается на 1–2 месяца. В 1976–1995 гг. подъем УГВ в целом наблюдался на 0,7–1,1 м, а судя по средним значениям – на 0,80 м. В долине Боровки на I террасе на расстоянии 0,5 км от реки подъем УГВ в начале мая достигал 1,25–1,30 м при росте горизонта в реке на 1,0–2,5 м и 0,40–0,60 м – при подъеме горизонта менее 1,0 м. Климатический тип режима характерен для удаленных от рек частей I и II надпойменных террас, включая площадь распространения золотых песков. Режим уровня грунтовых вод определяется годовым количеством атмосферных осадков, запасами снега, влаги в зоне аэрации, а также глубиной грунтовых вод. При близком залегании последних (< 5 м) снеготаяние вызывает практически синхронный подъем УГВ или с запаздыванием на 0,5–1,0 мес., при глубоком залегании уровня (> 5 м) подъем запаздывает до 3 мес. Колебания УГВ плавные, режим уровня характеризуется подъемом в мае – июне и спадом до следующего снеготаяния. Амплитуда годовых колебаний уровня 0,3–0,8 м. В многоводные годы, особенно при их повторении, подъем достигает 1,4–1,6 м, а повторяющиеся маловодные годы (1920, 1921) вызывают спад УГВ до 1,5 м, губительный для леса (Рутковский, 1950).

Водопроницаемость аллювиальных и золотых отложений высокая, что способствует поглощению осадков и инфильтрационному питанию грунтовых вод. На территории бора снеговой покров практически полностью поглощается почвой, что подтверждают режимные наблюдения. Коэффициент фильтрации среднезернистых песков равен 1,5–3,2 м/сут, мелкозернистых – 1,0–2,3 м/сут, глинистых разностей – 0,3–1,2 м/сут, барханных песков – 1,1–2,2 м/сут, гравийно-галечных пород – 15–45.

Минерализация грунтовых вод низкая, величина сухого остатка, как правило, не превышает 0,4–0,6 г/л, в условиях затрудненного водообмена из-за глинистых прослоев и подпора возрастает за счет сульфатов до 0,8–0,9 г/л. Тип воды – гидрокарбонатный кальциево-магниевый, при увеличении минерализации – сульфатно-гидрокарбонатный. Режим состава на большей части бора консервативен и не обнаруживает заметных годовых и многолетних изменений. В грунтовых водах содержание железа и марганца в 6 и 4,7 раза превышает

нормы СанПиН (2001), что связано с перетоком воды из татарского водоносного комплекса (P_2t), обогащенного этими компонентами. Наибольшее экологическое воздействие на химический состав вод аллювиального горизонта оказывают нефтяные месторождения на территории бора, хотя и давно законсервированные. В процессе добычи нефти и газа, а также после ликвидации или консервации скважин содержание нефтепродуктов в аллювиальном водоносном горизонте на территории Могутовского, Воронцовского и Гремячинского месторождений достигало 2,12 мг/л (21 ПДК), а фенолов 4,6 мг/л (18 ПДК) при фоновых значениях 0,73 мг/л (7,3 ПДК) и 1,51 мг/л (6,4 ПДК). За пределами месторождений локально также наблюдается повышенное содержание загрязнителей, в том числе нефтепродуктов до 3,6 ПДК, а фенолов – 2,6 ПДК.

Ресурсы подземных вод, судя по среднемноголетнему межennaleму стоку Боровки, характеризуются модулем подземного стока 1,10 л/с·км² (34 мм/год). В данном случае учитывается только та часть подземных вод, которая дренируется реками. Общие ресурсы определены согласно данным ФГУП «Оренбурггеоресурс» по результатам режимных наблюдений за УГВ в 6 скважинах, где среднее изменение уровня грунтовых вод в 2002 – 2003 гг. на участках, удаленных от р. Боровки, за год составило 0,32 м. Водоотдача μ по разности влажности песков водонасыщенных и выше УГВ в объемных показателях равна 0,19, а инфильтрационное питание $W = 0,000167$ м/сут, или 60,8 мм/год (1,93 л/с·км²) плюс 7 мм/год (0,23 л/с·км²) – переток из татарского водоносного горизонта. При площади бора 660 км² ресурсы подземных вод аллювиального водоносного горизонта на его территории составляют 1270 л/с (110 тыс. м³/сут). Расход подземных вод происходит за счет выклинивания в речную сеть (36,2 мм/год) подземного оттока по аллювию (8,1 мм/год), транспирации древесной растительностью и испарения (в среднем около 23,5 мм/год). Основную часть влаги (430–450 мм/год) бор расходует за счет почвенной влаги. Близкие значения W (80–85 мм/год) приводит Н.А. Воронков (1973), изучавший водный баланс в 1947–1968 гг.

Экологические проблемы Бузулукского бора в основном связаны с геолого-разведочными работами на его территории в целях поиска нефти и газа, проводившимися в 1952–1970 гг. За это время было пробурено 164 скважины, причем 40 из них оказались продуктивными, разведано три месторождения: Могутовское – запасы нефти 21,7 млн т, Воронцовское – 19,5 млн т и Гремячинское – 2,1 млн т (Гацков, Лукин, 2002). На последнем нефть не добывалась, на Воронцовском добыто 830 тыс. т нефти и 570 млн м³ газа, на Могутовском – 9 тыс. т нефти. На территории бора месторождения занимают 95 км², или 15% его площади, а нефть относится к легким бессернистым типам, интенсивно воздействующим на природную среду. Несмотря на прекращение работ на месторождениях, ликвидацию и консервацию скважин, экологические последствия бурения и добычи не устранены. Негативное воздействие связано с загрязнением окружающей среды нефтью, нефтепродуктами и высокоминерализованными сточными водами, которые могут свободно проникать через песчаную матрицу в сообщающиеся между собой водоносные горизонты. Входящие в состав нефти компоненты испаряются, мигрируют в почву и частично сорбируются в ней. Высокоминерализованные пластовые воды с сухим остатком до 270 г/л поднимались с нефтью на поверхность, загрязняя грунтовые воды. На гидрогео-

экологическую обстановку влияет также высокое содержание в верхнепермских отложениях и подземных водах Mn и Fe; количество последнего в воде достигает 26,4 мг/г, или 88 ПДК (Санитарные нормы ..., 2001). В результате миграции и подтягивания водозаборными скважинами пластовых вод и их соединений эти элементы поступают в аллювиальный водоносный горизонт, где, например, содержание Fe достигает 1,15 мг/л и более. Кроме того, в татарском водоносном комплексе и нижнетриасовом горизонте водовмещающие породы содержат повышенное количество опасных компонентов — Cr, В и Ni.

В целом экологическая ситуация в Бузулукском бору остается напряженной и требует проведения комплексных исследований всех компонентов геосистем, а также организации и ведения их геоэкологического мониторинга.

11.3. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ БОРА

Тяжелые металлы (ТМ), попадающие в почвы, оказывают отрицательное воздействие на многие внутренние биохимические процессы и способны передаваться по геохимическим и пищевым цепям в сопредельные среды (поверхностные и подземные воды, растения и т. д.), представляя опасность для всего живого. Для широкого круга ТМ, помимо прямого токсического воздействия на живые организмы, установлены отдаленные последствия в виде канцерогенного, мутагенного, тератогенного и других эффектов.

При изучении микроэлементного состава почв почвенный покров рассматривается с эколого-геохимических позиций как депонирующая среда, аккумулирующая техногенные загрязнения за многолетний период и косвенно отражающая экологическое состояние объекта. Экологические исследования по загрязнению ТМ почвенного покрова Бузулукского бора не проводились, поэтому эти материалы представляют определенный интерес.

В качестве объектов изучения была выбрана группа из шести приоритетных металлов-загрязнителей (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr), относящихся по токсичности к первому и второму классам опасности (Снакин, 1992; ГОСТ 17.4.1.02-83). В образцах почв, отобранных по генетическим горизонтам, определяли подвижные формы, извлекаемые ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8. Содержание ТМ в подобных вытяжках складывается из водорастворимых, обменных и непрочно специфически сорбированных различными компонентами форм соединений ТМ. Общее количество этих форм в почве незначительно и для разных металлов составляет 0,5–1,5% от валового количества. Однако высокая миграционная способность, доступность их для растений, животных и человека представляют экологическую опасность.

Содержание металлов зависит от типа самой почвы. Миграция большинства элементов тем интенсивнее, чем ниже содержание в ней гумуса и легче гранулометрический состав. Подвижность металла сильно зависит от кислотности почвенного раствора. Синергизм действия частиц металлов и растворов кислот как в атмосфере, так и в почве приводит к повышению токсического воздействия. Расчет процентного содержания подвижных форм ТМ от их валового количества в лесных почвах Урала показал (Фирсова и др., 1997), что наибольшей мобильностью отличаются Pb и Cd, более 50% которых от валового

содержания приходится на подвижные формы. Доля подвижных форм для Cu и Cr составляет около 1–2%, а Zn занимает промежуточное положение. Суммарные валовые запасы этих металлов в серых лесных и дерново-луговых почвах, а также в выщелоченных и оподзоленных черноземах достигают 0,5 т/га, из них подвижных форм – до 37 кг/га.

По мнению А. Кабата-Пендиас и Х. Пендиас (1989), продолжительность пребывания загрязняющих веществ в почвах гораздо больше, чем в других компонентах биосферы. Металлы, накапливающиеся в почвах, медленно удаляются в процессах выщелачивания, потребления растениями, эрозии и дефляции. По расчетам К. Иимуры с соавт. (Iimura et al., 1977), первый период полужизни ТМ значителен и сильно варьирует: для Zn – от 70 до 510 лет, для Cd – от 13 до 1100 лет, для Cu – от 310 до 1500 лет и для Pb – от 74 до 5900 лет. В табл. 67 показано распределение основных металлов по степени токсичности (ГОСТ 17.4.1.02-83), обозначенной и в официальных документах программ ООН по окружающей среде. Валовые и водорастворимые формы металлов в почве различаются по степени токсичности, соответственно и ПДК разные (табл. 68).

Степень воздействия ТМ на растительные организмы зависит, с одной стороны, от чувствительности вида, с другой – от химического состава соединений, продолжительности дозы воздействия и условий седиментации загрязняющих веществ. Известно, что воздействие может быть оказано прямым и косвенным путем. Прямой способ реализуется через механическую закупорку устьиц, что приводит к нарушению газообмена и транспирации, путем физического изменения оптических свойств света, ведущего к повышению температуры запыленных органов растений из-за поглощения инфракрасного спектра излучения. Косвенный способ реализуется посредством изменения физико-химических и биологических свойств почв и преобразования ценотических и конкурсивных взаимоотношений в экосистеме.

Возможны два варианта выбора критерия оценки загрязнения: первый – оценивать степень загрязнения по отношению к существующим экологическим нормативам (ПДК) и второй – по отношению к природной норме, т. е. местному (или региональному) геохимическому фону. Большинство специалистов более предпочтительным и объективным считают второй способ – оценка загрязнения в сравнении с фоновыми уровнями концентрации ТМ в почвах, в условиях которых на протяжении длительного времени протекает функционирование природных экосистем данного района. Проблема определения фоновых концентраций ТМ в почвах достаточно сложна и прежде всего обусловлена высоким уровнем их природной вариабельности, которая может достигать в пределах одного типа или подтипа почв на сравнительно небольших площадях значений двух и даже трех математических порядков (Добровольский, 1999). Любая территория имеет определенную фоновую геохимическую структуру распределения ТМ в почвах, складывающуюся из вертикальной (внутрипрофильной) и горизонтальной (ландшафтно-катенарной) составляющих, зависящих от сочетания зональных и аazonальных факторов.

Нами местный геохимический фон ТМ в почвах определен по материалам Красной книги почв Оренбургской области (Климентьев и др., 2001). В ней представлены аналитические данные по ТМ в эталонных почвах Предуралья, расположенные в радиусе 50–100 км вокруг территории Бузулукского бора. Всего

Таблица 67

Классы опасности химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов

Класс опасности	Химическое вещество
I	As, Cd, Hg, Pb, Se, Zn, F, без(а)пирен
II	B, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr
III	Ba, V, W, Mn, Sr, ацетофенон

Таблица 68

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почвах
(Черненкова, 2002)

Элемент, химическое вещество	ПДК, мг/кг почвы	Элемент, химическое вещество	ПДК, мг/кг почвы
Валовая форма		Подвижная форма**	
V	150	Pb	6
Mn	1500	Ni	4
Mn + V	1000+100	Cr	6
As	2,0	Cu	3
Sn	4,5	Zn	23
Hg	2,1	Co	5
Pb	32	Mn	
Sb	4,5	для черноземов	700
Cr (+3)	90	для дерново-подзолистых почв	
Сернистые соединения*	160	pH 4,0	300
Сероводород	0,4	pH 5,1–6,0	400
Нитраты	130	pH 6,0	500
Водорастворимая форма			
F	10		

*В пересчете на S.

**Подвижные формы Cu, Ni и Zn извлекают из почвы аммонийно-ацетатным буферным раствором с pH 4,8; кобальто-аммонийно-натриевым буферным раствором с pH 3,5 для сероземов и pH 4,7 – для дерново-подзолистых почв.

для расчета фонового уровня ТМ использованы данные по 24 разрезам почв, в том числе 5 разрезов, расположенных в пределах Бузулукского бора. Полученные параметры характеризуют местный (локальный) фоновый уровень, который представляет собой сумму естественного исходного содержания ТМ в почвах с добавлением глобальной антропогенной составляющей, а также некоторой добавки за счет распространения загрязнений от местных конкретных источников при мезомасштабном атмотехногенном переносе. Данный подход часто используется в практике проведения эколого-геохимических исследований.

Принципиальное значение при определении геохимического фона имеет вопрос о характере распределения ТМ по профилю естественных почв. Особенности перераспределения ТМ по вертикальному профилю изучаемых почв по сравнению с их содержанием в почвообразующих породах (содержание ТМ в горизонте С принято за 1,0) показаны на рис. 63. Коэффициенты радиальной дифференциации по отдельным генетическим горизонтам усреднены. Они по-

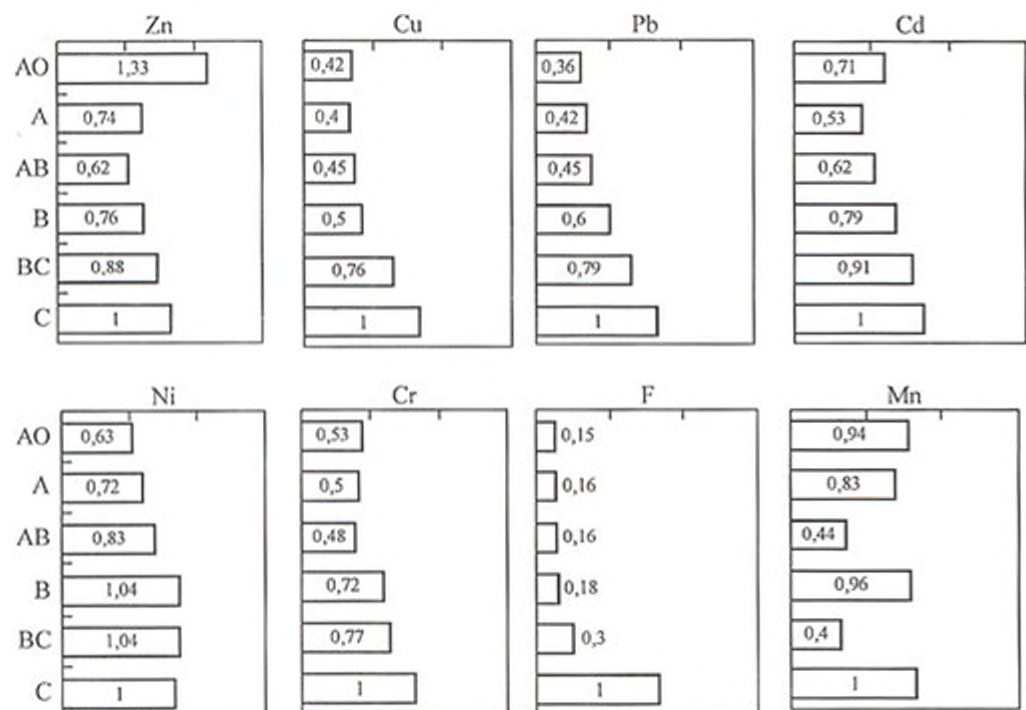


Рис. 63. Коэффициенты радиальной дифференциации подвижных форм тяжелых металлов в фоновых почвах прилегающих к Бузулукскому бору территорий

казывают, что для почв региона характерно некоторое повышение содержания всех шести металлов в нижней части профиля при довольно незначительном их варьировании по горизонтам – от 0,4 до 1,5. Наблюдаемое рассеяние подвижных форм ТМ в гумусовых горизонтах, характерное для черноземов, связано с различным эффектом их биогенной аккумуляции в поверхностных горизонтах и с некоторым накоплением Zn, Pb и Cr в горизонте А0 (рис. 63–65). Более четко аккумуляция ТМ выражена в горизонтах В и ВС на глубинах 50–70 см на карбонатном, а также ниже – на солевом барьерах.

Сравнение содержания ТМ в отдельных генетических горизонтах почв бора (табл. 69) и фоновых (табл. 70) показало, что в профиле почв бора мало Zn, Cu и Cd, а Pb, Ni, Co и Mn находятся в пределах их содержания в фоновых почвах. Значительная часть ТМ накапливается в верхних гумусовых горизонтах, причем общая последовательность их накопления в почвах достаточно типична для почв легкого гранулометрического состава. Учитывая особенности распределения подвижных форм ТМ по вертикальному профилю в основных типах почв бора, для количественной оценки их загрязненности использовалась шкала местного геохимического фона (табл. 71).

При сравнении варьирования ТМ в отдельных генетических горизонтах почв разрезов показательным оказался абсолютный разброс содержаний элементов (C_{max}/C_{min}). Для горизонта А рассчитанные значения этого показателя образуют следующий ряд: Pb (4,1), Cd (9,5), Cr (2,7), Zn (4,9), Ni (2,4), Cu (2,9). В горизон-

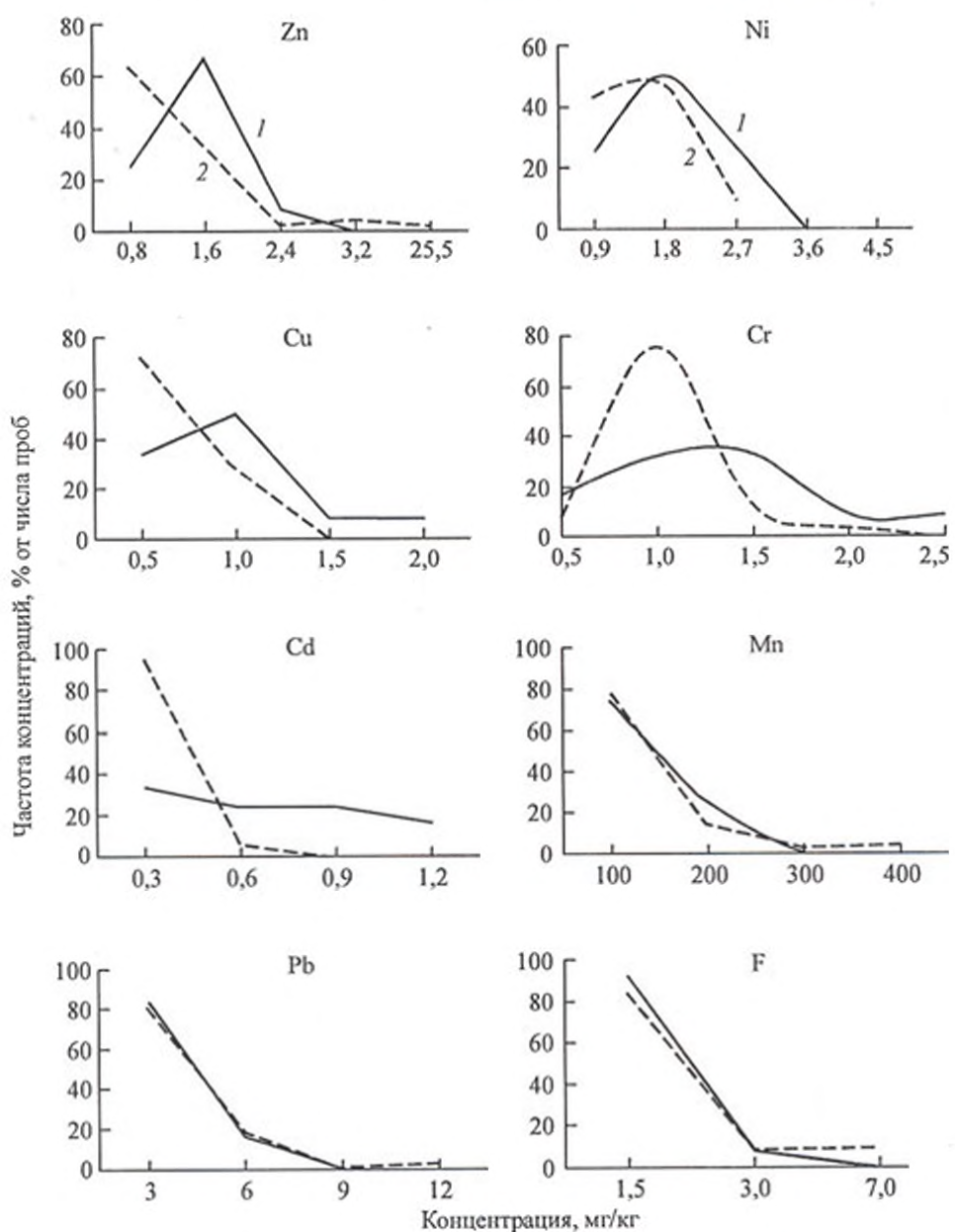


Рис. 64. Распределение концентраций подвижных форм тяжелых металлов в гумусовых горизонтах условно-фоновых почв (1) и почв Бузулукского бора (2)

