

**А.Т.Сабиров, Р.А.Ульданова**

**ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ  
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Казанский государственный аграрный университет

Кафедра таксации и экономики лесной отрасли

**А.Т.Сабилов, Р.А.Ульданова**

## **ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Учебное пособие для студентов по направлениям подготовки  
35.04.01 Лесное дело и 35.04.09 Ландшафтная архитектура

Казань 2018

**УДК 630.187 (470.40)**

Сабиров А.Т., Ульданова Р.А. Почвы лесных биогеоценозов Среднего Поволжья. Учебное пособие для студентов по направлениям подготовки 35.04.01 Лесное дело и 35.04.09 Ландшафтная архитектура/– Казань: ФГБОУ ВПО Казанский ГАУ, 2018. – 96 с.

Приведены экологические факторы почвообразования и характеристика почв лесных биогеоценозов Среднего Поволжья, программа и методы исследований при проведении экологического мониторинга лесных почв, подверженных антропогенному воздействию. Рассмотрены различные виды деградации почв лесных биогеоценозов. Предназначены для студентов по направлениям подготовки 35.04.01 Лесное дело и 35.04.09 Ландшафтная архитектура.

Допущено к публикации решением Методического совета ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», протокол № 3 от 08.11.2018 г.

Допущено к публикации решением методической комиссии факультета лесного хозяйства и экологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», протокол № 3 от 15.10.2018 г.

Рассмотрено и рекомендовано к публикации решением кафедры таксации и экономики лесной отрасли, протокол № 3 от 26.09.2018 г.

Рецензенты:

Кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения Казанского (Приволжского) федерального университета Гиниятуллин К.Г.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и почвоведения Казанского государственного аграрного университета Гилязов М.Ю.

© Сабиров А.Т., Ульданова Р.А. 2018 г.

© Казанский государственный аграрный университет, 2018 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Среднее Поволжье является одним из наиболее сложных и самобытных ландшафтов Восточно-Европейской равнины. Лесные биогеоценозы широко распространены в регионе и произрастают в различных почвенно-экологических условиях. Они представлены разнообразными типами леса и распространены на различных элементах рельефа. Возрастание антропогенного воздействия на лесные экосистемы отразилось на формировании их растительности, почв, животного мира. Сократились площади коренных, спелых елово-пихтовых лесов региона. Целесообразно подробное изучение биологического разнообразия растительности, почв лесных экосистем региона и разработки мер по их сохранению. При исследованиях лесов нами в качестве объекта принимается экосистема, с дальнейшим более детальным изучением видов и их сообществ.

Важной основой формирования биоразнообразия лесных экосистем является почва, которая выполняет важнейшие биогеоценозические и биосферные экологические функции. Почва оказывает прямое влияние на рост и развитие лесного фитоценоза, на биоразнообразие лесных экосистем, в значительной мере определяет их устойчивость и продуктивность. Научно обоснованное, рациональное использование плодородия лесных почв является неотъемлемым атрибутом многоцелевого подхода к пользованию лесными ресурсами. В условиях возрастающего антропогенного воздействия на окружающую среду особенно значима экологическая роль почвы, как особой динамической природной системы. Всесторонние исследования генезиса и свойств лесных почв необходимы и с точки зрения охраны окружающей среды, проведения экологического мониторинга. Проведение исследований лесных почв, приведение в известность почвенного покрова лесов необходимо при разработке мероприятий, направленных на воспроизводство ценных и устойчивых лесов, сохранение биоразнообразия лесных экосистем.

В работе изложены результаты исследований почвенного покрова хвойных лесов Среднего Поволжья. В работе приведён систематический список почв темнохвойных биогеоценозов центральных районов Среднего Поволжья, эколого-генетическая характеристика основных

типов лесных почв региона, описаны их морфологические, физические, физико-химические свойства.