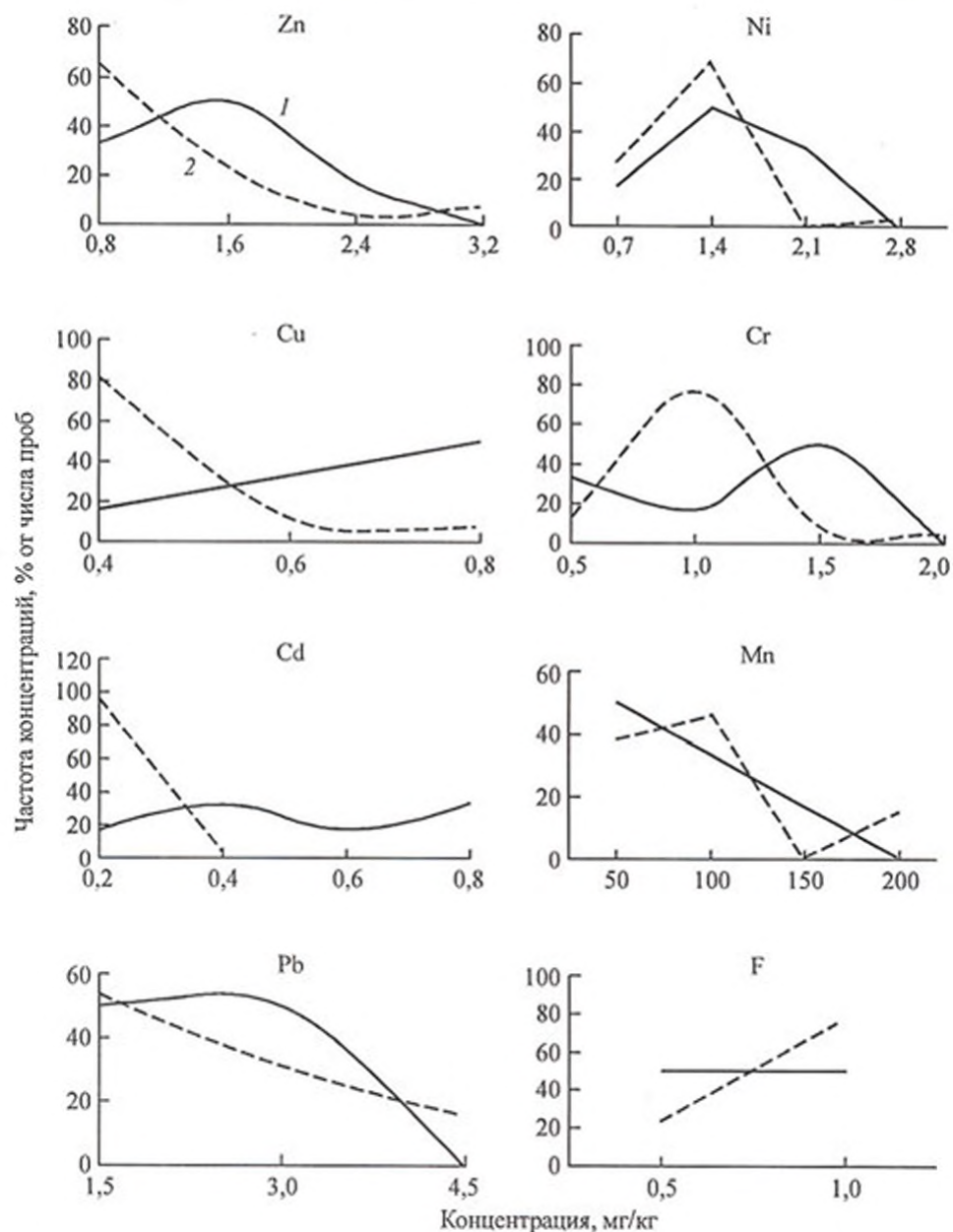


Рис. 65. Распределение концентраций подвижных форм тяжелых металлов в профиле условно-фоновых почв (1) и почв Бузулукского бора (2)

Таблица 69

Содержание ТМ в почвах Бузулукского бора, мг/кг

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	F	Cr	Mn	Co
<i>Дерновые подбурь слабооподзоленные псевдофибровые маломощные песчаные*</i>										
1-2006	O 0-4	1,86	0,42	0,05	0,85	0,58		0,48	46,5	0,09
		39,7	6,68	0,14	7,5	24,3		25,6	474,8	4,10
	AY 3-16	0,66	0,32	0,04	0,64	0,60		0,50	24,9	0,09
		26,6	6,48	0,12	5,3	26,8		26,1	400,3	4,15
	AYe 16-34	0,63	0,56	0,03	0,61	0,62		0,53	14,0	0,10
		25,7	7,05	0,09	5,1	27,7		27,6	317,2	4,20
	B1F 34-44	0,59	0,66	0,02	0,59	0,64		0,56	11,3	0,10
		24,8	7,50	0,07	5,0	28,7		27,9	282,6	4,25
	B2F 45-55	0,56	0,68	0,02	0,57	0,68		0,60	8,37	0,11
		23,0	7,83	0,06	4,8	30,3		29,0	263,2	4,30
	B3F 72-82	0,43	0,71	0,02	0,52	0,72		0,65	4,67	0,11
		20,3	8,13	0,06	4,5	31,5		32,4	248,3	4,39
	C 99-109	0,41	0,81	0,02	0,50	0,75		0,69	4,22	0,11
		19,5	8,40	0,06	4,4	32,7		34,2	237,5	4,58
<i>Дерновые подбурь сильногумусированные легкосуглинистые</i>										
9604	O 0-8	0,583	0,623	0,190	1,357	1,092		1,308	159,04	2,56
	AY 8-15	1,294	0,743	0,200	1,878	1,166		1,960	161,80	2,11
	AY 15-25	0,54	0,494	0,149	1,252	1,022		1,319	49,92	1,56
	BF 27-37	0,694	0,618	0,351	2,503	1,451		1,960	175,14	2,42
	BCca 55-65	0,642	0,743	0,035	3,128	1,022		1,319	32,29	3,29
	Cca 80-90	0,538	0,618	0,351	2,503	0,878		1,319	23,00	2,50
<i>Дерновые подбурь оподзоленные псевдофибровые легкосуглинистые</i>										
7-2001	O 0-4	1,25	0,103	0,04	2,188	0,694	0,40	0,65		
	AY 5-15	0,7	0,209	0,05	2,5	0,764	0,43	0,77		
	AYe 15-25	0,5	0,316	0,05	1,875	0,833	0,43	0,81		
	B1F 50-60	0,75	0,263	0,05	2,5	0,833	0,51	0,80		
	C 110-120	0,95	0,234	0,04	2,5	0,556	0,51	0,91		
	C 150-160	25,455	0,341	0,06	11,88	0,694	0,43	0,86		
	C 190-200	1,0	0,366	0,06	2,5	0,833	0,51	1,00		
<i>Технозем глинистый на легком суглинке (насытнот)</i>										
8-2001	Ud 0-4	0,9	0,05	0,02	2,5	1,181	0,74	0,7		
	U1 4-14	0,65	0,156	0,03	3,125	1,25	0,93	0,74		
	U2a2 29-39	0,35	0,209	0,03	3,75	1,389	0,64	0,71		
	U3h 40-50	0,3	0,209	0,04	4,375	1,111	0,67	0,84		
	U4a2 64-74	0,45	0,263	0,04	5,0	0,972	0,64	0,9		
	BC 110-120	0,4	0,316	0,05	5,625	0,833	0,64	0,96		
<i>Чернозем выщелоченный среднемощный глинистый</i>										
10-2001	A 0-5	1,1	0,263	0,05	1,25	0,694	0,95	0,82		
	A 5-15	0,85	0,263	0,05	3,125	0,694	0,93	0,86		
	AB 17-25	0,5	0,366	0,05	1,875	0,972	0,91	0,94		
	B 25-35	0,55	0,366	0,05	1,875	1,111	0,89	0,79		
	BC 50-60	1,1	0,419	0,06	3,75	0,972	0,93	0,86		
	C 90-100	0,6	0,544	0,07	3,125	2,222	1,17	0,99		

Окончание табл. 69

№ разреза	Горизонт и глубина отбора образца, см	Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	F	Cr	Mn	Co
<i>Чернозем типичный среднегумусный среднемощный глинистый на желто-бурых карбонатных делювиальных глинах</i>										
9-2001	A _n 0-21	0,6	0,103	0,04	2,5	1,389	0,55	0,64		
	AB 21-31	0,4	0,156	0,39	1,25	1,25	0,51	0,74		
	AB 31-41	0,2	0,209	0,05	2,5	1,111	0,57	0,81		
	B 45-55	0,1	0,181	0,04	0,938	0,972	0,57	0,78		
	BC 63-73	0,5	0,263	0,05	1,25	1,667	0,93	0,81		
	BC 80-90	0,85	0,366	0,05	1,563	1,944	1,12	0,86		
	C 110-120	0,8	0,472	0,06	1,875	1,528	2,18	0,93		
	C 130-140	0,95	0,635	0,06	2,5	1,806	2,74	1,04		
<i>Чернозем оподзоленный среднегумусный маломощный среднесуглинистый на мергелях (Паникинский бор)*</i>										
2-2006	A0 0-2	2,82	0,09	0,06	0,61	0,68		0,56	63,6	0,07
		59,0	14,9	0,25	7,2	44,3		32,0	587,7	6,98
	A 2-17	0,62	0,09	0,07	0,64	0,76		0,66	55,5	0,08
		40,5	15,4	0,27	7,6	47,4		36,0	558,5	7,60
	AB 17-27	0,65	0,26	0,08	0,68	2,59		0,75	60,8	0,09
		41,2	18,4	0,29	8,0	64,9		40,1	580,6	8,75
	B 29-39	0,76	0,34	0,09	0,73	3,65		0,80	71,4	0,10
		43,1	19,2	0,33	8,4	74,9		42,2	656,4	9,65
	BC 50-60	1,25	0,43	0,06	0,70	1,31		0,74	313,0	0,19
		52,0	20,2	0,23	8,2	58,2		36,6	1494,0	11,7
	C 90-100	1,34	0,77	0,05	0,59	0,90		0,70	158,2	0,17
		53,8	26,5	0,18	6,4	50,9		33,8	837,1	11,1
	C 150-160	0,86	0,91	0,03	0,55	0,79		0,69	43,5	0,09
		47,8	28,6	0,12	5,8	48,1		31,0	468,8	8,70

*В числителе – подвижные формы, в знаменателе – валовые.

те С (почвообразующая порода) последовательность элементов сохраняется, однако абсолютные значения показателей более высокие: Pb (11,2), Cd (17,5), Cr (3,9), Zn (63,6), Ni (3,37), Cu (2,9). Полученные данные свидетельствуют, во-первых, о ведущей роли литохимических особенностей почвообразующих пород как фактора формирования элементного состава и уровня концентрации ТМ в почвах, во-вторых, в гумусовых горизонтах исследуемых почв под влиянием почвообразовательных процессов происходят нивелирование и усреднение (для разных элементов в разной степени) изначальных концентраций ТМ в почвах. Таким образом, гумусовые горизонты почв (A0, A, AB, Apax), отражая в своем составе относительно устойчивые, генетически обусловленные концен-

Таблица 70

Фоновое содержание ТМ в почвах Предуралья (подвижные формы), мг/кг

Горизонт и глубина отбора образца, см	Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	Cr	F	Mn
A0 0–5	1,83	0,69	0,24	1,58	1,34	1,11	0,91	110,6
A 5–10	1,02	0,66	0,18	1,86	1,54	1,05	0,96	97,8
AB 15–25	0,86	0,74	0,21	1,99	1,78	1,01	0,95	52,2
B 35–45	1,05	0,83	0,27	2,66	2,23	1,49	1,11	112,9
BC 60–70	1,22	1,26	0,31	3,47	2,22	1,60	1,81	47,8
C 130–140	1,38	1,65	0,34	4,41	2,14	2,08	6,07	117,8
<i>Коэффициенты радиальной дифференциации ТМ в фоновых почвах</i>								
A0 0–5	1,33	0,42	0,71	0,36	0,63	0,53	0,15	0,94
A 5–10	0,74	0,40	0,53	0,42	0,72	0,50	0,16	0,83
AB 15–25	0,62	0,45	0,62	0,45	0,83	0,48	0,16	0,44
B 35–45	0,76	0,50	0,79	0,60	1,04	0,72	0,18	0,96
BC 60–70	0,88	0,76	0,91	0,79	1,04	0,77	0,30	0,40
C 130–140	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 71

Шкала оценки степени загрязнения почв тяжелыми металлами

Категория загрязнения	Уровень загрязнения (по величине K_a)*
Отсутствие загрязнения (естественные колебания фона)	< 1,5
Слабое загрязнение	1,5–3
Умеренное загрязнение	3–5
Сильное загрязнение	5–10
Очень сильное загрязнение	> 10

*Коэффициент аномальности (K_a) равен отношению содержания металла в исследуемом образце (C) к среднему фоновому (C_0): $K_a = C/C_0$.

трации ТМ в почвах, являются оптимальным объектом в качестве носителя информации о локальном (местном) геохимическом фоне (Климентьев и др., 2006). Статистические параметры распределения ТМ в гумусовых горизонтах фоновых почв положены нами в основу определения экологического состояния почв бора.

Уровни загрязненности (аномальности) оценивали по порогам, кратным среднему фоновому содержанию металла. За нижний порог принято значение 1,5. Варьирование концентраций в этих пределах в основном соответствует природной флуктуации содержания металлов в почвах бора. Следовательно, если $K_a < 1,5$, то можно говорить об отсутствии загрязнения. Среди почв бора встречаются единичные разрезы, а в них – единичные горизонты, в которых концентрация того или иного металла может превосходить средние показатели. Особенно это касается верхних горизонтов. Вместе с тем не исключено влияние факторов, определяющих аккумуляцию ТМ на других геохимических барьерах, что зависит от специфики почвенно-геохимической обстановки конк-

ретного участка. Для получения объективной оценки загрязнения и экологических последствий необходим учет функционального назначения почв, определяемых характером землепользования (железная дорога, скважины и т. д.). Поэтому полученные материалы следует рассматривать как начальный этап изучения процессов загрязнения почвенного покрова бора. Установленные количественные параметры распределения ТМ в почвах могут использоваться как предварительные ориентиры, позволяющие правильно оценить экологическую обстановку при проведении мониторинга среды.

11.4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Природосберегающие и биосферные функции Бузулукского бора чрезвычайно разнообразны, но, к сожалению, пока не изучены. Природное и пейзажное разнообразие, наличие водных источников, чистый воздух придают бору особую непреходящую ценность как эстетического объекта, способного долго служить людям, сохраняя их моральное и физическое здоровье. Уникальность объекта несомненна и она связана именно с сосновым бором – единственным в Европе «пристепным» лесным массивом с уникальной бузулукской сосной (*Pinus silvestris*), которую знаменитый российский лесовод профессор Г.Ф. Морозов (1931) характеризовал как «двойной ксерофит». Она высокопластична, засухоустойчива, толерантна, использует для роста не только осадки, но и грунтовые воды, развивая вертикальные корни, не свойственные сосне. Ее семена меньше размером и более светлой окраски, более всхожи и обладают повышенной жизненной энергией, из которых развиваются более здоровые сеянцы. Бузулукская сосна, как ее характеризовал профессор А.П. Тольский, основавший в бору опытную станцию и проработавший там долгие годы, обладает высокой полнотревожностью и добротностью, высоким выходом высококачественной древесины (мачтовый, корабельный лес) и т. д. Сосняк характеризуется долговечностью, большой приспособляемостью к грибным и иным болезням. Населяя различные экологические местообитания, в процессе эволюции сосна обыкновенная сформировала в бору насаждения, достоверно различающиеся по ряду наследственно обусловленных биологических признаков и свойств, что послужило основанием для выделения в пределах бора ее нескольких популяций (внутривидовых таксонов). «Маяки» и «старицы»-сосны¹⁸ имеют возраст от 200 до 326 лет, их диаметр достигает 1,36 м, длина окружности ствола – 4 м 10 см (24,5 м³), ежегодный прирост молодых деревьев – 100 см. А.П. Тольский (19046) наблюдал в Бузулукском бору корни сосны на глубине 2,3 м от поверхности, где они образовывали «сильную мочку». В слое 15–25 см сосредоточено до 50% корней боровой сосны.

Уникальны в бору также некоторые растительные сообщества (реликты), а также почвы, биота, растительность, лишайники и мхи, отдельные сосны-маяки.

¹⁸Особой охране подлежат два дерева сосны в возрасте 300–350 лет в Боровом опытном лесничестве (кв. 118, 119) в 2 км севернее пос. Заповедный, а также дендросад в пос. Опытный (кв. 75–84) с экзотическими и декоративными породами: ель, лиственница, кедр, груша уссурийская и др.

Еще в первой половине XIX столетия русская общественность проявляла большой интерес к вопросам степного лесоразведения и работам по агролесомелиорации песков. Несмотря на ограниченные возможности публикации материалов по лесной тематике в «Лесном журнале», единственном специальном периодическом органе печати того времени, статьи по вопросам охраны и воспроизводства лесов, особенно в степи, печатались ежегодно. Позднее, к концу XIX столетия, в связи с развитием капиталистического хозяйства песчаные массивы засушливых областей, в том числе и Бузулукский бор, подверглись массовому уничтожению. Бор вырубался и горел. Это заставило царское правительство издать в 1888 г. специальный лесоохранный закон, осуществление которого, наряду с другими вопросами лесного хозяйства, должно было предохранить леса (особенно на песках) и обеспечить их агролесомелиорацию.

Известный лесовод Я.Н. Даркшевич назвал Бузулукский бор «оренбургским чудом, равным которому нет в степях России». Не будь бора, ветер разметал бы песчаные дюны и засыпал окрестные селения и поля. Я.Н. Даркшевич (1953) взволнованно писал, что «почвозащитная роль Бузулукского бора еще по достоинству не оценена. Только за последние 40 лет сосняки своей мощной стеной гасили разрушительную силу ураганных ветров. Лес умирал их. Спасал села, фермы, посеи». Несомненна благотворная роль бора в формировании более мягкого, влажного климата окружающих его районов, особенно южных, расположенных на границе с полупустынями и пустынями Прикаспия.

Жители г. Сорочинска хорошо помнят, сколько песка приносило ветром со Скупой горы, расположенной на правом берегу Самары в 2 км северо-восточнее города. Эти пески и есть продолжение песков Бузулукского бора, лишенных леса. Работники Сорочинского мехлесхоза во главе с директором Д.П. Шишкиным много сил приложили, чтобы усмирить коварную гору. Сейчас на ней раскинулся настоящий сосновый бор площадью 500 га. Необходимо отметить заслуги главного лесничего, заслуженного лесовода РФ Е.И. Еремеевой. Всенародного почитания и доброй памяти достойны все лесоводы, которые на протяжении многих лет вели и ведут кропотливую работу по выращиванию лесов на песках Сорочинского, Новосергиевского, Бузулукского, Соль-Илецкого, Кваркенского и других районов Оренбургской области. Только в Сорочинском районе засеяно сосной более 3000 га песков – очагов ветровой эрозии, которые ранее засыпали русло Самары, г. Сорочинск, ежегодно песок засыпал тысячи гектаров посевов. Средозащитное, почвозащитное значение Бузулукского бора заключается еще и в том, что он, располагаясь на бедных сухих песчаных почвах, закрепляет их и не дает им превратиться в бесплодную массу неудержимо перевеваемого песка, непригодного для какого-либо другого освоения, кроме леса (Климентьев, 1979).

После тотальной распашки окружающих бор земель резко расширились ареалы ландшафтов антропогенного происхождения, а на окраинных территориях исчезли «интразональные» низинные лесокустарниковые ландшафты, в ряде мест на безлесных участках увеличились площади под сыпучими подвижными песками. Эти и другие изменения ландшафтных комплексов еще больше осложнили общую неустойчивую ландшафтно-экологическую обстановку в пределах бора (особенно на окраинах), что в свою очередь вызвало интенсифи-

кацию антропогенно обусловленных экодинамических почво-ландшафтообразующих процессов.

Функционировавшая с 1934 по 1989 г. Боровская ирригационная система с поливной площадью 2,5 тыс. га, расположенная на левобережных террасах верховья р. Боровки, способствовала выносу и концентрации (в 3–5 раз) легкорастворимых сульфат-ионов и, особенно, ионов натрия в почвенных профилях с образованием солончаковых остаточно-луговатых (террасовых) черноземов, а в западинах – солонцов солончаковатых. При стоке часть солей попадает в почвы и грунтовые воды бора.

С ландшафтно-географической точки зрения Бузулукский бор также пока не оценен. Этот островной массив расположен в Заволжской степи, т. е. в условиях ограниченных возможностей существования из-за недостатка влаги. Необходимо сохранить для потомков Бузулукский бор, продолжить созидательную работу наших предков и передать бор другим поколениям здоровым и жизнеспособным. Иметь уникальнейший сосновый массив в безлесной степи, который действительно является форпостом на пути пустыни, облагораживающим на десятки верст вокруг природу, огромное благо, дарованное людям, которое следует сберечь.

Однако уже сейчас можно с большой тревогой говорить о том, что экологическая ситуация в бору за последнее время весьма существенно ухудшилась. Антропогенные факторы играют все большую негативную роль в формировании геосистем, в качестве поверхностных и подземных вод. Намечились некоторые геоботанические ландшафтные и почвенные изменения, связанные с ослаблением, ухудшением экологической обстановки с частичным засыханием лесного массива.

В 1955 гг. началась разведка нефти и газа мелким бурением, а с 1959 г. – глубоким бурением с прокладкой труб для воды, глины, нефти и газа. Было вырублено 900 га леса, проложено 100 км различных коммуникаций (20 км – 70-метровой ширины). В 1973 г. работы были запрещены. Расчленение массива прорубкой коммуникационных трасс привело к серьезному нарушению лесной обстановки, почвы, реки, водоемы загрязнились нефтью, химическими реагентами и отходами производства, возросла пожарная опасность.

Сложившуюся ситуацию усугубили открытие и расположение на территории бора 6 месторождений нефти (наиболее крупные – Гремячевское, Могутовское и Воронцовское), для эксплуатации которых были пробурены 102 структурные и 62 поисково-разведочные скважины. В настоящее время 10 поисково-разведочных скважин законсервированы, остальные или ликвидированы, или сведения об их современном техническом состоянии отсутствуют. На ряде скважин отмечаются нефтепроявления в устьевой части. Бурение и эксплуатация нефтяных скважин в первую очередь оказывают неблагоприятное воздействие на почвы, а затем на растения и водоносные горизонты при поступлении в них загрязнителей при аварийных разливах нефти, перетоке минерализованных пластовых вод по затрубному пространству в случае нарушения целостности обсадных колонн, а также при утечках токсичных веществ из шламовых амбаров и т. д.

В настоящее время важно изучить состояние скважин, последствия бурения и эксплуатации всех скважин, имеющихся на территории бора, так как именно

водоносные горизонты, особенно слабая песчаная зона аэрации, вместе с сообщающимися водоносными горизонтами и почвенным покровом, как депонирующие и транспортирующие среды, определяют своеобразную защиту от попадания в грунтовые воды нефти и других загрязнителей. На почвах как депонирующей среде в первую очередь отражается и преломляется весь комплекс антропогенных воздействий и природных процессов в бору. Почва (педоматрица) и зона аэрации в бору – наиболее хрупкие геосистемы, и при нарушениях они не способны вынести даже небольшого техногенного пресса. Поэтому малые причины могут иметь здесь большие последствия.

Беззащитность бора обусловлена хрупкостью почвенно-поглощающего комплекса почвы, легкой проницаемостью песков. Проведенный газогеохимический анализ почвогрунтов зоны аэрации в юго-западной части бора показал, что в отдельных образцах наблюдается преобладание тяжелых гомологов метана над содержанием самого метана. Подобное соотношение метана и его гомологов, вероятно, связано с загрязнением почвогрунтов жидкими углеводородами. Наличие на территории бора заброшенных амбаров, заполненных нефтепродуктами, и старых скважин вполне может привести к появлению в водах паробразующих и жидких гомологов метана, что грозит для бора катастрофой.

Нефть и нефтепродукты относятся к наиболее опасным и чрезвычайно распространенным загрязнителям. Оценка влияния этих поллютантов на экосистемы тесно связана с проблемой их миграции – закрепления в почвах. В многочисленных исследованиях показано, что нефть и нефтепродукты активно мигрируют в любых типах почв. Процессы их внутриландшафтной миграции и метаболизма крайне сложны и очень длительны (Солнцева, Садов, 1998).

Проницаемость нефти в глубь почвы – радиальная миграция – в значительной степени обусловлена размерами и формой пор, расположением частиц грунта, а также наличием и размерами трещин и корневых ходов (Солнцева, 2002), а также барьеров. Наличие в почвах геохимических барьеров различной емкости приводит к формированию в них сложного радиального профиля распределения поллютантов. По нашим наблюдениям, а также других авторов, нефтепродукты (мазут) через 2 года после загрязнения были обнаружены на глубине 8 м, а еще через 7 лет устойчиво фиксировались на глубине 8,5 м (опесчаненный суглинок).

Как показали наши наблюдения, распределение битуминозных веществ во всем объеме загрязненного почвенного пространства характеризуется значительной изменчивостью концентраций в различных горизонтах почвы. Это обусловлено генетическими свойствами почв – строением профиля, наличием барьеров. Вследствие этого в почвенной массе нефтепродукты получают внутрипочвенное «расслоение», что наблюдалось нами в разрезах, заложенных на месте систематического разлива нефтепродуктов в районе Оренбургского нефтемаслозавода и Орского нефтеперерабатывающего завода. Экспериментально установлено наличие «вторичной» подвижности нефти, образование «ароматизированной» зоны.

Интенсивность и специфика проникновения нефти в более глубокие горизонты зависят от гранулометрического состава и стратификации субстратов. В верхних горизонтах почв при достаточной рыхлости органогенной массы наблюдается «провальное» просачивание загрязнителя до грунтовой воды. При

этом образуются формы инфильтрационных тел, близкие к изометрическим, но при прохождении загрязнителями слабо проницаемых слоев или грунтовых вод их радиальная миграция сменяется латеральной. В последующем наблюдается «расползание» поллютантов в грунтовых водах.

Таким образом, процессы перераспределения загрязнителя в почвах и грунтах имеют динамичный и непредсказуемый характер как в пространстве, так и во времени. Недостаточность информации существенно уменьшает надежность оценок распространения загрязнения в районах сосредоточения нефтепромыслов Оренбуржья. Для получения количественных оценок параметров миграции поллютантов и процессов их внутрипочвенного метаболизма необходимы специальные мониторинговые исследования.

Как показали исследования (2006 г.), трансформация состава нефтяных загрязнений в природных геосистемах усиливает характер техногенного загрязнения среды, что в свою очередь определяет поведение многих других токсичных соединений. Образуются органо-минеральные комплексы с тяжелыми металлами, радионуклидами и т. п., их роль в геохимических циклах становится весьма весомой, в первую очередь в районах нефтедобычи и нефтепереработки, где в процессе освоения месторождений и синтеза углеводородного сырья резко увеличивается поступление в среду спектра этих соединений. В природных геосистемах органические соединения имеют свойство относительно быстро преобразовываться в отличие от поллютантов неорганического характера. Происходит их биodeградация, в результате которой образуются новые, иногда более токсичные соединения. Необходимы новые подходы и методики по изучению и определению этих соединений в природной среде. Многие из них хорошо растворимы в воде (спирты, альдегиды, кетоны, сложные эфиры, органические кислоты) (табл. 72). За короткое время (20–30 дней) на поверхности почвы (в слое 0–25 см) в процессе испарения и биodeградации происходит окисление углеводородных соединений нефти с образованием и накоплением в воде различных типов кислородосодержащих структур (спирты, эфиры и т. д.) и других органических соединений, выходящих за пределы понятия «нефтепродукты». Многие из этих соединений довольно устойчивы и более токсичны, чем сама нефть. Однако экологический контроль этих соединений пока отсутствует.

Иногда нефтяные углеводороды поступают с инфильтрационными водами из болотисто-торфяных отложений долин Боровки и Самары. Поэтому надо контролировать концентрации водорастворимых нефтепродуктов не только вблизи скважин, но и в родниках, речках, болотах, торфяных залежах на прилегающей территории. Динамическая связь недр с приповерхностной гидросферой, где формируется повышенное количество углеводородов, очень тесная, и функционирует она в бору по принципу сообщающихся сосудов.

Экосистемы на придорожных территориях Бузулукского бора деградируют в результате загрязнения воздуха и почвы от движущегося транспорта, иссушения и уплотнения почв, нарушения растительного покрова и его обеднения в результате пастбы скота, вследствие чего снижается численность представителей полезной энтомофауны фитоценозов, происходит изменение поведения многих видов насекомых-фитофагов в результате движения транспорта и освещения дорог в ночное время. Автомобильный транспорт является основным источником загрязнения окружающей среды. Увеличение количества движу-

Таблица 72

Растворимость разных компонентов нефти в воде при температуре 25 °С (Жузе, 1986)

Углеводороды	Растворимость, мг/г	Углеводороды	Растворимость, мг/г	Углеводороды	Растворимость, мг/г
Н-алканы		Цикланы		Арены	
Метан	24,4	Циклопентан	156,0	Бензол	1780,0
Этан	60,4	Циклогексан	55,0	Толуол	515,0
Пропан	62,4	Метилциклопентан	42,0	Ортоксилол	175,0
Изобутан	48,9	Метилциклогексан	14,0	Этилбензол	152,0
Н-пентан	38,5			2,4-триметилбензол	57,0
Изопентан	47,8			Изопропилбензол	50,0
Н-гексан	9,5				
Н-гептан	2,93				
Н-октан	0,66				
Н-нонан	0,122	Точность определения 6,3%		Точность определения 5,0%	
Точность определения 5,4%					

щихся по бору автомобилей вследствие его доступности для транспорта (грибники, сбор ягод, перевозка леса, военный транспорт, железная дорога и т. д.) возросло за последние 5 лет более чем в 3 раза.

Анализ методических подходов к решению экологических проблем Бузулукского бора свидетельствует об отсутствии системного географо-ландшафтно-экологического мониторинга негативных изменений в окружающей среде, происходящих в зависимости от воздействия совокупности естественных и антропогенных факторов. Наличие и функционирование нефтяных месторождений в пределах Бузулукского бора по глубине и разнообразию потенциально возможных и реально наблюдаемых негативных воздействий на геологическую среду, почву, атмосферу, подземные и поверхностные воды, растительный и животный мир, а также природные комплексы в целом превосходят другие источники загрязнения. Долговременный характер функционирования объектов нефтекомплекса, наличие железной дороги и военных объектов на территории определяют многообразные нарушения состояния географической среды с непредсказуемыми негативными экологическими последствиями.

Предварительные, хотя и малочисленные результаты исследований показали, что основными формами нахождения тяжелых металлов в почвах и грунтах зоны аэрации Бузулукского бора по мере убывания их подвижности можно назвать следующие: водорастворимые простые и сложные ионы; комплексные и металлоорганические соединения, находящиеся в растворе в составе свободных, гравитационных и связанных почвенных вод; ионы в составе поглощенного комплекса почв и грунтов, сорбируемые на поверхности глинистых минералов, органическом веществе почвогрунтов, гидроокислов железа, алюминия, марганца; металлы в форме труднорастворимых соединений; металлы в растениях и живых организмах почв и др. Обнаружены довольно обширные локальные участки с повышенным содержанием в почвах Pb, Zn и Cd. Следовательно, можно сделать вывод о том, что в Бузулукском бору происходит ухудшение экологической обстановки, которая может привести к катастрофическим послед-

ствиям – потере уникального лесного массива Заволжья и Южного Урала. Проблема сохранения бора – забота и наших потомков.

11.5. НЕКОТОРЫЕ ПРОГНОЗНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДИНАМИКИ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XXI в.

Наиболее важным свойством устойчивости ландшафта является ритмика природных процессов. Разнопорядковая ритмичность природных процессов, сосуществующая с их эволюцией, и их отражение в природных средах (каждый раз в своем повторении), встречается уже с новым состоянием среды, ее направленной эволюцией, что выражается в облике и структуре географической оболочки – «памяти воздействий».

Для изучения ответных реакций природных геоэкосистем на климатические и техногенные агрессии необходимы разработка и получение прогнозной информации о возможных неблагоприятных экологических последствиях. Это позволит принимать более обоснованные управленческие решения по обеспечению устойчивого функционирования геоэкосистем и общества в целом. Особенно актуальны знания о состоянии, свойствах и трендах развития будущих природных систем и взаимосвязей их компонентов.

Потепление в Северном полушарии в конце 30-х годов XX в. на 0,6 °C привело к уменьшению количества осадков в лесостепи и степи. Это вызвало уменьшение стока рек и падение уровня замкнутых водоемов, в том числе Каспия, опускание уровня грунтовых вод, увеличение частоты засух, существенное снижение продуктивности сельского хозяйства (Будыко, 1977). Согласно прогнозным решениям, касающихся Волжского и Уральского бассейнов (Ефимова, Строкина, 2002; Коломыц, 2005, 2006; и др.), к середине XXI столетия аридизация в этих регионах приведет к смене типов черноземов степи полупустынными каштановыми почвами. При снижении коэффициента увлажнения запасы почвенной влаги могут только уменьшаться, даже в условиях увеличения атмосферных осадков, что приведет к существенному сближению на юге Предуралья зональных и подзональных границ, вплоть до появления на широте г. Оренбурга зоны полупустынь. Лесостепная зона будет постепенно терять свою устойчивость и преобразуется в степь.

В прогнозируемые интервалы 1980–2010, 2010–2030 и 2030–2050 гг. уже произошло и ожидается повышение средней температуры соответственно на 0,8–1,0°, 2,0–2,2° и 3–4° по сравнению с базовым уровнем. В 1991–1995 гг. во многих регионах Евразии, в том числе в средней полосе европейской части России и в Оренбуржье, аномалии температур и осадков были близки к своим прогнозируемым значениям на 2005 г. В 2010 г. в большинстве ландшафтов Волжского бассейна средняя июльская температура вырастет на 1,1–1,3° по сравнению с базовым периодом (Коломыц, 2005). Это вызовет неизбежное повышение континентальности климата с соответствующим ростом вероятности экстремальных метеорологических ситуаций, что должно повысить нестабильность функционирования экосистем и соответственно ускорить их структурные преобразования. К 2030 г. темпы потепления в целом сохранятся, однако рост температур будет выравниваться и превысит 2° по сравнению с базовым периодом.

Согласно Г.Н. Голубеву (2002), при повышении температуры на 1–3,5° должно произойти смещение изотерм к северу на 150–550 км, которое можно ожидать уже в начале 2030-х годов, особенно в подзонах южной лесостепи и северной степи. Таким образом, к середине XXI века произойдут значительные сдвиги в теплоэнергетическом уровне экосистем во всех природных зонах Волжского и Уральского бассейнов, причем чем южнее, тем кардинальнее экологический эффект таких сдвигов.

Антропогенное потепление будет сопровождаться ростом испарения и соответствующим увеличением количества атмосферных осадков (в лесостепи и северной степи на 60–80 и 100–150 мм соответственно), в основном за счет приращения осадков в теплый период года. Однако рост количества осадков будет не в состоянии компенсировать повышение температуры, поэтому годовой и летний коэффициенты увлажнения начнут существенно снижаться.

Вместе с тем антропогенные изменения природной зональности, которые произошли на обширных территориях Евразии за последние 5–6 тыс. лет, начиная с неолита и бронзового века и кончая наступлением индустриального периода (серединой XIX в.), свидетельствуют о том, что под влиянием человека (подсечно-огневого земледелия и скотоводства) граница широколиственных лесов уже отступила на север на 400–600 км несмотря на то, что действовавший в то время холодно-гумидный климатический тренд смещал к югу почти на такие же расстояния (до 300–500 км) всю систему лесных природных зон. Вполне возможно, что, находясь под длительным воздействием человека, система зональных геопространств Русской равнины пришла по существу в новое квазиравновесное состояние, и все последующие естественные изменения растительного и почвенного покрова будут совершаться уже по новой траектории, весьма отличной от той, которая была до периода неолита. Прогнозируемый термоаридный биоклиматический тренд неизбежно обострит проблему сохранения и воспроизводства лесных, водных и почвенных ресурсов, а также выращивания сельскохозяйственных культур в лесостепной и степной зонах Русской равнины. К 2030 г. такая ситуация будет складываться в подзоне широколиственных лесов (Коломыц, 2005, 2006).

Неблагоприятно сложатся и агроклиматические условия. В 2010 г. следует ожидать снижения урожайности сельскохозяйственных культур на 20–30%, а дальнейшее уменьшение запасов почвенной влаги на 20–35 мм вызовет потерю урожайности до 40–50%. С коэффициентом увлажнения хорошо коррелирует влагосодержание почвы, что определяет широтно-зональный характер ее распределения как в настоящее время, так и в будущем. Совершенно очевидно, что глобальное потепление уже в ближайшие десятилетия потребует дополнительных и весьма существенных энергетических затрат на технологические и обводнительные мелиорации в целях поддержания урожайности сельскохозяйственных культур и сохранения необходимых площадей лесных массивов.

Слабая технологическая политика ведения сельского и лесного хозяйства – отсутствие эффективных технологий по поддержанию плодородия почв и возобновлению леса в экстремальных условиях глобального потепления, а также всей сельскохозяйственной сферы, и особенно земледелия, грозит катастрофическими последствиями в потере почвенного плодородия и снижении урожайности, которая и без того продолжает оставаться низкой. Поэтому необходим

диктат технологий и приоритет экологических требований при разработке современной стратегии сфер экономического развития.

Таким образом, вплоть до середины XXI столетия на территории Волго-Уральского бассейна в полной мере будет развиваться термоаридный климатический тренд. Ожидаемое глобальное антропогенное потепление вызовет общую аридизацию региональной биоклиматической системы, и чем дальше по времени, тем аридизация будет все более глубокой и тотальной. Наиболее значительное иссушение намечается на первом и втором этапах прогнозного периода (2010–2030 гг.), когда прирост атмосферных осадков будет мал по сравнению с повышением температуры. К 2050 г. может наступить определенная стабилизация климатических условий.

Общий экологический эффект климатического тренда скажется на ускорении интенсивности функционирования природных экосистем как по гидрологическому, так и биогеохимическому циклам. Активизация процессов продуцирования зеленой массы в лесных и травяно-степных фитоценозах, ускорение темпов разложения мертвого органического вещества в лесной подстилке и степном войлоке могут снизить естественное плодородие почв (Голубев, 2002). На фоне общей аридизации биоклиматической системы ожидается усиление межсезонных климатических контрастов: лето будет становиться все более жарким и сухим, а зима – все более теплой и мягкой, в связи с чем юг бореального пояса перейдет в категорию средне- и малоснежных районов, что будет иметь существенные последствия как для современных природных экосистем, так и для агрофитоценозов.

Интенсификация гидрологического цикла, вызванная глобальным потеплением, повысит речной сток на 25–32% (Шикломанов, Георгиевский, 2002) за счет увеличения зимнего и летне-осеннего меженного стоков. Коэффициент стока типичной лесостепи вырастет с базовых значений 0,15–0,18 до 0,23–0,25 и сохранится до 2050 г. Не менее существенно (с 0,11–0,14 до 0,17–0,20) он изменится в южной лесостепи и северной степи. Наряду с ростом коэффициента стока это будет означать снижение замкнутости влагооборота, что в свою очередь, согласно М.А. Глазовской (1992), следует рассматривать как существенный фактор ослабления устойчивости экосистем к внешним воздействиям, в том числе антропогенным.

Прогнозируемый термоаридный тренд, выраженный повышением среднеиюльской температуры, вызовет в степной зоне снижение запасов влаги на 10–13%, а в 2030–2050-е годы – до 32–43%, что составит за июль до 50–75% от значений базового периода. Черноземы будут подвержены аридизации в сторону полупустынных каштановых почв. Уже в 2010-х годах не только в северной степи, но и в типичной и южной лесостепи будет затруднено естественное воспроизводство липово-дубовых фитоценозов, ухудшатся условия естественного лесовозобновления. Усилится эффект техногенного загрязнения природных сред, что повлечет за собой снижение биоразнообразия и разрушение наиболее неустойчивых природных экосистем. В 2030-е годы среднеиюльские продуктивные влагозапасы на зерновых полях типичной и южной лесостепи и северной степи не превысят 15–20% наименьшей влагоемкости почв, что резко ухудшит состояние агрофитоценозов (Вериги, Разумова, 1973), особенно снизятся запасы влаги в метровом слое (до 20–30 мм) в фазу восковой спелости зерновых, что вызовет

ухудшение общего состояния посевов на 10–15%, 30–50%-ную потерю в массе зерна и снижение урожайности на 20–30%. В XX столетии повторяемость засух возросла почти в 2 раза (Сазонов, 1991).

Глобальные изменения климата вызовут сдвиги в направленности и темпах почвообразовательных процессов. Они будут проходить при более усиленной минерализации органических веществ, дегумификации, затухании подзолистого процесса, усилении деградации и возрастающей потере гумуса. Дополнительное накопление углерода в атмосфере расстроит естественную сбалансированность его цикла, что вызовет местное усиление парникового эффекта и ускорит общий процесс деградации и исчезновения маргинальных лесов южной лесостепи.

Изменение гидрологического режима черноземов в сторону иссушения будет сопровождаться повышением границы залегания карбонатов, усилится процесс минерализации органических остатков. Дефицит влаги за вегетационный период в Оренбургской степи, равный в настоящее время 85–150 мм, будет возрастать, что приведет к ослаблению почвообразовательных процессов. В южных черноземах произойдет перестройка почвенно-поглощающего комплекса, возрастет плотный остаток, что сблизит южные черноземы с каштановыми почвами. Следует ожидать всплеск ветровой эрозии, особенно на легких и карбонатных почвах.

Интенсивно будет развиваться также процесс опустынивания заволжско-оренбургских степей, а спектр лесных почв будет подвергнут процессам почвообразования в сторону черноземного типа. Это будет способствовать повышению динамичности фитоценологических ареалов, возникновению новых ландшафтно-экологических образований, снижению устойчивости их границ и, следовательно, ускорению процессов климатогенных преобразований природных геоэкосистем. В складывающихся условиях общество должно заранее быть готово к надвигающимся природно-климатическим агрессиям и предусмотреть ряд мер по их ослаблению.

11.6. ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСНЫХ ГЕОЭКОСИСТЕМ БУЗУЛУКСКОГО БОРА

Разум существовал всегда, только не всегда в разумной форме.

К. Маркс

Только тогда лесоразведение станет рациональным и поистине полезным, когда оно будет вопросом не частной прихоти или страсти, но вопросом общегосударственным и притом еще первостепенной важности.

И.И. Шатилов

В условиях жестких климатических условий Юго-Востока одной из основных задач охраны окружающей среды Бузулукского бора является обеспечение

высокой продуктивности лесных насаждений на современном уровне научных достижений и накопленного практического опыта. Особое значение имеет комплекс лесохозяйственных мероприятий, способствующий сохранению древостоев в здоровом состоянии. В результате более чем 150-летней лесохозяйственной деятельности в жестких климатических условиях в бору достигнуты выдающиеся результаты по сокращению непокрытых лесом земель и увеличению площади высокопродуктивных сосновых насаждений, созданию других лесных культур.

В XIX столетии технологии выращивания сосны не отвечали природным условиям и сочетаниям факторов среды, меняющихся во времени и пространстве. Поэтому 97% дореволюционных посадок погибло. Ход естественного возобновления сосняков бора изучался одновременно с поиском эффективных способов рубок. Первое лесоустройство было проведено в 1843–1844 гг., в 1903 г. было организовано Боровое опытное лесничество, преобразованное в 1931 г. в Боровую лесную опытную станцию.

В начале XX столетия (1903–1916 гг.) методы посадки культур в бору стали совершенствоваться. За эти годы было создано 1500 га сравнительно удачных, а в ряде случаев хороших культур. К ним относятся посадки А.П. Тольского, Д.В. Широкова, лесничего П.А. Сиверцева и др. Из этих культур к 1968 г. сохранилось около половины, в основном это были приспевающие, хорошо развитые древостои II бонитета. Но и среди них можно было найти следы былого усыхания культур, особенно в более сухих местах, с последующим «восстановлением вершин и нормальным развитием стволов» при наступлении более влажного климатического микроцикла, повлиявшего на повышение уровня грунтовых вод.

Временная сушевершинность сосен в естественных насаждениях была отмечена еще в 1868 г. одним из первых лесоустроителей Бузулукского бора Тучевичем, который в своем отчете писал о наличии в местных древостоях, особенно «на тощем песке», суковатых, уродливых и безвершинных деревьев. По свидетельству Е.Д. Годнева (1968), «за последние 20 лет (1948–1968) в бору облесены все гари, вырубки и прогалины – создано около 26 тыс. га культур». В естественных сосновых насаждениях возрастом 60–70 лет (кв. 115 Заповедного лесничества – мшистый бор) «только 59% сосен не имело следов усыхания в прошлом», а в соседних 60-летних посадках сосны, расположенных на вершине небольшой дюны и на южном пологом склоне, сушевершинных в прошлом деревьев оказалось еще больше (64%). Обследовав в 1962 г. в том же районе культуры П.А. Сиверцева (создавшего здесь в начале 1890-х годов около 200 га посадок), он также отмечает, что «когда культурам было 11–14 лет, у них наблюдалась массовая сушевершинность». Сильная засуха 1920–1925 гг. значительно усилила процесс усыхания культур и замедлила их восстановление. В результате засухи сосны теряли в среднем «по 4–5 верхних мутовок и прирост по диаметру падал в 8–12 раз». К 1968 г. большинство посадок П.А. Сиверцева «оправилось», хотя их качеству и продуктивности был причинен определенный ущерб. Об усыхании вершин у сосны в Бузулукском бору в определенные периоды жизни с последующим восстановлением стволов из постепенно заменяющих их боковых ветвей сообщал проф. В.Г. Нестеров еще в 1944 г.

Научные сотрудники БОРЛОС Е.Д. Годнев (1968) и Л.Е. Годнев (1971) отмечали, что в прошлом явление усыхания сосны «широкого отзвука» в литературе не находило. Только после усыхания в 1923–1924 гг. культур А.П. Тольского лесоводы начали активно обсуждать вопросы усыхания Бузулукского бора. В лесной терминологии появляется совершенно новый термин – «кладбище культур».