В последние десятилетия вопросы экологического мониторинга приобретают глобальный характер. Возросло внимание ученых к вопросам охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Это вызвано увеличением отрицательного влияния различного рода производственной деятельности человека на экологическое равновесие в природе. В связи с этим для сохранения нормальных условий существования человеческого общества необходима организация контроля за состоянием окружающей среды, в том числе и почвенного покрова, как компонента биогеоценоза и накопителя различных химических веществ.

В настоящем пособии обобщены работы отечественных и зарубежных ученых, а также собственные исследования авторов по вопросам экологического мониторинга почв лесных сообществ. Приведены методы исследований и показатели оценки химического загрязнения и физической деградации почв при антропогенном влиянии. На примере республик Среднего Поволжья показаны системы организации почвенных исследований лесных биогеоценозов; отмечена необходимость комплексного подхода при мониторинге лесных почв с привлечением ученых различных отраслей лесной науки. Подчеркнута важность фонового мониторинга для создания регионального банка данных почвенных показателей естественных экосистем. Работа послужит полезным источником для разработки и проведения регионального мониторинга лесных земель.

Научный труд предназначен для преподавателей, студентов биологических, лесохозяйственных и почвенных факультетов, научных работников, специалистов в области лесного хозяйства, природопользования.

При проведении полевых и лабораторных исследований принимал участие д.с.-х.н. А.Х.Газизуллин, оказывали содействие руководители лесничеств. При изучении лесных почв Среднего Поволжья были получены ценные советы от д.с.-х.н. С.В.Зонна и д.б.н. Л.О.Карпачевского. Профессор Сабилов А.Т. выражает им искреннюю благодарность и глубокую признательность.

## **1. ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

### **1.1. Систематический список лесных почв центральных районов Среднего Поволжья**

Почва является одним из основных компонентов биосферы, выполняет важнейшие экологические функции в биосфере. Наряду с климатом, почва – важнейший экологический фактор, определяющий существование растительности. А в пределах однородного климатического района роль почвы в формировании фитоценозов становится решающей. По мере повышения уровня плодородия почв растительность становится богаче и разнообразнее, возрастает её продуктивность.

Велика роль почв и в формировании лесных экосистем. Она оказывает прямое влияние на состав растений всех ярусов лесного биогеоценоза, на рост и развитие фитоценоза, биоразнообразие лесных экосистем. Продуктивность и устойчивость лесных насаждений обуславливаются прежде всего степенью соответствия биоэкологии выращиваемых древесных пород климатическим и почвенно-грунтовым условиям. Следовательно, выявление почвенно-экологических условий, оптимальных для произрастания лесных фитоценозов, является весьма актуальной для их сохранения, восстановления, повышения продуктивности. Всесторонние исследования свойств лесных почв необходимы и с точки зрения охраны окружающей среды, проведения экологического мониторинга, создания регионального банка данных почвенных показателей лесных формаций.

Известно, что биологическое разнообразие в природе тесно взаимосвязано с разнообразием почвообразующих пород. Особенно это присуще для лесных биогеоценозов, где установлено распределение растительных формаций в зависимости от почвенно-грунтовых условий. Поэтому, в данной работе влияние почвенно-экологических факторов на формирование фитоценозов региона рассматривается на примере лесных экосистем. Лесные почвы характеризуются естественным ходом процессов почвообразования, полноценным строением профиля. Широкий спектр лесных фитоценозов и почв Среднего Поволжья,

различные их комбинации позволяют выявить закономерности взаимосвязи между ними.

В лесных биогеоценозах региона протекают самые различные почвообразующие процессы: гумусообразование, бурозёмообразование, лессиваж, выщелачивание, оподзоливание, оглеение и др., что отражается на большом разнообразии почв. Вырубка лесов и их изреживание на больших площадях привели к увеличению роли травянистой растительности и лиственных фитоценозов на формирование местных почв, усилению дернового и бурозёмного процессов почвообразования, ослаблению оподзоливания.