Обреченность посадок сосны, создаваемых по принятому в Бузулукском бору «степному способу», казалась в то время столь неоспоримым фактом, что Второе лесоустроительное совещание при ревизии лесоустройства Бузулукского бора (1929 г.) приняло решение «согласиться с предложением лесоустроительной партии о запроектировании культур только в группе типов сложных боров, отнюдь не в первом хозяйстве (куда относились «все разновидности сухих и мшистых боров». – А.К.), в котором допускать культуры лишь для целей опыта». Этим решением лесокультурные работы в условиях сухих и мшистых боров, занимающие до 60% сосновых насаждений и большую часть пустырей и гарей бора, были отодвинуты на длительный срок.

Две научные экспедиции: первая – под руководством М.Е. Ткаченко (1927 г.), вторая – под руководством В.Г. Нестерова (1949 г.), выявили цепь взаимосвязанных внешних и внутренних причин, приводящих в определенных условиях к частичному и даже полному усыханию посадок, когда при наступлении засушливых лет с системными засухами резко ухудшается водоснабжение сосен. Одной из основных причин усыхания была указана общая недостаточная устойчивость чистых сосновых культур при вступлении их в возраст жердняка (12–15 лет). В этот период в насаждении идет усиленный транспирационный расход влаги и наступает несоответствие между развитием крон и корневых систем сосен, что ранее отмечал А.П. Тольский (1931). Дело усугубляло отсутствие образцовой агротехники и правильного ухода, использование сеянцев невысокого качества, а также очень высокая заселенность подкорным клопом и майским хрущом посадок всех гарей.

При анализе причин массового расстройств боровых культур Е.Д. Годнев (1968), выявил три ошибки: первая – не было полного учета состояния культур и их изменений на ранних стадиях развития (приживания и индивидуального роста); вторая – явления усыхания или, как их часто называли, «гибель посадок» рассматривались «в целом», без дифференцированной оценки насаждений, различных по степени расстроенности, возрасту и характеру усыхания, и третья – недостаточно была учтена способность ослабленных и суховершинных сосен к восстановлению. Отнесение к «безнадежным» обрекало их на сплошную вырубку в санитарных целях.

Материалы по истории культур Борового опытного лесничества за 1914–2005 гг., а также публикации Е.Д. Годнева и других, касающиеся причин усыхания культур, содержат ряд интересных моментов, на которые следует обратить внимание. Первый: пришедшие в состояние массового расстройства в жердняковом возрасте посадки Борового опытного лесничества к 1968 г. на значительной площади (около 200 га) образовали пустыри, которые без дополнений и ухода перешли в задерневающие редкостой. В первой половине XX в. расстройство и частичное усыхание неоднократно наблюдались не только в Боровом опытном лесничестве, но и в посадках Д.В. Широкова (1928–1929 гг.), в старых

посадках 1948–1949 гг., на гарях Державинского и Комсомольского лесничеств, а позже в крупных массивах культур в заповедном лесничестве.

Второй момент: обследование пробных площадей в Западной гари и некоторых других подобных местах, проведенное сотрудниками БОРЛОС, показало, что значительные площади культуры на сухих песках бора расстроены. Образуя большей частью сомкнутый полог, на остепнившихся площадях они имеют лентообразный характер, в которых опушки преобладают при отсутствии монолитных массивов.

И третий: на высоких дюнных всхолмлениях и в настоящий момент проявляется дефляция, что ведет к перегреву, иссушению почв, усилению транспирации. Загущенные посадки на гарях не выглядят жизнестойкими, а производимые насаждения поражены корневой губкой и энтомофагами. Отсутствие санитарного контроля и наблюдений за состоянием древостоев, особенно на гарях второй террасы, где загущенные посадки в «критические периоды» испытывают весь набор негативных воздействий факторов среды, приводят к сувершинности, болезням и гибели культур.

Исследования естественного возобновления сосны показали, что в целом этот процесс идет относительно успешно под пологом леса только в сосняках мшистых и лишайниковых. По данным разных обследований, в том числе лесоустройства 1979 г., количество самосева и подроста под пологом насаждений составляло в среднем около 10 тыс. шт/га, из них более 50% приходится на самосев и только около 5–16% – на подрост высотой более 1 м. Наибольшим количеством подроста (в среднем около 12 тыс. шт/га) обеспечены низкополнотные насаждения. В мшистых борах целого ряда кварталов Бузулукского массива имеется много соснового подроста, который при полном отсутствии ухода за ним в течение 10–40 лет под пологом материнского древостоя спасается от личинок хруща, превращающего находящиеся рядом культуры в сплошные «кладбища».

Работы Бузулукской экспедиции (1927–1929 гг.) под руководством М.Е. Ткаченко показали, что устойчивость затененного материнскими деревьями подроста значительно выше, чем культур, находящихся напротив него на открытой площади, которые погибали в 25-летнем возрасте.

Всходы сосны в этих группах типов леса появляются практически ежегодно, но в засушливые и несеменные годы их количество невелико. Дальнейшая сохранность самосева зависит от погодных условий, сомкнутости материнского полога, повреждений вредителями и болезнями. Считается, что успех возобновления в значительной степени гарантируется отсутствием засух в вегетацию года обсеменения и следующие за ним два года. В последующем для куртин самосева и подроста необходимо периодическое поэтапное осветление верхнего полога (вплоть до полного удаления материнского насаждения) за счет рубки деревьев с южной стороны куртин самосева и подроста по принципу местных группово-постепенных рубок М.А. Краснова. Как показала практика, этот способ рубок, проводившийся в течение более двух десятилетий при правильном отводе и надлежащем проведении, дает вполне удовлетворительные результаты. При предстоящем землеустройстве он рекомендован к назначению в качестве основного способа рубок обновления в рассматриваемых группах типов леса. Однако в разностях типов леса, переходных к травяным и сплош-

ным (травяно-мшистый, липово-мшистый), без активных мер по искусственному созданию групп подроста (подсевом и подсадкой семян) либо мер содействия за счет поранения почвы в окнах возобновление не всегда обеспечивается.

В группах типов леса ложно-травяных и сложных боров естественное возобновление, как правило, отсутствует, поскольку появляющийся самосев сосны заглушается травяным покровом либо лиственными и кустарниковыми породами (сложные боры). Некоторые положительные результаты по возобновлению при проведении мер содействия были получены сначала в низкополнотных насаждениях (0,3–0,4) методом минерализации почвы площадками 8–10 м² с использованием бульдозеров на гусеничном ходу и приуроченностью содействия к урожайным годам (как правило, один раз в 3 года). Для сохранения появляющегося подроста в сложных борах требуются регулярные осветления в течение трех-четырех лет после содействия, что не было обеспечено, и к настоящему времени подрост заглушен.

Критериями для оценки качества и благонадежности естественного возобновления сосны и соответственно для назначения способов лесовосстановления на лесосеках должны являться нормативы (шкалы) регионального «Руководства по лесовосстановлению...», а также рекомендации Боровой ЛОС, учитывающие особенности бора. Кроме того, необходимы глубокие системные мониторинговые исследования зависимостей между продуктивностью (приростом) боров и факторами среды. Необходима также многолетняя база данных для моделирования.

Первые лесные культуры в Бузулукском бору были заложены в 1852–1853 гг. лесничим Бакшениным, которые погибли при большом пожаре 1879 г. Лесоустройством 1868 г. было запроектировано создание 1847 га сосны, однако за 20 лет (1868–1888 гг.) появилось только 410 га, которые также почти все выгорели при пожарах. Сохранились посадки Ф.И. Винклера и М.Г. Цапкина, созданные в результате посадок дичков с глыбками земли при их размещении 2×1 и 2×2 м. Затем типы культур предлагались и испытывались выдающимися учеными-лесоведами: Ф.К. Арнольдом, Г.Ф. Морозовым, Н.А. Суходским, Г.Н. Высоцким, В.Г. Нестеровым, А.П. Тольским, практиками-лесничими: Д.В. Широковым, С.Д. Охлябинным, И.Н. Васильевым, П.А. Сиверцевым, научными сотрудниками Боровой ЛОС: Е.Д. Годневым, А.А. Хировым, В.М. Невзоровым и др.

Тип культур, предложенный Ф.К. Арнольдом, сводился к следующему: посадка 2-летних семян, глубокая обработка узкими полосами с устройством гряд, обмакивание семян после выкопки в раствор извести или почвы. Этот тип культур не дал хороших результатов. Г.Ф. Морозов и Н.А. Суходский рекомендовали создание культур по «степному» методу, который предусматривал посадку одно-двухлетних семян с комплексом мер по накоплению и сбережению влаги, в том числе с парованием и борьбой с сорняками. Варианты этого типа культур применяются в бору с переменным успехом и по настоящее время. Тип культур В.Г. Нестерова предусматривает дифференцирование применительно к условиям произрастания. При этом широко применяется естественная примесь осины, березы, а также создание мелиоративных полос шириной 10 м из березы, тополя, ирги, вишни песчаной, смородины золотистой, ракитника. Под их защитой затем производится посадка сосны (10–20 тыс. шт/га).

Боровой опытной станцией проводились исследования по созданию лесных культур, уходу за ними, выращиванию пород-интродуцентов и т. д.

Установлено, что кризисные периоды в бору в 20–30-х и 60–70-х годах XX в. сопровождались системными засухами и вспышками болезней. Невысокая сохранность создаваемых культур (табл. 73) лимитировалась комплексом взаимосвязанных факторов среды: почвенными, климатическими, гидрологическими условиями, агротехникой. До последнего времени наблюдались элементы догматического следования выводам авторитетных ученых-лесоводов, касающихся облесения гарей. Многообразие лесорастительных условий территории лесного массива предопределяет использование разнообразных главных пород, для создания производительных, экологически устойчивых лесных культур, обладающих высокими защитными свойствами, с неперменной механизацией всех процессов. С учетом ценности естественного возобновления, обеспечивающего выращивание наиболее устойчивых насаждений, этому методу должно уделяться особое внимание. Вместе с тем одной из основных задач лесоустройства является правильное определение лесокультурного фонда земель, не обеспеченных естественным возобновлением целевых пород и требующих искусственного восстановления.

Теоретически возможное увеличение лесопокрытых земель в бору составляет около 7,0 тыс. га, что обеспечило бы повышение лесистости на 2%, т. е. увеличение ее показателя до 30,3%. Согласно материалам лесоустройства, на 01.01.1999 г. массивы в бору были представлены, %: сосной – 51, дубом – 17, березой – 8, осинкой – 11, липой – 5, тополями – 4, остальными породами – 4%, из них перестойных – 40. Около 25% насаждений не соответствует оптимальному породному составу. Так, лиственные насаждения в бору занимают около половины его лесопокрытых земель, в том числе около 18% приходится на дубравы, остальная часть занята осинкой (11%), березой (8%), липой (5%) и др. Запас древесины представлен в табл. 74. Около 40% этих насаждений расположены в лесорастительных условиях боров и дубрав, т. е. являются производными и подлежат замене на целевые. Остальную часть занимают коренные типы леса.

За последние 50 лет лесопокрытая площадь увеличилась с 69% до 86%, площадь лесных культур – в 3,4 раза (см. рис. 4). При этом доля хвойных насаждений возросла до 50% (1948 г. – 40%), однако по запасу она осталась прежней – 60%. Площадь мягколиственных пород сократилась с 37% до 30%, площадь дубовых увеличилась на 5%, липовых – на 33% и тополевых – на 48%. В 1954 г. наблюдалось возобновление рубок главного пользования, а в 1977 г. – их повторное прекращение. На протяжении 150 лет рубки и возобновления осуществлялись самыми разнообразными способами и благоприятных результатов по возобновлению не дали.

Особенности природных условий бора и его статус как особо ценного лесного массива, а затем – национального парка РФ (2008 г.) определяют нестандартность подходов к проектированию многих сторон лесохозяйственной деятельности. Многие проблемы в бору остаются нерешенными, некоторые даже обострились, приняв почти кризисный характер: неблагоприятное санитарное состояние, ухудшение возрастной структуры лесного фонда, экстенсивная форма ведения лесного хозяйства, явно несоответствующая уникальности лесного

Таблица 73

Объемы заложенных и сохранившихся культур в Бузулукском бору (по материалам лесоустройства 2002 г.), га

Показатели	Годы создания лесных культур									Итого
	до 1888	1888–1907	1908–1927	1928–1947	1948–1958	1959–1968	1969–1979	1979–1989	1990–2000	
Производилось, га	410	1797	3493	5014	16 312	8625	5264	1166	852	42 933
Сохранилось, га	20	320	1513	2767	9458	7881	4608	988	720	28 275
%	4,9	17,9	43,2	46,3	58,0	91,3	87,5	84,7	84,5	65,9

Таблица 74

Запас древесины по годам (по материалам лесоустройства 2002 г.), млн м³

Показатели	1948 г.	1958 г.	1968 г.	1979 г.	1989 г.	1998 г.
Общий запас	10,6	13,5	15,2	18,4	20,6	20,5
В том числе: хвойные (сосна)	6,3	8,1	9,1	11,5	12,3	12,3
дуб	1,3	1,5	2,0	2,4	2,8	2,8
береза	0,6	0,8	1,0	1,1	1,4	1,4
осина	1,5	1,9	1,6	1,7	2,0	2,0

массива, с недостаточными объемами выполняемых мероприятий, не устраняющих указанные и другие негативные явления.

Мощным фактором, препятствующим успешному восстановлению лесов в бору становятся болезни. В сосновых культурах развитие многих болезней, приобретающих иногда характер эпифитотий, приводит к развитию хронических очагов поражения древостоев. Этому способствует и неимоверная экологическая нагрузка на весь комплекс экосистем бора. Наиболее распространенным заболеванием, поражающим сосну как в культурах, так и в естественных молодняках и сосняках более старшего возраста, является корневая губка, возбудителем болезни которой служит грибок – базидиомицет *Heterobasidion annosum* Bref, широко распространенный в лесах. Он играет важнейшую экологическую роль дереворазрушителя, регулируя часто видовой состав лесного биоценоза. Основная причина его распространения – извечная сухость, кризисные периоды (6–12–20 лет) при наличии молодых сосняков искусственного происхождения с высокой (около 10 000 шт/га) густотой посадки и поэтому ослабленных, которые чаще всего и поражаются корневой губкой. По данным лесопатологического обследования части насаждений бора (1994 г.), площадь очагов корневой губки составила 14,6 тыс. га. В Бузулукском бору эта болезнь возникла вследствие широкомасштабного создания монокультур сосны при традиционно сложившихся режимах лесовыращивания (слабое применение активных защитных, лесокультурных, лесоводственных и селекционных мер и т. д.). Упрощение технологий, особенно в последние 15–20 лет, усиление техногенно-урбогенного пресса в сравнении с прежними годами, когда велись широкомасштабные опытно-производственные и лесозащитные мероприятия, подорвало здоровье бора и ставит эту и другие проблемы в ряд насущных экологических

ких задач. Необходим детальный научный анализ экологического состояния бора, всех его геозкосистем, на основе которого можно разработать систему надежных интегрированных мероприятий по сохранению и восстановлению леса.

По данным последнего лесоустройства (2002 г.), в Бузулукском бору произошло чрезмерное (46,8% – почти 2-кратное) накопление доли спелых и перестойных насаждений, %: по твердолиственным породам – 64, мягколиственным – 60, а по отдельным породам, например, по дубу черешчатому низкоствольному – 74, сосне обыкновенной – 31, березе – 71, тополям – 78. Средний возраст сосны естественного происхождения составляет 136 лет при очень низком (1,2 м³/га) текущем приросте. Все спелые и перестойные сосняки Бузулукского бора в разной степени (местами до 50%) поражены стволовой гнилью, вызываемой грибом *Phellinus pini* (сосновая губка), опухолевидным или язвенным раком и другими болезнями (Основные положения..., 2002). Анализ семян сосны показал, что их качество за 10 лет заметно снизилось, что также является прямым следствием старения семенного фонда сосны обыкновенной.

В бору почвы с лучшими лесорастительными условиями занимают площадь 44 766 га (44,7%), хорошими – 15 986 га (16%), тяжелыми – 14 568 га (14,6%), средними – 24 736 га (24,7%). Довольно часто проявляются процессы ветровой эрозии, особенно после пожаров и в сухие циклы. Так, в 20-х годах XX в. на горях площадью 20 тыс. га ветровая эрозия приняла огромные масштабы. Пирогенные песчаные и супесчаные почвы пришли в движение и превратились в переносные пески. Лесоводам с большим трудом удалось создать на этих площадях лесные культуры, закрепив движущиеся пески.

В последние годы по существу нарушена координация научно-исследовательских работ по лесному хозяйству, в том числе по гидрологии бора. Если ранее комплексные исследования в этом направлении осуществлялись по единой программе многими институтами системы лесного хозяйства и других ведомств (Гидрометеослужба, Академия наук, Московский государственный университет и др.), то теперь они или не проводятся или, в лучшем случае, осуществляются только отдельными институтами или сотрудниками по ограниченной упрощенной программе. Уровень этих исследований, некомплексный характер, кратковременность и несистемность не дают возможности получать объективные данные и применять в практике.

Несовершенство лесного законодательства ведет к нарастанию регионального сепаратизма, усилению рубок. Часто судьбу бора решают органы власти субъектов РФ, которые в угоду местным экономическим интересам утверждают правила, противоречащие основополагающим документам, регламентирующим ведение лесного хозяйства в уникальном генетическом резервате без учета экологических последствий. Отсутствие единого хозяина в бору, безудержные рубка и охота на фауну, техногенез, несоблюдение элементарных лесохозяйственных требований ослабили бор, нарушили режим его гидрологической сети и приближают к гибели. Установлено, что при замене хвойных лесов лиственными ослабляется гидрологическая роль леса. Лиственный молодняк активнее и быстрее сбрасывает в русловую сеть зимне-весенние осадки (до 70%), тем самым уменьшая уровень воды в реках в меженьный период.

За последние 50 лет значительно усилилась фрагментация ландшафтов бора, которая приняла катастрофический характер, и начинается она при формирова-

нии техногенных пустырей в местах закладки скважин, строительства дорог, нефтепроводов, водоводов, усилении антропогенного и техногенного пресса, нагрузки скота и автотранспорта. Согласно научным нормам для условий бора, нагрузка скота не должна превышать 1 голову КРС или 7 овец на 5 га.

В этих условиях решение назревших проблем Бузулукского бора только на основе неполных научных исследований и малообоснованных технологических норм представляется малореальным и часто неэффективным, даже вредным. Основными направлениями дальнейшего рационального ведения лесного хозяйства в бору нам представляются следующие:

1. Необходимо значительно усилить сложившиеся научные и изменить хозяйственные приоритеты в целях сохранения и воспроизводства генетических резерватов, для дальнейшего развития Бузулукского бора. Для решения этих задач должен быть принят закон на региональном (и)или на федеральном уровнях (как это было ранее) по развитию Бузулукского бора как уникальнейшего генетического феномена, не имеющего аналогов.

2. Ведение комплексного мониторинга за состоянием компонентов среды, гидрогеологического режима, растительности, почв, ландшафтов и погоды в целях определения направлений сбалансированного природопользования. Особенно актуальны научные исследования по изучению почв, лесорастительных условий геоэкосистем, карт режимов природопользования, моделированию гидрологического и других режимов в целях поддержания оптимального режима грунтовых вод на всей территории бора. Должны быть усилены комплексные исследования по технологиям лесовозобновления с учетом современных представлений мировой науки о лесе и ценных резерватах мирового класса.

3. Антропогенные, особенно техногенные, нарушения в окружающей среде бора требуют для своего устранения фундаментальных научных разработок по комплексной реабилитации техногенных пустырей, рациональному использованию и особой охране его уникальных объектов. В обеспечении устойчивого состояния узловое место должно быть отдано почвенно-гидрологическому блоку, взаимосвязям его с другими компонентами геоэкосистемы. Антропогенная деградация почвенно-гидрологического блока грозит ослаблением вплоть до полной редукции целого ряда важнейших экологических (биосферных) и хозяйственных (экономических) функций Бузулукского бора. Высокая устойчивость его геоэкосистем – основа сложнейшего ансамбля многообразия факторов среды и их взаимоподдержания при участии человека не только в бору, но и вне его.

4. Результаты долгосрочных экологических исследований и мониторинга по структуре и динамике экосистем бора необходимы для разработки мер по управлению резерватом. Пополнение банка многолетних данных по вопросам управления природными ресурсами и их системный анализ необходимо использовать при выявлении функциональных особенностей экосистем и характера их естественных и антропогенных трансформаций, для предотвращения разрушения генофонда резерватов, надежной охраны и защиты популяций биоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Утилитарные представления о биосфере только как об источнике ресурсов для удовлетворения неограниченных потребностей и улучшения жизни человека приводят к негативному изменению естественных экосистем и быстрому снижению биоразнообразия на планете. Поэтому глобальная проблема XXI в. – сохранение территорий с ненарушенными сообществами биоты, которые еще не утратили механизма биотической регуляции и поэтому способны к сохранению своей среды обитания. При неумелом вмешательстве человека в жизнь экосистем, тотальном сокращении площадей ненарушенных территорий биологический потенциал биоты может быть полностью утрачен, что приведет к ее гибели, а в конечном итоге – к переходу планеты в непригодное для жизни человека состояние.

Каждый должен понимать, что сокращение площади лесов сопровождается резким ростом засух, увеличением площадей пустынь. Уничтожение Бузулукского бора в мгновение ока превратит песчаные пространства, на которых он раскинулся, в пустыни, площади которых будут расти и расширяться по экспоненте. Возникнут неразрешимые экологические проблемы, связанные с опустыниванием больших территорий. Поэтому человек должен осторожно и грамотно подходить к любому вмешательству в жизнь и функционирование естественных экосистем бора. Представления о допустимости вырубки «перестойного», «гниющего» ненарушенного леса и другие аналогичные «рецепты» лесорубов в целях «оздоровительных» мероприятий – глубокое заблуждение. Экологические сообщества сами в себе содержат «программу восстановления» после внешних нарушений их среды. Так называемое «техническое» управление, навязанное человеком, нарушает устойчивость структуры экологических сообществ бора, жизнь которых устроена на принципах и «рецептах», не имеющих аналогов в физических системах, предлагаемых людьми. Как показывают научные наблюдения, метод искусственного лесовозобновления в Бузулукском бору не всегда эффективен, так как возобновление и развитие молодых насаждений сосны протекают как раз в обратных условиях – под защитой старых, отмирающих деревьев.

В период сукцессии процессы развития в лесных геоэкосистемах направлены на скорейшее восстановление естественного зрелого леса, способного с наибольшей эффективностью управлять средой. Произвольное изменение среды приводит к тому, что виды не могут адаптировать свою генетическую программу и погибают. Таковы законы жизни биоты.