Приведём систематический список почв темнохвойных биогеоценозов центральных районов Среднего Поволжья (Сабиров, 2000).

**Тип 1. Подзолистые почвы.** Подразделяются на четыре подтипа:

- 1) подзолы;
- 2) типично-подзолистые;
- 3) дерново – подзолистые;
- 4) подзолисто-оглеенные.

Типично-подзолистые почвы по интенсивности процесса оподзоливания подразделяются на три вида: типично-слабоподзолистые, типично-среднеподзолистые и типично-сильноподзолистые. Дерново-подзолистые почвы подразделяются также на три вида: дерново-слабоподзолистые, дерново-среднеподзолистые и дерново-сильноподзолистые. Подзолисто-оглеенные почвы включают четыре вида: подзолисто-глееватые, подзолисто-глеевые, дерново-подзолисто-глееватые, дерново-подзолисто-глеевые.

**Тип 2. Подзолисто-болотные почвы.** Подразделяются на три подтипа:

- 1) торфяно-подзолисто-глеевые;
- 2) торфяно-подзолисто-иллювиально-гумусовые;
- 3) перегнойно-подзолисто-глеевые.

**Тип 3. Болотные почвы.** Подразделяются на четыре подтипа:

- 1) торфяные верховых болот;
- 2) торфяные переходных болот;
- 3) торфяные низинных болот;
- 4) болотные минеральные.

Болотные минеральные почвы включают следующие виды: перегнойно-глеевые и иловато-глеевые.

**Тип 4. Дерново-глеевые почвы.** Подразделяются на три подтипа:

- 1) дерново-глеевые карбонатные;
- 2) дерново-глеевые выщелоченные;
- 3) дерново-глеевые оподзоленные.

**Тип 5. Рендзины.** Включают два подтипа: рендзины типичные и выщелоченные.

**Тип 6. Коричнево-бурые лесные почвы.** Подразделяются на три подтипа:

- 1) коричнево-бурые лесные типичные;
- 2) коричнево-темно-бурые лесные;
- 3) коричнево-бурые лесные оподзоленные (коричнево-бурые лесные лессивированные и псевдоподзолистые)

**Тип 7. Бурые лесные почвы.**

В составе бурых лесных супесчаных и песчаных почв выделены два подтипа: бурые лесные слабонасыщенные и бурые лесные кислые.

**Тип 8. Серые лесные почвы.** Целесообразно разделить на два подтипа:

- 1) серые лесные почвы – в подзоне смешанных и широколиственных лесов;
- 2) серые лесостепные почвы – в лесостепи.

При этом каждый подтип серых лесных и серых лесостепных почв подразделяется на три вида: светло-серые, серые и темно-серые.

**Тип 9. Аллювиальные дерновые почвы.**

**Тип 10. Аллювиальные луговые почвы.**

Почвенный покров природных ландшафтов региона представлен в основном подзолистыми, серыми лесными, коричнево-бурыми лесными, бурыми лесными почвами, чернозёмами. Меньшее распространение имеют пойменные почвы, рендзины, подзолы. Подзолисто-оглееные, подзолисто-болотные, болотные и дерново-глеевые почвы в регионе с лесоводственной точки зрения (для выращивания продуктивных лесных насаждений) имеют небольшое значение.

В работе дано описание свойств подзолистых, серых лесных, аллювиальных почв, бурозёмов, рендзин и чернозёмов, исследованных авторами в различных лесных биогеоценозах Среднего Поволжья.



## 1.2. Подзолистые почвы

Подзолистые почвы в районе исследования составляют основной фон почвенного покрова Республики Марий-Эл, Кировской области, имеют также значительное распространение в Предкамье Татарстана. Они являются сialлитными элювиально-иллювиально-дифференцированными почвами, которые образуются в условиях промывного водного режима под пологом хвойных или хвойно-лиственных биогеоценозов.