Анализ многолетних трендов осадков, температуры, ГТК, зависимостей уровней разных типов грунтовых вод и факторов среды помог обозначить тенденции ряда кризисных периодов в состоянии культур сосны и «жизни» бора. Эти периоды (6–12–22 лет) системных засух с узлом взаимосвязанных негативных факторов погоды усугубляются антропогенным прессом. Особенно значимыми в функционировании геоэкосистемы они были в 20–30-х и

60–70-х годах XX в., сопровождавшиеся вспышками и развитием вредителей и болезней.

Лучшие по продуктивности типы боров функционируют в наиболее благоприятных гидрогеологических условиях, т. е. там, где грунтовые воды находятся в зоне корней сосны. Бор начнет сохнуть, как только нефтепродукты при случайных или преднамеренных разливах попадут в грунтовые воды. Хрупкая среда бора не выдержит такое загрязнение, особенно в условиях ожидающихся изменений климата – снижения норм осадков и уровня грунтовых вод.

В эпоху назревающей глобальной экокатастрофы, которую экологи и ноосферники прогнозируют в третьем тысячелетии, агролесомелиорацию следует рассматривать не только как средство поле- и почвозащиты, стокорегулирования и водоохраны, но прежде всего как мощный биогеофитоценотический фактор смягчения процессов деструкции агроэкосистем и восстановления их компенсаторно-регуляторного потенциала. Сбережения лесов недостаточно. Все большую актуальность приобретает проблема восполнения утраченных. Главный трагизм усиливающегося кризиса в агросфере состоит не только в том, что истощаются многие ресурсы, а в том, что утрачивается способность их саморегуляции и самовосстановления.

В настоящей работе мы попытались вскрыть некоторые механизмы устойчивости и уязвимости геоэкосистем бора. Оказалось, к сожалению, что хрупкая среда бора склонна больше в сторону уязвимости – таков закон степи. Пусковыми моментами могут стать элементы «технического» управления бором, неумелое вмешательство в жизнь его экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аарнио В.О. О выпадении окислов железа и алюминия в песчаных и щебенчатых почвах Финляндии // Почвоведение, 1915. № 2. С. 1–50.
- Абрашко М.А. Закономерности распределения и фракционный состав биомассы подземных частей // Структура и продуктивность лесов южной тайги. Л.: Наука, 1973. 205 с.
- Александровский А.Л. Пирогенное карбонатообразование: результаты почвенно-археологических исследований // Почвоведение, 2007. № 5. С. 517–524.
- Ариушкина Е.В. Химическая природа и условия образования ортзандов // Уч. зап. МГУ. Почвоведение. М., 1939. Вып. 27. С. 169–208.
- Арманд А.Д. Информационные модели природных комплексов. М.: Наука, 1975. 126 с.
- Арманд А.Д., Ведюшкин М.А. Триггерные геосистемы. М.: Ин-т географии АН СССР, 1989. 51 с.
- Ахтырцев Б.П. Провинциальные особенности почв Средне-Русской возвышенности // Почвоведение, 1962. № 1. С. 26–40.
- Афанасьева Е.А. Режим мощных черноземов под травяными и древесными ценозами // Почвоведение, 1966. № 6. С. 1–11.
- Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 243 с.
- Базилевич Н.И., Гребенчиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 297 с.
- Благовещенская Н.В. Динамика лесных экосистем верхнего плато Приволжской возвышенности в голоцене // Экология, 2006. № 2. С. 83–88.
- Богатырев Л.Г. О классификации лесных подстилок // Почвоведение, 1990. № 3. С. 118–127.
- Богданов С.В. Эпоха мели степного Приуралья. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 285 с.
- Болотов А.Т. О рублении, поправлении и заведении лесов. ТВЭО. Ч. IV. СПб., 1766; Ч. V. СПб., 1767. 18 с.
- Борзенкова И.И. Изменение климата в кайнозое. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 247 с.
- Будаговский А.И. Испарение почвенной влаги. М.: Наука, 1964. 244 с.
- Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 472 с.
- Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 327 с.
- Вальтер И. Законы образования пустынь. СПб., 1911.
- Ведюшкин М.А. Гистерезис в конкурентных системах // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. М.: Ин-т географии АН СССР, 1989. С. 215–225.
- Ведюшкин М.А. Моделирование пространственных переходов между фитоценозами // Математическое моделирование популяций растений и фитоценозов. М.: Наука, 1992. С. 24–30.
- Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага (применительно к запросам сельского хозяйства). Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 328 с.
- Вильямс В.Р. Собрание сочинений. М.: Сельхозгиз, 1951. Т. 6. 489 с.
- Винокуров М.А. Отношение углерода к общему содержанию азота в сибирских почвах // Почвоведение, 1936. № 5. С. 18–26.
- Воронков Н.А. Пространственное варьирование влажности песчаных почв под насаждениями сосны // Почвоведение, 1967. № 10. С. 62–68.
- Воронков Н.А. Влагообеспеченность сосновых насаждений и методы ее определения // Почвоведение, 1969. № 4. С. 46–58.
- Воронков Н.А. Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений. М.: Лесная промышленность, 1973а. 183 с.
- Воронков Н.А. Режим грунтовых вод в песках засушливых областей // Почвоведение, 1973б. № 5. С. 82–92.
- Воронцов А.И. Роль лесопатологических факторов в усыхании дубрав на Русской равнине // О мерах по улучшению состояния дубрав в европейской части РСФСР: Тез. докл. к науч.-практ. совещанию. Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. С. 9–13.
- Высоцкий Г.Н. Глей // Почвоведение, 1905. № 4. С. 291–321.
- Высоцкий Г.Н. Бузулукский бор и его окрестности. Почвенно-ботанико-лесоводственный очерк (отдельные оттиски из «Лесного журнала») // Лесной журнал, 1909. № 10. 50 с.

- Высоцкий Г.Н. Почвообразовательные процессы в песках // Изв. Русск. импер. геогр. об-ва, 1911. Т. 47, вып. 6. С. 303–313.
- Высоцкий Г.Н. Этюды по гидрологическим основам почвоведения // Почвоведение, 1930. № 4. С. 5–31.
- Гаель А.Г. Облесение бугристых песков засушливых областей М.: Географгиз, 1952. 218 с.
- Гаель А.Г., Воронков Н.А. Особенности облесения песков в степной зоне. М.: Изд-во «Лесное хозяйство», № 6. 1965. С. 11–23.
- Гаель А.Г., Маланьин А.Н. Почвы лесных колков по песчаным террасам степного Дона // Почвоведение, 1971. № 8. С. 8–20.
- Гаель А.Г., Трушковский А.А. Фазы дефляции и возраст почв на золотых песках степной зоны СССР // Вестн. МГУ. Сер. геогр., 1962. № 6. С. 21–29.
- Гаель А.Г., Смирнова Л.Ф. Пески и песчаные почвы. М.: ГЕОС, 1999. 252 с.
- Гаель А.Г., Хабаров А.В. Особенности почвообразования на песках Бузулукского бора в связи с их минералогическим составом // Почвоведение, 1971. № 2. С. 119–135.
- Гацков В.Г., Лугин Э.Н. Бузулукский бор – проблемы и перспективы // Охрана окружающей среды Оренбургской области / Под ред. Куксанова В.Ф. Оренбург: ИПК ОГУ, 2002. С. 151–163.
- Герасимов И.П. Элементарные почвенные процессы как основа для генетической диагностики почв // Почвоведение, 1973. № 5. С. 102–113.
- Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии Мира. М.: Наука, 1985. 247 с.
- Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
- Гилларов М.С. Соотношение размеров и численности почвенных животных // Докл. АН СССР, 1944. Т. 13, № 6.
- Глазовская М.А. Биогеохимическая организованность экологического пространства в природных и антропогенных ландшафтах как критерий их устойчивости // Изв. РАН. Сер. геогр., 1992. № 5. С. 5–12.
- Глазовская М.А., Кречетов П.П., Черинцова О.В. Общие закономерности накопления и возобновления запасов элементов-органогенов в дерново-подзолистых почвах хвойно-широколиственных лесов // Почвоведение, 2004. № 12. С. 1430–1439.
- Глинка К.Д. Деградация и подзолистый процесс // Почвоведение, 1924. № 3–4.
- Годнев Е.Д. Характеристика смешанных культур на дюнных песках // Бузулукский бор. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. Т. 1. С. 79–97.
- Годнев Е.Д. Бузулукский бор: Исследования и опыты. 1903–1953. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1953. 94 с.
- Годнев Е.Д. О культурах сосны в Бузулукском бору // Лесное хозяйство, 1968. № 6. С. 40–46.
- Годнев Л.Е. Особенности водного режима песчаных почвогрунтов в лесных насаждениях и на полянах-пустырях в Бузулукском бору // Тез. докл. науч.-техн. конф. молодых ученых. Пушкино: ВНИИЛМ, 1971. С. 20–26.
- Голубев Г.Н. Глобальные изменения в экосфере. М.: Желдориздат, 2002. 365 с.
- Гордеев В.В. Речной сток в океан и черты его геохимии. М.: Наука, 1983. 100 с.
- Гордиенко И.И. Роль энтомофауны в почвообразовании на Олешковских песках // Почвоведение, 1957. № 5. С. 89–90.
- Горишков В.Г. Географическая организация биосферы и проблемы управления природными системами // Природа и ресурсы, 1989. Т. XXV, № 1–4. С. 9–25.
- Горишков В.Г., Кондратьев К.Я. Принцип Ле Шателье в приложении к биосфере // Экология, 1990. № 1. С. 7–16.
- Горишков С.П. Эколого-географические основы охраны природы: Учеб. пос. М.: Изд-во МГУ, 1992. 123 с.
- Гурский К.Н. Экскурсия в казенный Бузулукский бор // Труды уездного съезда созданного в области «Сухого лесоводства» Среднего Поволжья. Петроград, 1915. С. 8–19.
- Гусев Е.М. Экологическая роль почвенных вод и их ресурсы // Водные ресурсы, 1990. № 5. С. 110–121.
- Даркиевич Я.Н. Бузулукский бор. Чкаловск: Чкаловское кн. изд-во, 1953. 88 с.
- Демкин В.А. Палеопочвенные исследования археологических памятников в долине реки Сок (Самарское Заволжье) // Почвоведение, 2000. № 1. С. 38–49.
- Добровольский Г.В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1968. 296 с.
- Добровольский В.В. Ландшафтно-геохимические критерии оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами // Почвоведение, 1999. № 5. С. 539–645.

- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв (Учение об экологических функциях почв). Классический университетский учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. 365 с.
- Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.: Сельхозгиз, 1953. 152 с.
- Докучаев В.В. Русский чернозем // Избр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. III.
- Докучаев В.В. Избранные сочинения. М.: Сельхозгиз, 1954. 708 с.
- Дорст Ж. До того, как умрет природа. Пер. с франц. М., 1968. 503 с.
- Доскач А.Г. Четвертичный этап развития и морфоскульптура // Юго-Восток европейской части СССР. М.: Наука, 1971. С. 45–68.
- Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.
- Дубянский В.А. Растительность русских песчаных пустынь. СПб.: Изд. Брокгауз – Ефрон, 1911.
- Дубянский В.А. Работы Русского географического общества по изучению сыпучих песков // Вопросы географии, 1947. № 3. С. 18–29.
- Евсеев А.В., Куликов К.И. Особенности строения и устойчивости почв экотонных севера Западной Сибири // Геогр. и прир. ресурсы, 2003. № 1. С. 68–76.
- Ефимова Н.А., Строкина Л.А. Эмпирические оценки изменений климата на континентах Северного полушария в конце XX в. // Изменения климата и их последствия. СПб.: Наука, 2002. С. 93–104.
- Жузе Т.П. Миграция углеводородов в осадочных породах. М.: Недра, 1986. 254 с.
- Завалишин А.А. Почвы Кузнецкой лесостепи // Тр. СОПС АН СССР. Сер. Сиб., 1936. Т. 20. 165 с.
- Зайдельман Ф.Р., Банников М.В. Неконкреционные новообразования почв гумидных ландшафтов и их диагностическое значение // Почвоведение, 2001. № 4. С. 395–408.
- Зайдельман Ф.Р. Подзоло- и глессобразование. М.: Наука, 1974. 208 с.
- Зайцев Б.Д. Почвы сухих условий местопроизрастания Бузулукского бора // Тр. Бузулукской экспедиции, 1944. С. 33–51.
- Зайцев Б.Д. Лес и почва. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1949. 100 с.
- Залетаев В.С., Стефанов В.И. Аридизация и остепнение речных пойм в субгумидном и аридном поясе Евразии // Евразия, 1998. № 3. С. 24–32.
- Землячченский П.А. Бузулукский бор в геологическом и гидрологическом отношении с кратким обзором почвенных типов // Тр. Опытных лесничеств. СПб., 1904. Вып. 2. С. 419–460.
- Землячченский П.А. Основные факторы лесопроизрастания Бузулукского бора // Труды и исслед. по лесному хозяйству и лесной пром-ти. Л., 1931. Вып. 13. С. 29–43. (Тр. Бузулукской экспедиции. Ч. I.)
- Землячченский П.А. Выветривание полевых шпатов в связи с почвообразованием // Тр. Почв. ин-та им. Докучаева. М., 1933. Т. 8, вып. 1. С. 59–78.
- Землячченский П.А., Мачулин А.С. Почвы Борового опытного лесничества. М., 1931. 159 с.
- Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука, 1992. 170 с.
- Иванов И.В., Васильев И.Б. Человек, природа и почвы Рын-песков Волго-Уральского междуречья в голоцене. М.: Интеллект, 1995. 258 с.
- Иванов И.В. Геолого-почвенные подходы к изучению природных процессов, природных и археологических объектов. Концепция «Археологического вещества» // Проблемы эволюции почв: Мат-лы IV Всерос. конф. Пушино, 2003. С. 34–37.
- Иенна Г. Факторы почвообразования. М.: ИЛ, 1948.
- Измайловский А.А. Как высохла наша степь. М., 1937. 75 с.
- Исаченко А.Г., Шляпников А.А. Типы ландшафтов Нечерноземья Европейской России // Изв. ВГО, 1979 Т. III, вып. 1. С. 3–10.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
- Калининченко А.П. Дубравы России. М.: ВНИИЦ-лесресурс, 2000. 536 с.
- Кеппен Ф.Т. Географическое распространение хвойных деревьев в Европейской России и на Кавказе // Зап. Императорской акад. наук (Приложение). СПб., 1885. № 4. 634 с.
- Караванова Е.И., Шмидт С.Ю. Сорбция водорастворимых соединений меди и цинка лесной подстилкой // Почвоведение, 2001. № 9. С. 103–109.
- Карпачевский Л.О., Травлев А.П. Лесные почвы и сальватация ландшафта // Почвоведение, 1991. № 4. С. 12–18.
- Кин Н.О. «Островной» массив Бузулукский бор как объект природного наследия Оренбургской области: Мат-лы междунар. науч.-практич. конф. «Алдамжаровские чтения». Кустанай, 2007. С. 582–585.
- Кауричев Т.С., Ноздрунова Е.Н., Евсеева Р.П. О содержании и формах воднорастворимых соединений алюминия в почвенных растворах // Почвоведение, 1969. № 9. С. 68–79.

- Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
- Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Смоленск: Изд-во «Ойкумена», 2004. 342 с.
- Климанов В.А. Климат Восточной Европы в климатический оптимум голоцена (по данным палинологии) // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 251–258.
- Климанов В.А., Немкова В.К. Изменение климата Башкирии в голоцене // Палеоклиматы голоцена Европейской территории СССР. М., 1988. С. 45–51.
- Климентьев А.И. Благородная ржавчина земли // Природа и мы. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1979. С. 25–42.
- Климентьев А.И. Почвенно-экологические основы степного землепользования. Екатеринбург, 1997. 248 с.
- Климентьев А.И., Чибилев А.А., Блохин Е.В., Грошев И.В. Красная книга почв Оренбургской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 295 с.
- Климентьев А.И., Ложкин И.В., Трубин А.П. Геоэкологическая оценка почв урбанизированных территорий. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 180 с.
- Климентьев А.И., Сквалецкий Е.Н., Нестеренко Ю.М. и др. Роль подстилки в формировании профиля почв Бузулукского бора // Степи Северной Евразии: IV междунар. симпозиум. Оренбург, 2006. С. 353–356.
- Кнорре Е. Итоги 25-летних работ Борового опытного лесничества по лесной метеорологии // Сб. «Итоги опытных исследовательских работ Борового опытного лесничества», 1932. 86 с.
- Ковда В.А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973. Кн. 1. 447 с.
- Ковда В.А., Лебедев Н.Н. К новейшей истории Каспийской равнины // Докл. АН СССР, 1933. Т. 1.
- Ковда В.А., Самойлова Е.М. О возможности нового понимания истории почв Русской равнины // Почвоведение, 1966. № 9. С. 2–12.
- Козловский Ф.И. Пути и перспективы дальнейшего развития концепции структуры почвенного покрова // Теория и методы изучения почвенного покрова. М.: ГЕОС, 2003. С. 283–298.
- Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. Дальневосточного фил. АН СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 2 (4). 340 с.
- Колесников Б.П. Некоторые вопросы развития лесной типологии // Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Тр. Ин-та экологии растений и животных. Свердловск, 1967. Вып. 53. С. 79–104.
- Коломыц Э.Г. Бореальный экотон и географическая зональность. М.: Наука, 2005. 392 с.
- Коломыц Э.Г. Прогнозные и палеогеографические сценарии зональных гидроклиматических и биотических условий Волжского бассейна // Водные ресурсы, 2006. Т. 33, № 2. С. 206–223.
- Коломыц Э.Г. Региональная модель глобальных изменений природной среды. М.: Наука, 2003. 371 с.
- Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 390 с.
- Кононова М.М. Органическое вещество почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 314 с.
- Константинов П.Н. Методика полевых опытов (с элементами теории ошибок). М.: Сельхозгиз, 1939. 136 с.
- Краснов М.А. Влажность почвогрунтов на полянах, вырубках и в различных насаждениях Бузулукского бора // Лесное хозяйство, 1941. № 1. С. 22–25.
- Крауслис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 232 с.
- Кременецкий К.В., Беттгер Т., Климанов В.А. и др. История растительности и климата Бузулукского бора в позднеледниковье и ее палеогеографическое значение // Изв. АН. Сер. географ., 1998. № 4. С. 60–74.
- Кренке А.Н., Золотокрылин А.Н. Исследование роли типов растительности во взаимодействии подстилающей поверхности и атмосферы // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1984. № 11. С. 1081–1088.
- Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 118 с.
- Кулик Н.Ф. Песчаные земли и их мелиорация. М.: Изд-во ВНИИЛМИ, 2003. С. 172–180.
- Кыли Р.К. О динамике образования лесной подстилки // Почвоведение, 1986. № 2. С. 112–122.
- Лаченков С.Г. Из истории Бузулукского государственного заповедника // Бузулукский бор. Чкалов: Облгиз, 1940. 34 с.
- Ливеровский Ю.А., Соколов И.А., Таргульян В.О. О принципах почвенно-профильной и почвенно-генетической терминологии // Почвоведение, 1973. № 5. С. 114–121.

- Личков Б.Л. Природные воды земли и литосфера. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 240 с.
- Лозовой А.А. Лесоразведение в Оренбургском крае // Лесорастительные условия долины реки Урал. Труды Ин-та леса АН СССР. М., 1957. Т. 34. С. 274–315.
- Лосицкий К.Б. Восстановление дубрав. М.: Сельхозиздат, 1963. 320 с.
- Львович М.И. Вода и жизнь. М.: Мысль, 1986. 254 с.
- Мазарович А.Н. Стратиграфия четвертичных отложений Среднего Поволжья // Труды комиссии по изучению четвертичного периода, 1935. Т. 4, вып. 2. С. 51–94.
- Мазарович А.Н. Геологическое строение Заволжья между гг. Куйбышевым и Оренбургом // Бюл. МОИП. Отд. геол., 1936. Т. XIV. № 6. С. 521–522.
- Мачулин А.С. Почвы Борового опытного лесничества // Труды и исслед. по лесному хозяйству и лесной пром-ти. Л., 1931. Вып. 13. С. 43–109. (Тр. Бузулукской экспедиции. Ч. I.)
- Мерперт И.Я. Из древней истории Среднего Поволжья // Материалы и исследования по археологии СССР, 1958. № 61. С. 8–20.
- Мерперт И.Я. Древнейшие скотоводы Волжско-Уральского междуречья. М.: Наука, 1974. 176 с.
- Метеорологический обзор по Бузулукскому бору за 1905–1983 годы. М., 1985. 28 с.
- Мильков Ф.Н. Среднее Поволжье. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 262 с.
- Мильков Ф.Н. Физическая география: Учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1986. 327 с.
- Мишневский Г.М. Структурный подход в почвоведении // Почвоведение, 1995. № 7. С. 917–925.
- Моисеев Н.Н. Быть или не быть ... человечеству? М.: Наука, 1999. 288 с.
- Моисеев Н.Н. Универсум. Информация. Общество. М.: Изд-во «Устойчивый мир», 2001. 200 с.
- Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. Человек и биосфера. Опыт системного анализа и эксперименты с моделями. М.: Наука, 1985. 272 с.
- Морозов Г.Ф., Охлябинин С.Д. Опыт над влиянием корневой системы соснового насаждения на влажность почвы под ним. Л.; М., 1911. Вып. 6. С. 928–965.
- Морозов Г.Ф. Очерки по лесокультурному делу. М.; Л.: Сельхозгиз, 1930. 410 с.
- Морозов Г.Ф. Учение о типах лесонасаждений. М.; Л.: Сельхозгиз, 1931. 440 с.
- Морозов Г.Ф. Основы лесной биогеоценологии. М.: Изд-во «Наука», 1964. 400 с.
- Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.: Химия, 1973. Т. 1. 656 с.; Т. 2. 688 с.
- Нестеров В.Г. Общий очерк Бузулукского бора // Бузулукский бор. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. Т. 1. С. 5–142.
- Неуструев С.С. О почвообразовательных процессах в сыпучих песках // Изв. Русск. геогр. о-ва. М., 1911. Т. 47, вып. 6. С. 71–104.
- Неуструев С.С. Бузулукский уезд. Материалы для оценки земель Самарской губернии. Самара, 1916а. Т. 6. 500 с.
- Неуструев С.С. Классификация почвообразовательных процессов. СПб., 1916б. 31 с.
- Неуструев С.С. Естественные районы Оренбургской губернии. Оренбург, 1918. 169 с.
- Никитин С.С. Геологическое описание Бузулукского уезда и прилегающих областей // Изв. геологич. комитета, 1891. № 8–9. С. 149–170.
- Николаев В.А. Ландшафты азиатских степей. М.: Изд-во МГУ, 1999. 288 с.
- Николаев В.А. Ярусность ландшафтной оболочки // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 4. С. 8–14.
- Нильсон А.М. Дискретные и непрерывные модели экологических явлений. Тарту, 1978. С. 54–55.
- Почвы Куйбышевской области. Куйбышев: Куйбыш. кн. изд-во, 1949. 223 с.
- Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Отчеты по Лесному управлению за 1875 г. СПб., 1877. С. 43.
- Павлинов Н.П. Состояние дубрав в европейской части РСФСР и мероприятия по их оздоровлению // О мерах по улучшению дубрав в европейской части РСФСР. Пушкино, 1972. С. 71–84.
- Паллас П.С. Путешествия по разным провинциям Российской империи. СПб., 1809. Ч. I. 657 с.
- Петелина А.М. Почвенные условия Волго-Уральских песков // Почвоведение, 1954. № 2. С. 25–31.
- Петрищев В.П. Ландшафтообразующая роль солянокупольной тектоники и ее значение в формировании природоохранного каркаса Оренбургского Приуралья: Дис. ... канд. геогр. наук. Оренбург, 2000. 238 с.
- Петрищев В.П. Ландшафтно-экологические особенности Бузулукского бора // Изв. Самарского НЦ РАН. Спец. выпуск «Природное наследие России». Самара, 2004. Ч. I. С. 121–129.