По мнению большинства учёных, формирование профиля подзолистых почв является результатом действия ряда процессов: оподзоливания, поверхностного оглеения, лессиважа. Хотя данный вопрос остаётся ещё дискуссионным. Спорным остаётся также вопрос разделения подзолистых и дерново-подзолистых почв. Согласно «Классификации и диагностики почв СССР» (1977), а также по мнению А.А. Роде и В.Н. Смирнова (1972) дерново-подзолистые почвы выделяют как подтип в типе подзолистых почв. Н.А. Ногина (1981), И.С. Кауричев (1989), В.В. Добровольский (1989) рассматривают эти почвы на уровне самостоятельного типа. В.Г. Розанов и Т.И. Евдокимова считают (1988), что в самостоятельный тип нужно выделять подзолы, в связи с чем противопоставление подзолистых и дерново-подзолистых почв теряет смысл.

Под пологом темнохвойных биогеоценозов А.Т. Сабировым (2000) в составе подзолистых почв выделены 4 подтипа: подзолы, типично-подзолистые, дерново-подзолистые и подзолисто-оглеенные почвы. На подзолистых почвах формируются различные по продуктивности и составу лесные фитоценозы. В данной работе приведена характеристика подзолов, типично-подзолистых и дерново-подзолистых почв.

### **Песчаные подзолистые почвы.**

Песчаные (и супесчаные) почвообразующие породы характеризуются высокой водопроницаемостью, малой водоудерживающей способностью, низким содержанием тонкодисперсных частиц. Все это отражается на экологии почвообразования на данных породах и свойствах формирующихся на них почв, а также на составе и продуктивности произрастающей на этих почвах лесной растительности.

На песчаных и супесчаных породах лесной зоны развиваются почвы как подзолистого типа, так и неоподзоленные с аккумулятивным профилем. Наши многолетние исследования показали, что и в лесных биогеоценозах Среднего Поволжья, на песках и двучленных наносах, в определенных орографических условиях формируются бурые лесные почвы.

В районе исследования песчаные отложения различного происхождения имеют широкое распространение, особенно в Низменном Заволжье. В роли почвообразующих пород выступают в основном водно-ледниковые и древнеаллювиальные супесчано-песчаные наносы, приуроченные к Марийской низменной равнине. Древнеаллювиальные песчаные отложения слагают также четвертичные террасы Вятки, Волги, Камы и их крупных притоков. Причём пески Волжской и Камской питающих провинций различаются по минералогическому составу. Песчаные наносы четвертичных террас Камы являются полиминеральными, содержащими значительный процент полевых шпатов (Газизуллин, Хасаншин, 1987, Газизуллин, 1993). Флювиогляциальные и древнеаллювиальные пески Низменного Заволжья считаются мономинеральными, преимущественно кварцевыми (Смирнов, 1968).

Подзолистые почвы лёгкого гранулометрического состава в регионе представлены дерново-подзолистыми, типично-подзолистыми почвами и подзолами, занятые в основном сосновыми борами. Еловые фитоценозы на песчаных породах встречаются редко, при наличии псевдофибровых, ортзандовых прослоек, подстилании суглинистой породой, встречаются на супесчаных разновидностях, на многочисленных наносах.

Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы в регионе имеют широкое распространение. На возвышенных или сравнительно ровных местоположениях, хорошо дренированных участках под пологом берёзовых, еловых, сосновых фитоценозов с довольно развитым травяным покровом формируются дерново-слабоподзолистые почвы. Дерново-среднеподзолистые почвы развиты на ровных или слабоволнистых местоположениях, испытывающих периодически избыточное увлажнение. Ровные пониженные участки и плоские депрессии рельефа с близким залеганием грунтовых вод занимают

дерново-сильно-подзолистые почвы, чаще на супесчаных или слоистых песчано-супесчано-глинистых отложениях. Степень развития подзолистого процесса обуславливается, в первую очередь, водным режимом местности, который связан с рельефом территории.