- Петров К.М., Жиров А.И. География. Экология. Культура. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1995. 127 с.
- Плюснин И.И. Основные закономерности развития пойм и других элементов речных долин // Труды и исслед. по лесному хозяйству и лесной пром-ти. Л., 1931. Вып. 13. С. 21–26. (Тр. Бузулукской экспедиции. Ч. I.)
- Польнов Б.Б. Пески Донской области, их почвы и ландшафты // Труды Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1926. Ч. I; 1927. Ч. II.
- Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. 224 с.
- Постановление № 1494 Совета Министров СССР от 7 мая 1948 г. «О мерах по восстановлению лесов и улучшению лесного хозяйства в лесном массиве «Бузулукский бор». 2 с.
- Прасолов Л.И. Почвы Заволжья // Почвы СССР. М.; Л., 1939. Т. 3. С. 237–275.
- Пригожин И. От существующего к возникающему: Пер. с англ. М.: Наука, 1985. 311 с.
- Пьявченко Н.И., Козловская Л.С. К познанию истории Бузулукского бора // Работы по лесоведению. Тр. Ин-та леса АН СССР. М., 1958. С. 149–162.
- Раменский Л.Г. Основные закономерности растительного покрова и их изучение // Вестник опытного дела. Воронеж, 1925. С. 57–99.
- Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. 334 с.
- Ремезов Н.П. Почвы сосновых лесов лесостепи и южных полесий // Почвоведение, 1951. № 3.
- Ремезов Н.П., Быкова Л.Н., Смирнова К.М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР. М.: Изд-во МГУ, 1959. 283 с.
- Ремезов Н.П., Погребняк П.С. Лесное почвоведение. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 418 с.
- Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 244 с.
- Роде А.А. Подзолообразовательный процесс. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. 454 с.
- Роде А.А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв. М.: Изд-во АН СССР, 1947. 142 с.
- Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов земного шара. М.; Л.: Наука, 1965. 253 с.
- Рубцов В.В., Уткина И.А. Влияние листогрызущих насекомых на состояние и производительность дубрав // Сб. науч. трудов. Гомель, 1998. Вып. 48. С. 84–90.
- Рутковский В.И. Динамика климатических и гидрологических условий и влияние ее на лесные культуры по исследованиям в Бузулукском бору: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. ВНИИЛХ. Пушкино, 1950. 11 с.
- Рычков П.И. Топография Оренбургская. СПб., 1762. Ч. I. 331 с.
- Рычков П.И. О сбережении и размножении лесов // ТВО, 1767. Ч. VI. С. 82–112.
- Рябинина З.Н. Растительный покров степей Южного Урала (Оренбургская область). Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2003. 224 с.
- Саваренский Ф.П. Опыт физико-географической характеристики Юго-Востока и подразделения его на районы. Л., 1950. 36 с.
- Сазонов Б.И. Суровые зимы и засухи. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 240 с.
- Сальников А.Л. Почвенно-растительный покров дельты Волги: продуктивность, динамика, кризисные процессы: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Астрахань, 2009. 46 с.
- Саркисян С.Г. Петрографо-минералогические исследования верхнепермских и триасовых отложений Приуралья. М.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 208–228.
- Седых В.Н., Тараканов В.В. Устойчивость древесных растений к отходам бурения. Новосибирск: Наука, 2004. 87 с.
- Семенова-Тян-Шанская А.М. Материалы к распространению сосновых лесов Поволжья // Тр. БИН АН СССР. Л., 1957. Вып. 11. С. 306–338.
- Симон Ф.П. В лесах Общего Сырта // Лесн. журн., 1991. Т. 40, вып. 10. С. 1119–1140.
- Скворцова Е.Б., Уланов Н.Г., Басевич В.Ф. Экологическая роль ветрования. М.: Лесная пром-сть, 1983. 190 с.
- Сквалецкий Е.Н., Климентьев А.И., Нестеренко Ю.М. Гидрогеологические особенности Бузулукского бора // Степи Северной Евразии: IV междунар. симпозиум. Оренбург, 2006. С. 662–662.
- Смирнов И.Н., Камышова Л.В. Нагорные и пойменные дубравы Бузулукского бора // Повышение устойчивости и продуктивности дубрав, опыт и перспективы выращивания насаждений лиственных в европейской части России: Мат-лы совещания-семинара. Чебоксары, 2005. С. 273–286.
- Смирнова О.В., Турубанова С.А. Формирование и развитие восточно-европейских широколиственных лесов в голоцене // Бюл. «Самарская Лука», 2002. № 12. С. 5–19.

- Соколов И.А. О понятиях «зональный почвенный тип» и «почвенная зона» // Лес и почва. Тр. Всесоюз. науч. конф. по лесному почвоведению. Красноярск, 1968. С. 18–24.
- Соколов И.А. Почвообразование и экзогенез. М., 1997. 224 с.
- Соколов Н.А. Дюны, их образование, развитие и внутреннее строение. Санкт-Петербург, 1884. 102 с.
- Солнцев Н.А. Учение о ландшафте. Избр. труды. М.: Изд-во МГУ, 2001. 380 с.
- Солнцева Н.П. Эволюционные тренды почв в зоне техногенеза // Почвоведение, 2002. № 1. С. 9–20.
- Солнцева Н.П., Садов А.П. Закономерности миграции нефти и нефтепродуктов в почвах лесотундровых ландшафтов Западной Сибири // Почвоведение, 1998. № 8. С. 1151–1160.
- Софронов М.А., Вакуров А.Д. Огонь в лесу. Новосибирск: Наука, 1981. 128 с.
- Сочава В.Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии // ДИГС и ДВ, 1963. Вып. 3. С. 50–59.
- Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
- Сочава В.Б. География и экология // Материалы V съезда Геогр. о-ва СССР. Л.: ВГО, 1970. 24 с.
- Средняя полоса европейской части СССР: Природные условия и естественные ресурсы / Отв. ред. С.В. Зонн, А.А. Минц. М.: Наука, 1967. 440 с.
- Сукачев В.Н. Несколько наблюдений над оршфейновыми образованиями на юге России // Почвоведение, 1903. № 2. С. 29–38.
- Сукачев В.Н. Типы леса Бузулукского бора // Труды и исслед. по лесному хозяйству и лесной пром-ти. Л., 1931. Вып. 13. 256 с. (Тр. Бузулукской экспедиции. Ч. I.)
- Сукачев В.Н. Избранные труды. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука, 1972. 418 с.
- Тандфильев Г.И. Географические работы. М.: Географгиз, 1953. 676 с.
- Таргульян В.О. Характеристика некоторых основных направлений почвообразования в холодных гумидных областях // Лес и почва. Тр. Всесоюз. научной конф. по лесному почвоведению. Красноярск, 1968. С. 25–27.
- Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 286 с.
- Таргульян В.О. Элементарные почвообразовательные процессы // Почвоведение, 2005. № 12. С. 1413–1422.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1969. 256 с.
- Тихонов В.Е., Климентьев А.И. Роль азотного цикла в оптимизации режима органического вещества и реализации трансформационных функций почв // Тез. докл. II съезда общества почвоведов России. СПб.: ВНИИЦлесресурс, 1996. Кн. 1. С. 48–49.
- Ткаченко М.Е. К устранению метафизики из лесного почвоведения // Почвоведение, 1935. № 4. С. 14–29.
- Ткаченко М.Е., Асосков А.И., Синев В.Н. Общее лесоводство. Л.: Гослестехиздат, 1939. 746 с.
- Тольский А.П. О влиянии пахоты и рыхления почвы на ее температуру // Труды оп. лесничеств, 1904. Вып. 2. С. 479–504.
- Тольский А.П. Лес и гидрологические вопросы на IV Международном съезде // Лесной журн., 1904б. № 6. С. 952–975.
- Тольский А.П. Температура почвы сосновых насаждений Бузулукского бора // Труды опытных лесничеств. Самара, 1904. Вып. 2. С. 15–64.
- Тольский А.П. О влиянии различной влажности почвы на развитие сосновых всходов // Лесной журн., 1905. Вып. 2. С. 189–204.
- Тольский А.П. К вопросу о влиянии леса на влажность почвы в Бузулукском бору // Тр. по ЛОД в России. СПб., 1911а. Т. XXXIII.
- Тольский А.П. Из наблюдений над температурой почвы в Бузулукском бору Самарской губернии (с двумя графиками) // Зап. РГО. Сб. статей по метеорологии. СПб., 1911б. Т. XLVII. С. 135–155.
- Тольский А.П. Узкие кулисные лесосеки в сосновых насаждениях в отношении метеорологических условий // Труды по ЛОД в России. Самара, 1912а. Вып. 44. С. 1–44.
- Тольский А.П. Обзор погоды в Бузулукском бору за вегетационный период 1911 г. // Труды по ЛОД в России. СПб., 1912б. Вып. 39. С. 35–47.
- Тольский А.П. Обзор погоды в Бузулукском бору за вегетационный период 1912 г. // Труды по ЛОД в России. СПб., 1913. Вып. 48. С. 35–51.
- Тольский А.П. Обзор погоды в Бузулукском бору за вегетационный период 1914 г. // Труды по ЛОД в России. СПб., 1914. Вып. 51. С. 37–59.

- Тольский А.П. Обзор погоды в Бузулукском бору за вегетационный период 1913 г. // Труды по ЛОД в России. СПб., 1915. Вып. 56. С. 55–68.
- Тольский А.П. Солнечная радиация в ясные дни по записям актинографа Крова-Савинова (из наблюдений Борового опытного лесничества Самарской губ.) // Метеорол. вестник, 1916. № 3–4. С. 1–18.
- Тольский А.П. Метеорологические условия Бузулукского бора // Труды и исслед. по лесному хозяйству и лесной пром-сти, 1931. Вып. 13. С. 130–152.
- Тонконогов В.Д. О подзолообразовании на кварцевых песках // Почвоведение, 1969. № 9. С. 57–67.
- Тонконогов В.Д. Подзолы на кварцевых песках Русской равнины, генезис и пути их использования в народном хозяйстве // Почвы Нечерноземья и перспективы их сельскохозяйственного освоения: Науч. тр. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1977. С. 46–86.
- Тонконогов В.Д. География и генезис железистых аккумуляций в почвах тундровых и тасжых областей России // Почвоведение, 2002. № 6. С. 654–662.
- Тюрин И. Песчаные почвы сосновых боров в окрестностях г. Казани // Русский почвовед, 1922. № 4–5. С. 24–40.
- Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 541 с.
- Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии. Нормативы и элементы географии. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 762 с.
- Усольцев В.А., Колтунова А.И. Оценка запасов углерода в фитомассе лиственных экосистем Северной Евразии // Экология, 2001. № 4. С. 258–266 с.
- Федорова Р.В. История Бузулукского бора по данным споро-пыльцевого анализа торфяника «Побочное» // Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР. М., 1951. С. 123–136.
- Феофанова И.И. Микроморфологическая характеристика глинистого вещества в почвах // Докл. сов. почвов. к VII Междунар. конгр. в США. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
- Фирсова В.П., Павлова Т.С., Тотищев В.В., Прокопович Е.В. Сравнительное изучение содержания тяжелых металлов в лесных, луговых и пахотных почвах лесостепного Зауралья // Экология, 1997. № 2. С. 96–101.
- Фридланд В.М. Об оподзоливании и илимеризации // Почвоведение, 1958. № 1. С. 71–90.
- Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 423 с.
- Хакен Г. Синергетика. Пер. с англ. М.: Мир, 1980.
- Хан Д.В. К вопросу о выделении из подзолистых почв нерастворимой фракции гумуса // Докл. ВАСХНИИЛ, 1945. Вып. 7–8.
- Хан Д.В. Поглощение органического вещества минералами почвы // Почвоведение, 1950а. № 11.
- Хан Д.В. К методике изучения состава воднорастворимых органических веществ растительных остатков // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1950б. Т. 38. С. 48–60.
- Хиров А.А. Изменчивость сосны обыкновенной в Бузулукском бору и ее значение для лесного семеноводства // Лесоведение, 1973. № 3. С. 23–34.
- Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 199 с.
- Цветков М.А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 211 с.
- Чернышова Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. М.: Наука, 2002. 191 с.
- Черных Е.Н. Каргалы – забытый мир. М.: NOX, 1997. 177 с.
- Чибилёв А.А. Бузулукский бор. Оренбург, 2001. 16 с.
- Чибилёв А.А., Кин Н.О., Камышова Л.В. и др. Бузулукский бор: эколого-экономическое обоснование организации национального парка / Под ред. члена-кор. РАН А.А. Чибилёва. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 186 с. (Труды Ин-та степи УрО РАН. Т. 1.)
- Чурагулов Р.С. Экология лесов Южного Урала. М., 1999. 418 с.
- Шеремет Б.Д. Почвенные горизонты как основа для классификации аллювиальных почв // Почвоведение, 2006. № 2. С. 145–152.
- Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Влияние антропогенных изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы // Изменения климата и их последствия. СПб.: Наука, 2002. С. 152–164.
- Шикин Д.С. Лесное хозяйство // Особое совещание о нуждах сельскохозяйственной промышленности. Свод трудов местных комитетов по 49 губерниям. СПб., 1904. С. 55.
- Шиперович В.Я. Энтомофауна в различных типах Бузулукского бора // Природа, 1939. № 7. С. 83–84.

- Шнитников А.В. Общие черты циклических колебаний уровня озер и увлажненности Евразии в связи с солнечной активностью // Бюл. Комис. по исслед. Солнца. М., 1949. № 3–4.
- Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. М.: Наука, 1969.
- Шустов Б.А. Порослевые дубовые насаждения южной России // Тр. по лесному опытному делу. Петроград, 1914. Вып. 52. С. 56–88.
- Эколого-экономическое обоснование организации национального парка «Бузулукский бор» в Оренбургской и Самарской областях: общая пояснительная записка. М., 2000.
- Экосистемы речных пойм / Отв. ред. Залетаев В.С. М.: РАСХН, 1977. 596 с.
- Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: Инostr. лит, 1959. 432 с.
- Якубов Т.Ф. Об основных идеях С.С. Неуструева в изучении современных континентальных песков // Мат-лы по географии и картографии почв СССР. М.; Л.: АН СССР. 1949. Т. 30. С. 52–56.
- Якубов Т.Ф. Песчаные пустыни и полупустыни Северного Прикаспия. М., 1955. С. 110–164.
- Яшуров В.А., Гурский А.А., Сафонов Д.А. Динамика лесных пожаров в Бузулукском бору // Повышение устойчивости биоресурсов на адаптивно-ландшафтной основе: Мат-лы междунар. научно-практич. конф. Оренбург, 2003. Ч. II. 285 с.
- Brochier J.E. Les Phytolithaires / Ed. Ferdiere A. // La Botanique. Paris, 1999. P. 157–170.
- Canti M.G. Aspects of chemical and microscopic characteristics of plant ashes found in archeological soils // Catena. 2003. No. 54. P. 339–361.
- Forest area and area change // Global forest resources assessment 2000 – Main report / FAO Forestry Paper, 2001. V. 140. P. 1–15.
- Jimura K., Jto H., Chino N. et al. Behavior of contaminant heavy metals in soil-plant system // Proc. Inst. Sem. SEFMA. Tokyo, 1977. P. 357–365.
- Kopp D., Hurlig H. Zur Weiterentwicklung im Nordostdeutschen Tiefland // Arch. Forswegen, 1960. Bd 9.
- Hampice U. The Role of Biosphere // Interaction of Energy and Climate. 1980. P. 149–167.
- Shelford V.E. Animal communities in temperate America. Chicago: Univ. Chicago Press, 1913. Publ. 13. P. 39–45.

ГОСТы

- ГОСТ 17713-89. Сельскохозяйственная метеорология. Термины и определения, 1989. С. 5.
- Санитарные нормы и правила СанПин 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. М.: Минздрав РФ, 2001. 18 с.

Фондовые материалы

- Бельц Г.М. Гидрогеологическая съемка и ЭГИК М 1:200 000 листа № 39-XXIX («Бузулукский бор» и г. Бузулук) в 2000–2003 гг. Отчет Центрально-Оренбургской партии в 3 книгах и 1 папке.
- Кожин А.П. Опыт по почвенным исследованиям. М.: ВНИИЛХ, 1948. 110 с.
- Коришонов М.А. Почвы государственного заповедника «Бузулукский бор»: Дис. ... канд. биол. наук. Казань: КГУ, 1947. 176 с.
- Марков М.В. Растительность госзаповедника «Бузулукский бор». Казань, 1945. 127 с.
- Основные положения организации ведения лесного хозяйства в управлении лесами «Бузулукский бор» Министерства природных ресурсов РФ. Кн. 1, 2. 2002.

Антеклиза – поднятие, образованное в результате тектонических движений, направленных преимущественно вверх. Противоположная ей *синеклиза* представляет собой изгиб земной коры, заполненный осадочными породами большой мощности (Прикаспийская впадина). Имеют обычно сложное тектоническое строение: осложнены валами, прогибами, куполовидными складками и т. д.

Биогеоценоз (по В.Н. Сукачеву, 1945) – «участок растительного покрова, однородный, протяженный, вместе с населяющим его животным миром ..., с соответствующим ему участком литосферы и атмосферы, также однородным на этом протяжении ...».

Газса – рыхлая рассыпчатая порошкообразная масса углекислого кальция, отложенная в водоемах озерно-болотного типа (болото Моховое – берег) в результате выпадения CaCO_3 из раствора, называемая также озерным мелом или луговым известняком. Глинистые разновидности гажи называются пресноводным или луговым мергелем.

Геохимический барьер – переходная зона, в пределах которой один геохимический процесс резко сменяется другим, происходит изменение типа и интенсивности миграции, влекущее за собой осаждение (концентрацию) химических элементов или их соединений.

Гидрогенно-аккумулятивная модель – почвообразование при существенном привносе веществ с почвенно-грунтовыми водами.

Гистерезисные свойства систем (греч. *hysteresis* – отставание, запаздывание) – отставание во времени реакции системы от вызывающего ее внешнего воздействия; наблюдается в тех случаях, когда состояние системы в данный момент времени определяется также внешними условиями, существовавшими ранее.

Глей – это «горизонт, измененный биохимическим восстановлением в условиях переувлажнения, наличия органического вещества и соответствующей микрофлоры. В окраске преобладает зеленоватый, голубоватый или сизый цвета» (Толковый словарь по почвоведению, 1975, с. 62.)

Горизонт водоносный – слой почвы или грунта, содержащий свободную гравитационную влагу, способную вытекать из слоя.

Горизонт водоупорный – син.: *Водоупор*. Слой грунта или почвы, обладающий очень низкой водопроницаемостью («относительный водоупор») или полностью водонепроницаемый («абсолютный водоупор»).

Древнекаспийские отложения – толща послетретичных отложений Каспийского моря. Распространены на террасах по берегу Каспия и прилегающих степных равнинах, объединяют бакинский, хазарский и хвалынский ярусы.

Дюна (кельт. *duna*) – холмы и гряды песка, иногда полулунной формы, образующиеся в результате деятельности ветра на песчаных побережьях морей, озер и крупных рек, покрытых редкой растительностью. Растительность задерживает песок, вызывая образование мелких песчаных холмиков – кос, которые затем преобразуются в дюны. Поперечный профиль дюн асимметричный с крутым подветренным (до 36°) и более пологим наветренным ($12-15^\circ$) склонами.

Кайма капиллярная – слой почвы или грунта, расположенный непосредственно над водоносным горизонтом, содержащий влагу капиллярную подпертую, гидравлически связанную с влагой водоносного горизонта. Мощность к.к. характеризует водоподъемную способность почв.

Комплекс – почвенная комбинация с регулярным чередованием контрастных почв или элементарных почвенных ареалов. Размер комплексов строго не лимитирован и может варьировать от нескольких до десятков метров. Существенным свойством комплекса является взаимозависимость и генетическая взаимосвязь между его компонентами, т. е. свойства одного компонента комплекса зависят от процессов, происходящих в другом компоненте комплекса и в свою очередь влияют на него.

Ландшафт – «совокупность природных участков, сходных по своим морфологическим и функциональным особенностям». (Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. М.: Сов. энциклоп., 1980. 704 с.)

Мезотрофные растения (от мезо ... и греч. *trophē* — пища, питание) — растения, умеренно требовательные к наличию в почве или другом субстрате питательных веществ, в т. ч. минеральных.

Мергель (нем.) — осадочная горная порода, состоящая примерно из кальцита (40–60%), редко доломита и глинистого материала. В зависимости от их относительных количеств возможен непрерывный ряд: глина, известковистая глина (глинистый мергель), мергель, известковистый мергель, глинистый известняк.

Миндель (лихвинское), рисс (днепровское) и вюрм — оледенения, установленные Пенком и Брюкнером в 1909 г. По порядку — второе, третье и четвертое оледенения (предположительно) посетили Русскую равнину.

Олиготрофное болото — верховое болото, преимущественно атмосферного питания. Образуется путем заболачивания лесов и суходольных лугов. Растительность состоит из мхов (сфагновых), пушицы, мелких кустарников и болотной сосны. Торф их беден минеральными веществами.

Олиготрофные растения — растения, способные развиваться на бедных питательными веществами почвах (сфагновые мхи).

Опока (польское) — пористые твердые, реже — мягкие породы, от палевого до темно-серого и черного цвета. Состоят из опалового кремнезема тонкозернистого строения (до 90%), нередко с примесью кремневых остатков организмов (радиолярий, спикул губок, панцирей диатомей), мелких обломков кварца и полевых шпатов, зерен глауконита и глинистого вещества. Опоки связаны постепенными переходами с глинами. Широко распространены среди нижнетретичных отложений Поволжья и на восточном склоне Урала, верхнемеловых отложений востока европейской части бывшего СССР. Первоначально опоки назывались в русской литературе кремнистой глиной и кремнистым мергелем.

Параболические дюны (параболэ — отступление от прямого пути) — древние дюны серповидной формы, отличающиеся от обычных дюн обратным направлением рогов (против ветра), встречаются задрры, русла и дельты древних долин стока (речные террасы р. Боровки). Образуются при закреплении растительностью рогов дюны и продолжающемся продвижении ее середины. О древнем возрасте параболических дюн свидетельствуют археологические находки, а также то, что многие из дюн имеют торфяные болота.

Перлювий (*perluo* — промываю) — скопления галечникового материала, возникшие в результате промывания отложений речными, ледниковыми, озерными и морскими водами, а также при выдувании ветром. Обычно наблюдается в долинах рек.

Песок — мелкообломочная рыхлая порода, образующаяся в результате разрушения различных горных пород. Состоит в основном из зерен минералов (кварца, полевых шпатов и др.) размером от 0,1 до 2 мм. По величине зерен выделяют пески: грубозернистые (2,0–1,0 мм), крупнозернистые (1,0–0,5 мм), среднезернистые (0,5–0,25 мм) и мелкозернистые (0,25–0,01 мм). Форма зерен — окатанная, полуокатанная, угловатая и остроугольная — в зависимости от происхождения и длительности переноса зерен. В Бузулукском бору — кварцевые пески «с примесью роговика» (С.С. Неуструев).

Почвы свободного внутреннего дренажа — почвы, в которых избыточное увлажнение не реализуется в устойчивое переувлажнение и оглеение почвенного профиля, избыток влаги быстро сбрасывается почвенной толщей и в профиле преобладает окислительная (неглексовая) обстановка (например, песчаные почвы).

Полигенетическая модель — почвообразование, протекавшее с принципиальной сменой факторов почвообразования.

Роговик — контактно-метаморфическая порода, возникла в результате воздействия интрузий на вмещающие породы. В состав входят кварц, слюда, гранат, полевые шпаты, изредка амфибол, пироксен и другие минералы.

Седиментогенез (лат. *sedimentum* — оседание + ... генез) — процесс накопления окончательного осадочных осадков в водной среде, оловый седиментогенез — в воздухе.

Синлитогенная модель почвообразования — почвообразование и литогенез идут одновременно; формируется сложный полигенетический профиль, состоящий из элементарных профилей, соответствующих конкретным циклам; **литогенез** — почвообразование; возраст горизонтов различен (самые старые находятся в нижней части профиля; все горизонты, кроме горизонтов самого верхнего профиля, полигенетичны).

Сукцессия — последовательная смена одних сообществ организмов (биоценозов) другими на определенном участке среды.

Трансгрессия моря (transgression) – наступание моря на сушу, вызывается опусканием земной коры под влиянием тектонических движений или колебаниями уровня мирового океана, обусловленное изменением количества воды в нем вследствие таяния ледников. **Регрессия моря** (regression) – отступление моря при уменьшении объемов воды в бассейне, а также тектонических процессов в земной коре.

Триггерные системы – это системы, которые могут долго находиться в одном из двух (реже многих) состояний устойчивого равновесия и переключаться из одного состояния в другое скачком по сигналу извне.

Эвтрофное болото – низинное болото, располагающееся в долинах рек, имеет минеральное (эвтрофное) питание и образуется в результате зарастания озера или старицы. Покрыто травянистой растительностью (осоки, камыш, хвощи), зарослями черной ольхи.

Эмергентность – степень несводимости свойств системы к свойствам отдельных элементов, из которых она состоит.

Экотоны биогеографические и ландшафтные – переходные зоны (парагенетические системы), отличающиеся повышенными градиентами вещественно-энергетических полей и соответственно обостренными взаимодействиями компонентов природных экосистем.

Почвенно-фитocenотическая и ландшафтно-гидрогеологическая типология земель Бузулукского бора

№	Почва	Положение по рельефу	Гидрогеологические условия, почвообразующая порода, уровень грунтовых вод	Индекс, наименование типа леса (ТЛУ – по Погорельскому), бонитет, состав древостоя	Возобновление, подросток	Вид покрова
<i>Вторая надпойменная терраса р. Боровки («высокий» рельеф)</i>						
I	Дерново-подбурья слабоподзоленные слабогумусированные (малофосфорированные) деформированные крайнемелкие песчаные	Вершины и верхние треть южных склонов холмов и дюн	Сухие местообитания, отмытые отсортированные пески, грунтовые воды глубже 7 м, склоновый сток, дефляция (местами)	С-ЛЗ-А, лишайниковый сосняк Заволжья (АО), IV (III), чистая сосна	Весной значительное – до 4 всходов на 1 м ² . Старый подрост редкий, неблагоприятный, приурочен к окнам. Подлесок отсутствует	Травяной – очень редкий из ксерофитов, лишайники (покрытые 0,5–0,6) – кладония
II	Дерново-подбурья слабоподзоленные псевдофиоровые слабогумусированные среднемелкие песчаные	Ровные или слабо-всхолмленные участки, плоские вершины не-всхолмлений	Пески с псевдо-фирами, иногда супеси, грунтовые воды глубже 5–7 м, между всхолмлениями уровень грунтовых вод находится чуть выше 5 м	Смр-Б(А ₁₋₂ , В ₁₋₂), мшистый сосняк пологих всхолмлений и равнин, II (I), I (II), сосна чистая или с единичной березой (по понижениям)	Возобновление сосны обильное, но подрост редок, неблагоприятен, угнетен. Подлесок – рахитик единично	Травяной покров скудный, усиливается при изреживании древостоя (вейник, сон-трава, купена) моховой (0,2–0,4), вкрапления лишайников
III	Дерново-подбурья слабоподзоленные псевдофиоровые слабогумусированные маломощные и среднемелкие песчаные	С, СВ, СЗ склоны «высокого» рельефа, крутизна 15–20°	Отмытые пески. Грунтовые воды глубже 5–10 м, склоновый сток	Смс-В1(А ₁ , А ₂ , В ₁₋₂), мшистый сосняк склонов дон и холмов, чистая сосна	Возобновление слабое. В окнах, прогалинах подрост удовлетворительный. Подлесок отсутствует	Травяной покров бедный: единично – вейник. Мхи с участием лишайников (0,2–0,4), отдельные куртинные подушки
IV	Дерново-подбурья среднеподзоленные псевдофиоровые (иногда с ортандами) слабогумусированные среднемощные супесчаные	Днища неглубоких котловин среди хорошо развитых дюн	Пески влажные, прослойки ортандов, псевдофиоров, уровень грунтовых вод не более 5 м, местами сезонный кратковременный зстой атмосферных осадков	Смс-Г(А ₂ , В ₂), мшистый сосняк между котловин, во втором ярусе иногда единично – береза по понижениям	По изреженным местам подрост – сосны, единично – береза	Травяной покров редкий: вейник, блестящие мхи

Продолжение прилож. 1

№	Почва	Положение по рельефу	Гидрологические условия, почвообразующая порода, уровень грунтовых вод	Индекс, наименование типа леса (ТЛУ – по Погребняку), бонитет, состав древостоя	Возобновление, подлесок	Вид покроя
<i>Вторая и первая надпойменные террасы р. Боровки</i>						
V	Дерново-подбурья слабооподзоленные псевдофибровые слабогумусированные маломощные песчаные	Вершины и верхние части склонов дон и град	Пески, условия увлажнения мало благоприятные, уровень грунтовых вод на глубине 5–7 м	Смв-Д(A ₂ B ₂ V ₁₋₂), травяно-мшистый сосняк дюнных всхолмлений с березой по понижениям	Возобновление относительно удовлетворительное, при сомкнутости полога – угнетено, подлесок почти отсутствует	Травяной покров редкий: веиник, блестящие мхи (0,1–0,4)
VI	Дерново-подбурья оподзоленные глееватые псевдофибровые слабогумусированные средние и маломощные супесчаные – легкосуглинистые	Пологие всхолмления, почти равнины	Супеси, суглинки слоистые, иногда слабооглеенные. Грунтовые воды на глубине около 5 м	См-Е(B ₂ V ₁), травяно-мшистый сосняк пологих всхолмлений с единичной березой по понижениям, бонитет I(II), II(4)	Много всходов, но в дальнейшем гибнут, редкий под-рост, очень редкий, мало благонадежный (С+Б, В, Л). Подлесок редкий: ракитник, крушина, вишня, шиповник	Травяной покров довольно развит: веиник, осока. Характерно появление чистотела. Блестящие мхи (0,4–0,1), лишайников нет
VII	Дерново-подбурья оподзоленные псевдофибровые слабогумусированные средние и маломощные супесчаные – легкосуглинистые	Склоны дон	Супеси, суглинки слоистые, внизу – карбонатизированные, иногда ожелезненные, грунтовые воды на глубине менее 5 м	См-Ж(A ₂ B ₂), липово-мшистый сосняк, I ярус – сосна, II ярус – вяз, липа; подрост: дуб, осина, клен	Возобновление при сомкнутом древостое слабое. Подлесок липовый редкий + рябина	Травяной покров: много орляка, значительные участки веиника. Блестящие мхи, в зависимости от орляка
<i>Первая надпойменная терраса</i>						
VIII	Дерново-подбурья слабооподзоленные псевдофибровые малогумусированные средние супесчаные – легкосуглинистые	Пологие, мало заметные всхолмления и почти ровные места	Супеси карбонатизированные, легкие суглинки, грунтовые воды на глубине 3–5 м	Слжт, Ств-3(B ₂ C ₂), ложно-травяные болота, травяной сосняк пологих всхолмлений, бонитет I (II), Ia (I). Сосна, единично – береза	Самосев имеется, но взрослого под-роста нет. Подлесок редкий, но разнообразный: ракитник, вишня, крушина, черемуха, шиповник, бересклет	Травяной покров густой, неравномерный: веиник, зубровка, характерен хмель. Моховой покров отсутствует или слабый

IX	Дерново-луговая слабогумусированная среднесухая (карбонатная) легко-суглинисто-супесчаная	Наиболее крупные понижения среди дюн, их плоские днища	Супеси, суглинки слоистые, карбонатные, грунтовые воды на глубине 1 м	Слжт, Сtp-I(II), ложно-травяные боры, травяной сосняк понижений	I ярус – сосна, II ярус – вяз, дуб, липа – часто, осина, подрост сосны нет. Подлесок редкий или отсутствует	Травяной покров хорошо развит: густой войлок, чистотел, клубника, ландыш. Моховой покров ничтожен, отдельные куртины
X	Дерново-подбурья псевдоподзоленные слабооподзоленные малогумусные среднесухие легко-суглинистые	Слегка волнистая I надпойменная терраса р. Боровки	Супеси, грунтовые воды на глубине 3–4 м и менее	Спп-K(C ₂ -B ₂), пойменный сосняк (a I(b), I (Ia))	Сосна с примесью березы (до 1:10), возобновление не удовлетворительное. Подрост неравномерный из степных кустарников	Травяной покров, густой, значительные участки войлика, осоки, зубровка (ед.). Моховой покров отсутствует
XI	Дерново-луговая (типичная) мало- и среднегумусная легко-суглинистая с прослоями средних суглинков	Центральная опосредованная волнистая, редко заливаемая пойма р. Боровки, ровные участки или неглубокие понижения	Супеси и суглинки подстилаются мергелями и опоками. Грунтовые воды на глубине 1,5–3 м	Слп-Л(C ₂ -B ₂), сложные боры – липовый сосняк (Ia (I), I (Ia))	Сосна, II ярус: липа, береза, дуб, осина. Возобновление слабое, подрост сосны нет. Подлесок липовый густой групповой + рябина	Травяной покров достаточно выражен. Моховой покров незначительный
XII	Дерново-луговая (типичная) мало- и среднегумусная глубоко карбонатная супесчаная и легко-суглинистая	Центральная пойма р. Боровки, ровные участки или неглубокие понижения	Супеси и пески, подстилаемые галькой, глиной, мергелями. Глубина грунтовых вод 1,5–3 м	Сдл-M(C ₂ -B ₂), сложные боры – дубово-липовый сосняк (Ia (I), I (II))	I ярус – сосна, II ярус – дуб, липа. Возобновление очень слабое. Подрост сосны нет, липа, дуб угнетены	Достаточно богатый травяной покров: орляк, ландыш; моховой покров отсутствует
XIII	Дерново-луговая (типичная) средне- и среднегумусная карбонатная средне-легко-суглинистая	Центральная пойма р. Боровки, ровные участки или неглубокие понижения	Средние и легкие суглинки, подстилаемые карбонатными мергелями	Сод-N(C ₂ -B ₂), сложные боры – орляково-дубовый сосняк	Сосна, II ярус – дуб. Подрост сосны и подлесок отсутствуют	Густой орляк, моховой покров отсутствует

Поймы рек Боровки и Самары

Окончание прилож. 1

№	Почва	Положение по рельефу	Гидрогеологические условия, почвообразующая порода, уровень грунтовых вод	Индекс, наименование типа леса (ТЛУ – по Потребнику), бонитет, состав древостоя	Возобновление, подлесок	Вид покрова
Прибровые плакоры, водоразделы и склоны						
XIV	Черноземы типичные, сильно гумусированные, маломощные бортовых склонов, черноземы карбонатные, сильно гумусированные эродированные	Узкие водоразделы и их южные сухие склоны	Тяжелые и средние карбонатные делювиальные суглинки, грунтовые воды на глубине более 5 м	Дисх(C ₁ D ₁), нагорные сухие дубравы – дубняк нагорный сухой (Ia (I), I (Ia), I (II))	Дуб с примесью липы, ясеня, березы, клена до 0,6 ед. в составе. Бересклет, боярышник, клен, крушина, возобновление редкое, дубовый	Травяной покров средней густоты: осока, злаки; моховой покров отсутствует
XV	Черноземы типичные и оподзоленные тучные	Плакоры, северные склоны	Тяжелые и средние карбонатные суглинки, подстилаемые мергелями. Грунтовые воды на глубине 3–5 м	Дисв(D ₂), дубняк нагорный свежий (липовый), III (II)	Возобновление редкое, дубовый. Подлесок: липа, крушина, клен и др.	Густой: сныть, ландыш, папоротник, костяника, осока, злаки, крапива
XVI	Черноземы типичные и оподзоленные (преимущественно) тучные по тальвегам балок и прибалочным склонам	Боровые и прибалочные сырты, тальвеги балок	Легкие суглинки и супеси, подстилаемые мергелями. Грунтовые воды на глубине 2–3 м	Дивл(D ₃), дубняк влажный, II (III)	Дуб с примесью липы, березы и др., местами смена пород	Густой: сныть, ландыш, папоротник, костяника, осока, злаки, крапива, моховой покров отсутствует
XVII	Черноземы типичные, среднегумусированные эродированные	Крутые и покатые склоны к балкам, террасам	Карбонатные эродированные суглинки. Грунтовые воды на глубине 3–5 м	Дб(E ₁₋₂), дубняк байрачный, II (III)	Дуб с примесью липы, березы	Густой: сныть, ландыш, папоротник, костяника, осока, злаки, крапива
Поймы рек Самары и Боровки						
XVIII	Аллювиальные дерновые (типичные) карбонатные суглинистые	Поймы рек Самары и Боровки, ежегодно заливаемые и изобилующие озерами и старицами, повышенные участки	Аллювиальные средние и легкие суглинки гравелистые. Грунтовые воды на глубине 2–3 м	Дисв(C ₂ -D ₂), дубняк пойменный свежий, IV (III), III (II)	Дуб местами с примесью липы, вяза, осины, березы до 0,6 в составе, возобновление редкое из дуба. Крушина, жимолость, шиповник	Густой: осока, крапива, ландыш, сныть, папоротник

ХХ	Аллювиальные дерновые (типичные)	Поймы рек Самары и Боровки заливные (средняя часть)	Аллювиальные легкие карбонатные суглинки. Глубина грунтовых вод не более 1,5–2,0 м	Двпв (C _{3-п} D _{3-п}), дубняк пойменный влажный	То же с примесью черемухи, черной смородины	Широколиственные травы: крапива, ежевика
XXI	Пойменные иловато-торфянистые понижения	Междонные, меандровые, с застойным увлажнением	Аллювий иловато-торфянистый с песком	Бт (C ₄), березняк травяной сырой, II (III), с примесью ольхи	Возобновление редкое из березы. Подлесок из рябины	Злаковые и ширококолиственные травы
XXII	Пойменные иловато-торфянистые понижения	Понижения	Аллювий иловато-торфянистый с песком	Бтп (C _{3-п} , C _{4-п}), березняк травяной	Возобновление редкое из березы. Подлесок из черемухи, рябины	Широколиственные травы
XXIII	Перегнойные иловато-болотные почвы	Заболоченные понижения	Аллювий иловато-торфянистый с песком	Ол (D _{4-п} D _{3-п}), ольшаник с примесью березы и местами осины	Редко ольха	Осоки, крапива, тростник, хвощ
XXIV	Пойменные аллювиально-слоистые почвы супесчаные или легкосуглинистые	Прирусловая часть, притеррасные понижения, песчаные гривы	Аллювий песчаного галечный	Птсв (C _{2-п} D _{3-п}), пойменный топольник свежий, III (IV), II (III)	Топольник с примесью дуба, осины, липы, березы	Осоки, веиник, костер, пижма, крапива, морковник, борщевик
XXV	Пойменные аллювиально-слоистые почвы увлажненные	Прирусловая часть, понижения	Аллювий песчаного галечный	Птвлс (C _{3-п} D _{3-п} D _{4-п}), пойменный топольник влажный и сырой, II (III), II (II)	Топольники с примесью ивы, редко — ольхи черной, дуба. Возобновление средней густоты: тополь, осина, береза	Осоки, ежевика, борщевик, лабазник, подмаренник, орляк
XXVI	Пойменные аллювиально-слоистые, лугово-болотные	Старики, русла	Аллювий песчаного галечный	Пив (C _{4-п}), пойменный ивняк, III (IV)	Примесь: тополь, вяз, ольха	Осоки, камыш, крапива, ежевика
XXVII	Лугово-болотные, аллювиально-слоистые болотно-луговые	Понижения	Аллювий песчаного галечный	Птл (C _{4-п}), тальник, IV (V)	Лозняки, тальники, редко — крушина ломкая, черемуха, смородина черная	Осоки, камыш, ситник, шлемник, крапива

Приложение 2

Режим грунтовых вод прибрежного типа в песках Бузулукского бора на первой надпойменной террасе р. Боровки (скв. 5)

Год	Сумма осадков, мм, за		Глубина грунтовых вод, см						Колебания уровня грунтовых вод, см			
	гидрологический год	холодный период (X-IV)	Средняя за			Предельный минимум		В конце вегетационного периода (I-X)	Осенне-зимний подъем	Весенне-летний подъем	Суммарный подъем	Летне-осеннее падение
			клендарный год	гидрологический год	вегетационный период (I.V-30.IX)	дата	глубина					
1947	548	316	512	472	494	29.III	545	486	59	12		
1948	532	302	504	472	472	7.IV	523	486	37	14	28	40
1949	573	365	492	496	476	21.IV	514	464	50	20	14	28
1950	463	219	516	508	516	29.IV	515	512	2	5	31	51
1951	399	281	519	520	505	6.IV	538	497	41	19	19	24
1952	357	212	543	536	543	9.V	545	539	6	8	29	48
1953	596	307	545	545	535	28.IV	563	528	35	6	16	24
1954	463	248	542	543	534	3.V	560	524	36	7	26	32
1955	382	237	559	553	539	18.V	558	555	3	8	25	32
1956	626	347	550	557	536	23.IV	579	528	51	3	16	24
1957	493	367	516	522	494	17.IV	549	484	65	19	18	21
1958	570	330	515	514	504	24.IV	534	497	37	8	31	50
1959	479	271	515	514	505	23.IV	535	495	40	16	30	38
1960	546	259	531	528	525	9.V	538	522	16	7	27	43
1961	504	247	538	537	532	30.III	546	526*	20*	9	17	24
1962	569	241	545	543	534	30.III	555	534	21	9	20	29
1963	584	336	532	538	516	10.IV	563	507	56	7	20	29
1964	783	388	503	512	488	30.IV	538	470	62	2	24	31
1965	502	331	481	482	465	20.IV	505	454	51	20	27	29
1966	545	393	485	483	470	10.IV	503	460	43	24	29	49
1967	373	184	524	512	526	18.V	518	525	-7	11	34	58
1968	646	348	540	539	529	18.IV	559	523	36	6	23	34
1969	360	156	560	552	561	24.IV	556	562	-6	5	27	33
1970	674	406	525	562	543	12.IV	582	535	47	5	15	20
Среднее	523	294	525	526	513		543	509	33,4	10,4	23,6	34,3

*Данные по скв. 6.

Приложение 3
Режим грунтовых вод прибрежного типа в песках Бузулукского бора на высокой пойме р. Боровки (скв. 1)

Год	Сумма осадков, мм, за		Глубина грунтовых вод, см						Колебания уровня грунтовых вод, см					
	гидрологический год	холодный период (X-IV)	Средняя за			Предвесенний минимум		Весенне-летний максимум		В конце вегетационного периода (I-X)	Осенне-зимний подъем	Весенне-летний подъем	Суммарный подъем	Летне-осеннее падение
			календарный год	гидрологический год	вегетационный период (I.V-30.IX)	дата	глубина	дата	глубина					
1946	507	255	253	249	245	15.IV	265	25.IV	144	278	121	176	134	
1947	548	316	272	271	263	7.IV	255	4.IV	102	285	153	176	183	
1948	532	302	281	279	266	11.IV	274	5.V	207	298	67	78	91	
1949	573	365	290	288	287	1.IV	286	3.V	216	296	12	82	80	
1950	463	219	293	290	285	27.III	280	25.IV	247	309	16	49	62	
1951	399	281	314	311	309	16.IV	292	21.IV	224	318	17	85	94	
1952	357	212	309	311	299	10.IV	307	6.V	273	332	11	45	59	
1953	596	307	308	308	295	1.V	308	1.V	259	324	24	73	65	
1954	463	248	313	309	310	12.V	315	12.V	260	323	9	64	63	
1955	382	237	308	313	299	30.III	292	27.IV	263	339	31	60	75	
1956	626	347	295	293	283	11.IV	313	26.IV	258	320	25	80	62	
1957	493	367	301	303	288	12.IV	298	26.IV	206	322	22	114	116	
1958	570	330	303	300	295	6.IV	310	9.V	248	312	12	74	64	
1959	479	271	303	310	304	26.IV	301	26.IV	236	326	11	76	90	
1960	546	259	310	310	314	30.III	311	30.IV	269	329	15	57	60	
1961	504	247	315	313	304	20.III	311	10.IV	274	333	17	54	59	
1962	569	241	312	314	311	20.III	318	14.IV	266	328	15	67	62	
1963	584	336	290	293	272	10.IV	307	6.V	186	320	21	142	134	
1964	783	388	289	293	273	10.IV	306	6.V	238	299	14	82	61	
1965	502	331	285	283	274	31.III	287	12.V	222	312	11	76	90	
1966	545	393	298	295	296	20.III	292	30.IV	243	322	20	69	79	
1967	373	184	328	318	326	31.III	302	10.IV	293	343	9	29	50	
1968	646	348	320	318	317	29.III	322	18.IV	276	337	21	67	61	
1969	360	156	335	332	338	10.IV	319	24.IV	308	353	18	29	45	
1970	674	406	301	334	340	30.III	328	18.IV	257	368	25	54	111	
Среднее	523	294	301	301	295	300	300	239	321	18,0	59,3	74,2	82,0	

Приложение 4

Сумма атмосферных осадков, мм

Год	Месяц												За год	За V-IX
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1905	25	32	3	47	16	53	68	68	37	63	49	41	502	242
1906	31	7	68	24	8	78	21	32	98	25	45	22	459	237
1907	56	18	29	31	52	34	13	54	49	32	52	88	508	202
1908	39	10	13	4	74	17	6	65	14	37	56	28	363	176
1909	23	23	8	77	133	72	62	40	2	0	129	69	538	309
1910	46	2	4	8	91	78	6	34	49	72	38	44	472	358
1911	10	18	21	10	13	24	51	44	78	61	53	11	394	210
1912	59	45	24	27	60	75	76	24	9	75	41	75	590	244
1913	30	25	51	10	132	49	69	7	45	84	110	65	677	302
1914	32	77	5	73	74	86	12	56	26	24	24	10	549	254
1915	85	13	35	52	28	27	39	62	26	18	49	108	542	182
1916	52	6	20	50	13	28	183	62	53	30	53	53	623	349
1917	53	65	85	31	26	8	65	48	54	4	48	8	505	201
1918	53	43	28	14	80	140	93	56	134	44	30	55	768	503
1919	11	41	36	37	26	90	60	42	22	75	90	40	570	240
1920	46	14	19	1	20	36	63	12	17	68	21	7	324	148
1921	72	15	34	6	2	12	31	30	37	97	24	62	422	112
1922	9	23	64	21	37	46	21	75	78	72	50	51	547	257
1923	19	14	27	18	55	48	60	41	14	67	69	22	454	218
1924	18	9	40	18	15	16	80	48	10	29	69	25	377	169
1925	58	32	83	43	12	62	45	10	88	70	69	80	652	217
1926	31	10	38	46	56	159	135	78	77	87	38	100	856	506
1927	13	14	29	39	7	40	48	19	32	94	22	59	416	146
1928	37	15	19	42	32	48	73	96	43	26	38	14	485	292
1929	34	30	64	53	3	36	28	4	58	23	27	39	394	124
1930	43	40	41	8	34	31	75	9	38	63	78	41	501	187
1931	4	8	31	30	38	16	12	99	44	84	22	58	446	209
1932	48	40	65	32	27	29	81	26	27	64	24	41	504	190
1933	26	24	24	38	24	18	1	39	14	22	89	35	355	96
1934	20	33	12	10	34	55	1	96	35	21	17	10	344	221
1935	17	35	15	7	59	85	69	70	32	35	6	12	442	315
1936	30	11	22	44	44	21	55	10	39	96	46	22	440	169
1937	8	13	41	17	70	48	50	30	12	24	17	46	376	210
1938	52	37	48	29	33	31	31	27	26	55	62	13	444	148
1939	21	52	37	51	22	18	57	15	71	56	17	47	464	183
1940	20	13	45	11	41	89	14	1	31	56	68	77	466	176
1941	44	55	43	59	104	92	42	67	43	81	27	54	711	348
1942	29	3	37	14	28	48	82	4	37	42	—	34	—	199

Продолжение прилож. 4

Год	Месяц												За год	За V-IX
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1943	23	—	13	31	60	19	44	43	21	19	67	39	—	
1944	53	37	53	29	32	79	125	64	9	27	29	8	545	
1945	32	0	47	23	83	39	71	84	58	56	20	69	582	
1946	21	72	21	24	60	13	91	18	90	65	93	11	579	
1947	30	37	77	37	50	21	31	80	58	92	37	47	607	
1948	53	25	53	29	14	13	123	22	75	111	74	54	646	
1949	39	31	20	74	43	46	64	63	10	44	39	37	510	
1950	43	26	44	11	15	53	73	61	52	54	24	66	532	
1951	58	3	100	7	69	8	15	0	31	17	29	42	379	
1952	19	30	39	72	26	5	53	48	23	107	27	31	480	
1953	54	44	46	29	64	75	50	26	96	37	56	46	623	
1954	35	6	23	72	72	42	51	15	53	48	49	9	475	
1955	78	54	9	13	47	10	52	23	14	41	68	99	508	
1956	83	34	20	40	50	17	106	56	70	81	78	91	726	
1957	53	30	58	16	2	7	40	71	15	57	20	44	413	
1958	77	78	45	42	47	57	48	19	88	28	40	112	681	
1959	50	29	8	32	52	32	46	43	52	83	2	11	440	
1960	35	46	24	83	24	97	44	113	32	53	13	29	593	
1961	67	29	41	40	62	36	62	50	69	13	59	81	609	
1962	40	22	43	10	43	88	88	92	43	91	10	72	642	
1963	114	17	67	1	61	85	20	62	32	76	102	87	724	
1964	63	20	20	52	60	121	146	81	16	41	80	77	787	
1965	40	79	33	17	50	42	51	14	29	59	87	51	552	
1966	19	97	66	33	22	54	20	28	28	57	28	7	459	
1967	55	10	10	12	51	9	79	0	50	27	79	95	478	
1968	55	20	45	27	75	134	47	11	32	26	26	49	547	
1969	12	12	16	15	45	47	67	35	10	126	54	62	501	
1970	34	22	44	52	24	48	62	72	62	34	61	31	546	
1971	31	30	31	10	32	90	107	15	14	121	44	47	572	
1972	34	10	28	47	2	39	1	3	54	56	133	26	430	
1973	20	45	19	2	48	15	54	47	69	68	69	57	513	
1974	9	19	32	43	40	53	104	58	0	32	15	16	421	
1975	36	36	38	3	13	8	52	35	12	41	34	55	363	
1976	88	18	7	21	38	62	44	22	37	55	30	8	430	
1977	11	59	33	20	19	70	24	83	62	116	38	47	582	
1978	32	29	34	26	28	134	54	8	64	68	64	51	592	
1979	29	78	15	35	5	71	183	4	61	31	27	34	573	
1980	35	31	26	83	4	65	30	49	42	34	62	60	531	
1981	22	30	51	73	18	14	26	66	93	21	44	50	508	
1982	74	16	54	25	4	41	52	20	48	61	24	68	487	

[illegible]

Приложение 5

Климат Бузулукского бора

Год	ГТК по Селянинову за V-IX	Среднегодовая температура воздуха, °C	Осадки за год, мм	Год	ГТК по Селянинову за V-IX	Среднегодовая температура воздуха, °C	Осадки за год, мм
1905	0,95	4,1	502	1954	0,85	2,8	475
1906	0,86	4,5	459	1955	0,57	3,7	508
1907	0,81	2,5	508	1956	1,29	2,0	726
1908	0,74	1,1	363	1957	0,47	4,5	413
1909	1,22	3,7	628	1958	1,05	3,9	681
1910	1,00	3,8	472	1959	0,91	2,9	440
1911	0,83	2,9	394	1960	1,30	3,3	593
1912	0,97	3,7	590	1961	1,12	4,7	609
1913	1,23	4,2	677	1962	1,44	4,9	642
1914	1,06	3,9	549	1963	1,02	3,4	724
1915	0,73	4,7	542	1964	1,80	2,9	787
1916	1,47	3,3	623	1965	0,76	3,8	552
1917	0,80	3,9	505	1966	0,58	4,7	459
1918	2,25	2,3	768	1967	0,72	4,6	478
1919	1,00	2,2	570	1968	1,23	3,0	547
1920	0,56	2,9	324	1969	0,86	1,4	501
1921	0,42	3,9	422	1970	1,09	3,5	546
1922	1,06	3,5	547	1971	1,00	4,3	572
1923	0,85	3,3	454	1972	0,38	3,6	430
1924	0,65	3,8	377	1973	1,60	4,4	513
1925	0,80	5,9	652	1974	1,02	4,3	421
1926	2,31	3,0	856	1975	0,44	5,7	363
1927	0,55	3,2	416	1976	0,84	1,8	430
1928	1,26	2,4	485	1977	0,98	4,0	582
1929	0,49	2,2	394	1978	1,25	3,1	592
1930	0,76	3,6	501	1979	1,28	4,2	573
1931	0,76	3,2	446	1980	0,79	3,4	531
1932	0,72	4,1	504	1981	0,80	5,3	508
1933	0,37	2,5	355	1982	0,65	4,8	487
1934	0,88	3,1	344	1983	1,21	5,5	647
1935	1,27	3,7	442	1984	1,14	3,5	573
1936	0,64	4,3	440	1985	1,18	3,9	585
1937	0,88	2,8	376	1986	1,30	3,1	628
1938	0,56	4,2	444	1987	1,41	2,4	647
1939	0,75	3,5	464	1988	1,05	3,8	585
1940	0,66	3,0	466	1989	0,78	5,2	342
1941	1,52	1,5	711	1990	1,35	4,4	781
1942	0,81	-	408	1991	0,69	5,6	454
1943	0,73	3,4	419	1992	0,80	4,3	496
1944	1,28	4,0	545	1993	1,32	3,1	561
1945	1,46	1,7	582	1994	1,12	3,2	598
1946	1,06	3,7	579	1995	0,57	8,6	416
1947	1,10	3,8	607	1996	0,60	3,5	322
1948	0,92	4,3	646	1997	1,47	4,2	677
1949	0,89	3,8	510	1998	0,46	3,6	549
1950	1,12	2,7	532	1999	1,08	3,6	588
1951	0,48	3,2	379	2000			607
1952	0,57	3,6	480	2001			613
1953	1,17	3,5	625	2002			552

Приложение 6

Пожары в Бузулукском бору

Год	Площадь, га	Год	Площадь, га	Год	Площадь, га
1760	2000	1955	20,11	1979	1,47
1780	2400	1956	0,42	1980	59,95
1800	3000	1957	17,95	1981	5,36
1809	4000	1958	2,87	1982	1,812
1821	1000	1959	1,76	1983	1,20
1831	24000	1960	0,29	1984	2,67
1843	4900	1961	4,54	1985	2,3
1848	1200	1962	22,71	1986	1,11
1850	1100	1963	0,78	1987	1,45
1860	4900	1964	1,61	1988	7,87
1864	4900	1965	2,89	1989	1,66
1870	800	1966	4,44	1990	0,1
1872	500	1967	19,77	1991	13,0
1874	1200	1968	6,95	1992	12,2
1879	1700	1969	12,57	1993	80,5
1911	400	1970	3,548	1994	0,82
1920	230	1971	1,54	1995	135,9
1921	6000	1972	33,22	1996	208,0
1933	1400	1973	17,51	1997	20,7
1934	1200	1974	0,21	1998	17,57
1938	65	1975	229,04	1999	1,16
1942	300	1976	0,72	2000	1,99
1953	2,14	1977	2,41	2001	1,85
1954	16,51	1978	0,71		

Приложение 7

Режим воды у полянной метеостанции (колодец, кв. 209)

Год	Зимний минимум, см	Весенний максимум, см	Подъем, см	Уровень на 1 сентября, см	Падение уровня, см	
					летнее	зимнее
1911	495	472	23	493	21	4
1912	489	408	81	449	41	15
1913	464	387	77	426	39	0
1914	426	346	80	415	69	20
1915	485	407	28	458	51	2
1916	460	390	70	432	42	9
1917	441	351	(90)	425	74	13
1918	438	402	36	408	6	10
1919	418	353	65	405	52	—
1920	—	—	—	—	—	—
1921	—	425	—	479	50	+10
1922	468	407	61	461	54	+3
1923	458	390	(68)	438	48	9
1924	447	—	—	461	—	+1
1925	460	412	48	467	55	+4
1926	463	384	79	378	—6	13
1927	391	350	41	417	67	6
1928	423	372	41	419	37	13
1929	432	375	57	432	57	2
1930	434	403	31	451	48	12
1931	463	405	58	469	64	+19
1932	450	376	74	439	63	3
1933	443	413	30	466	53	1
1934	467	435	32	478	38	1
1935	474	458	16	481	23	+8
1936	473	435	38	475	4	+1
1937	474	444	30	478	34	+1
1938	477	434	43	478	44	—

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	7
Глава 1. Некоторые данные о лесистости Оренбургского края	13
Глава 2. Генезис, изученность и современное состояние песчаных ландшафтов и почв	20
2.1. Площади песчаных ландшафтов и почв	20
2.2. Генезис песчаных отложений и почв	22
Глава 3. Опытная и научно-исследовательская работа, проводимая в Бузулукском бору	28
3.1. Хозяйственная и опытная работа в бору	28
3.2. Краткая история исследований почв бора	37
Глава 4. Экологические функции и динамика факторов географической среды Бузулукского бора	53
4.1. Геологическое строение, почвообразующие (материнские) и подстилающие (коренные) породы	55
4.1.1. Геологическое строение территории	55
4.1.2. Почвообразующие (материнские) и подстилающие (коренные) породы	61
4.1.3. Минералогический состав почвообразующих и подстилающих пород	64
4.2. Геоморфология и рельеф	71
4.3. Атмосферные факторы почвообразования, их динамика и роль в формировании почвенно-биоценологических систем	82
4.4. Особенности генезиса, состав и свойства поверхностных и грунтовых вод	95
4.4.1. Гидрографическая сеть бора	95
4.4.2. Генезис долины р. Боровки	98
4.4.3. Генезис и состав поверхностных и грунтовых вод	100
4.5. Почвенная фауна бора и ее роль в почвообразовании	109
4.6. Растительность бора и взаимосвязь ее с другими компонентами ландшафта	110
Глава 5. Динамика пожаров в Бузулукском бору и их влияние на почвы и экосистемы	121
5.1. Динамика пожаров	121
5.2. Влияние пирогенного фактора на почвообразовательные процессы и лесные экосистемы	126
Глава 6. Ландшафтно-генетическая обусловленность почвообразовательных процессов и почв бора	131
6.1. Ландшафтно-генетическая обусловленность почв бора	131
6.2. Функции подстилки в формировании профиля почв бора	138
6.3. Генезис псевдофибр и других новообразований в профилях почвогрунтов бора	145
Глава 7. Генезис и структурно-функциональная роль почв в формировании фитоценозов бора	155
7.1. Почвы «высокого» рельефа второй надпойменной террасы р. Боровки	165
7.1.1. Морфология почв	165
7.1.2. Физико-химические и экологические свойства почв «высокого» рельефа	181
7.2. Почвы слабоволнистого рельефа второй надпойменной террасы р. Боровки	195

7.3. Почвы первой надпойменной террасы р. Боровки	205
7.4. Почвы пойм рек Самары и Боровки	220
7.5. Почвы полувывсохших болот и стариц	232
7.6. Почвы приборовых и внутриборовых водоразделов Общего Сырта	237
7.7. Техногенные почвы бора	263
7.8. Водно-физические свойства основных почв бора	267
7.9. Особенности генезиса почв Бузулукского бора	272
7.10. Экологическая устойчивость почв и биогеоценозов Бузулукского бора	277
7.11. Триггерный характер функционирования геозкосистем бора	284
Глава 8. Классификационная принадлежность и диагностика почв Бузулукского бора	289
Глава 9. Ландшафтно-генетическая и фитоценотическая типология земель и оценка лесорастительных условий Бузулукского бора	294
Глава 10. Внутриводная динамика водной фазы почвогрунтов бора	303
10.1. Динамика атмосферных осадков и уровней грунтовых вод	303
10.2. Динамика влаги в почвах сосновых насаждений бора	315
10.3. Элементы моделирования функционально-экологических взаимосвязей грунтовых вод и факторов среды	319
Глава 11. Экологические проблемы и охрана окружающей среды Бузулукского бора	331
11.1. Особенности строения педоматрицы и экологическая уязвимость геозкосистем бора	331
11.2. Эколого-гидрогеологические особенности территории	340
11.3. Тяжелые металлы в почвах бора	344
11.4. Загрязнение среды и экологические последствия	353
11.5. Некоторые прогнозные предпосылки динамики биоклиматического потенциала в первой половине XXI в.	359
11.6. Проблемы сохранения и воспроизводства лесных геозкосистем Бузулукского бора	362
Заключение	371
Список литературы	373
Словарь терминов	382
Приложение	385

CONTENTS

Preface	5
Chapter 1. How wooded is Orenburg region? Some data	13
Chapter 2. The genesis, the recent state, and the knowledge of sandy landscapes and soils ...	20
2.1. The squares of sandy landscapes and soils.....	20
2.2. The genesis of sandy deposits and soils.....	22
Chapter 3. The experimental and research works in Buzulukskiy Bor	28
3.1. The economy and experiments in the forest.....	28
3.2. The brief review of the history of soil research in the forest.....	37
Chapter 4. The ecological functions and the geographical environment factors dynamics in Buzulukskiy Bor	53
4.1. The geological structure, soil forming rocks and bedrocks.....	55
4.1.1. The geological structure of the territory.....	55
4.1.2. Soil forming rocks and bedrocks.....	61
4.1.3. The mineral composition of soil forming rocks and bedrocks.....	64
4.2. The geomorphic structure and the relief.....	71
4.3. The atmosphere soil formation factors, their dynamics and role in formation of soil-bio-cenosis systems.....	82
4.4. The genesis features, composition and properties of surface and ground waters.....	95
4.4.1. The hydrographic network of the forest.....	95
4.4.2. On the genesis of river valleys.....	98
4.4.3. The genesis and the composition of surface and ground waters.....	100
4.5. The soil fauna of the forest and its role in the soil formation.....	109
4.6. The vegetation of the forest and its correlation to other components of a landscape.....	110
Chapter 5. The dynamics of fires in the Buzulukskiy Bor and the influence of fires on soils and ecosystems	121
5.1. The dynamics of fires.....	121
5.2. The pyrogenic factor influence on soil formation processes and forest ecosystems.....	126
Chapter 6. The landscape conditionality of soil formation processes and soils of the forest ...	131
6.1. The landscape conditionality of soil formation processes.....	131
6.2. The function of leaf litter in the forming of a soil profile.....	138
6.3. The genesis of pseudofibers and other new bodies in profiles of soil grounds of the forest...	145
Chapter 7. The genesis of soils, and their structural and functional role in phytocenosis formation in the forest	155
7.1. Soils of the second cycle fluvial terrace of Borovka river ("high" relief).....	165
7.1.1. The soil morphology.....	165
7.1.2. The physical-chemical and ecological properties of "high" relief soils of the second terrace of Borovka river.....	181
7.2. Soils of gentle wavy relief of the second terrace of Borovka river.....	195
7.3. Soils of the first cycle fluvial terrace of Borovka river.....	205
7.4. Soils of Samara and Borovka rivers valley bottoms.....	220
7.5. Soils of partly dried up mires, meander lakes and wet places.....	232
7.6. Soils of Obschiy Syrt watersheds near and inside the forest.....	237
7.7. Technogenic soils of the forest.....	263

7.8. Water physical properties of main soils of the forest	267
7.9. Conclusions concerning the soil genesis in the Buzulukskiy Bor	272
7.10. Ecological stability of Buzulukskiy Bor soils and biocoenoses	277
7.11. The trigger character of the forest geosystem functioning	284
Chapter 8. The position in the classification and the diagnostics of Buzulukskiy Bor soils ..	289
Chapter 9. Landscape and phytocoenosis classification of lands and the appraisal of Buzulukskiy Bor conditions favorability to forest growth	294
Chapter 10. The profile dynamics of soil grounds water constituent in the forest	303
10.1. The dynamics of precipitations and ground waters level	303
10.2. The soil moisture dynamics of pine plantations in the forest	315
10.3. The elements of the modeling of functional ecological correlations of ground waters and other environmental factors	319
Chapter 11. Ecological problems and the conservation of Buzulukskiy Bor soils and landscapes	331
11.1. The soil matrix structure features and the ecological vulnerability of the forest geosystems ...	331
11.2. Ecological and hydrogeological features of the territory	340
11.3. Heavy metals in soils, soil forming rocks and other subenvironments of the forest	344
11.4. The pollution of subenvironments and its ecological consequences	353
11.5. Some expected premises of the climate potential dynamics in the first third part of the XXI century and their influence on the stability of natural and anthropogenic geocoenoses (agrosystems)	359
11.6. The problems of conservation and reproduction of forest geosystems of Buzulukskiy Bor. ..	362
Conclusion	371
References	373
Glossary	382
Appendix	385

Научное издание

Александр Ильич Климентьев

**БУЗУЛУКСКИЙ БОР:
ПОЧВЫ, ЛАНШАФТЫ И ФАКТОРЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

Рекомендовано к изданию
Ученым советом Института степи и НИСО УрО РАН

Редактор **К.И. Ушакова**
Технический редактор **Е.М. Бородулина**
Корректор **Г.Н. Старкова**
Компьютерная верстка **Н.С. Глушковой**

В книге использованы фотоматериалы Ю. Баженова,
П. Вельмовского, С. Жданова, А. Климентьева, Б. Клипиницера,
К. Мячиной, Д. Полякова, А. Чибилёва

ISBN 978-5-7691-2119-7



НИСО УрО РАН № 98(09) – 12. Сдано в набор 05.03.10.
Подписано в печать 22.07.10. Формат 70×100 1/16.
Бумага типографская. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 33,2. Уч.-изд. л. 34. Тираж 350. Заказ 167.

460000, Оренбург, ул. Пионерская, 11.
Институт степи УрО РАН.

Оригинал-макет изготовлен в РИО УрО РАН.
620219, Екатеринбург, ГСП-169, ул. Первомайская, 91.

Отпечатано в типографии
«Уральский центр академического обслуживания».
620219, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91.



Климентьев Александр Ильич –

**доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заслуженный деятель
науки России, главный научный
сотрудник Института степи
Уральского отделения РАН.**

**Выпускник Оренбургского сельско-
хозяйственного института. В 1995 г.
защитил докторскую диссертацию
по научным основам защиты почв
от эрозии на Южном Урале.**

**А.И. Климентьев – автор более
200 научных работ, в том числе
7 монографий и 10 книг в соавторстве.
Один из инициаторов разработки и
издания первой в РФ Красной книги
почв Оренбургской области (2001),
соредактор и соисполнитель первого
выпуска Красной книги почв России (2009),
исполнитель ряда проектов РФФИ.**

**Настоящая книга – итог многолетнего
научного поиска автора – предназначена
для широкого круга исследователей
и практиков. Работа посвящена Бузулукском
бору, вопросам функциональной экологии,
генезису и классификации почв, а также
мониторингу геосистем бора.**

**Обширный материал монографии послужит
научной основой для дальнейших исследований
по разработке мер сохранения бора –
уникального природного феномена степи.**