Дерново-слабоподзолистая связанно-песчаная почва (разрез Е-10) исследована в квартале 40 Нолькинского лесничества Учебно-опытного лесхоза Республики Марий-Эл. Почва сформирована на древнеаллювиальных псевдофибровых песках под пологом ельника кислично-липнякового. Древостой двухъярусный, II класса бонитета. Подрост состоит из ели и пихты, подлесок представлен липой, рябиной, бересклетом. В напочвенном покрове доминирует кислица обыкновенная, встречаются и представители неморальной группы. Строение профиля:  $A_0=4$  см +  $A_1=11$  см +  $A_1A_2=19$  см +  $A_2B=26$  см +  $B_1=56$  см +  $B_2=89$  см +  $BC=128$  см +  $C=190$  см. Грунтовые воды не выявлены, вскипание от  $HCl$  отсутствует. Характерные макроморфологические признаки: наличие двухслойной подстилки типа модер, перегнойно-аккумулятивного горизонта  $A_1$ , псевдофибровых прослоек глубины 50 см, отсутствие сплошного подзолистого горизонта. В дерново-средне- и сильноподзолистых почвах выражен элювиальный горизонт  $A_2$ , переходящий на иллювиальный горизонт  $B_1$  буровато-жёлтый или охристо-жёлтой окраски. При близком залегании почвенно-грунтовых вод в материнской породе светло-жёлтая окраска сменяется сизовой.

Типично-подзолистые почвы встречаются реже, в ельниках черничных и брусничных с моховым или мохово-кустарничковым покровом. Профиль их представлен следующей системой горизонтов:  $A_0$  —  $A_0A_1$  —  $(A_1A_2)^x$  —  $A_2$  —  $A_2B$  —  $B$  ( $B_f$ ,  $B_{hf}$ ) —  $BC$  —  $C$  ( $C_g$ ). Формируются в основном на рыхлых мономинеральных песках с ортзандовыми прослойками или при подстилании порода более тяжёлого гранулометрического состава. В темнохвойных биогеоценозах региона чаще распространены типично-средне- и сильноподзолистые разновидности, развивающиеся на плоских депрессиях, на пониженных участках дюнно-бугристого рельефа, на склонах с близким залеганием грунтовых вод. Типично-слабоподзолистые почвы формируются на рыхлых, мономинеральных, глубоких песках дренированных элементов рельефа, при глубоком залегании почвенно-грунтовых вод. По нашим

исследованиям, типично-слабоподзолистые песчаные почвы, как правило, встречается в сосновых фитоценозах, иногда с участием ели во втором ярусе.

Макроморфологическое описание типично-среднеподзолистой почвы рассмотрим на примере разреза С-40, заложенного в квартале 57 Чернушкинского лесничества Учебно-опытного лесхоза Республики Марий Эл, в сосняке черничном. Состав древостоя 80С20Б; возраст 50 лет. Сосновый древостой произрастает по первому классу бонитета. Подрост представлен елью и берёзой, а подлесок – рябиной, ивой, клёном. В живом напочвенном покрове доминирует черника, встречаются папоротники, ландыш. Тип лесорастительных условий В<sub>2-3</sub>. Почва состоит из следующих генетических горизонтов:

А0<sup>1</sup> 0-2 см. Лесная подстилка бурой окраски, свежая, рыхлая, состоит из хвои, ветвей, листьев, шишек, коры; переход заметный.

А0<sup>11</sup> 2-3 см. Лесная подстилка тёмно-бурой окраски, свежая, относительно уплотнена, слабо- и среднеразложившаяся, типа мор-модер, много корней; переход ясный.

А0А1 3-4 см. Переходный органико-минеральный горизонт почти чёрной окраски, свежий; переход ясный.

А2 4-13 см. Подзолистый горизонт светло-серой окраски, свежий, связанно-песчаный, бесструктурный, уплотнённый, имеются корни и корневины; переход постепенный.

А2В 13-20 см. Переходный горизонт серовато-бурой окраски, свежий, связанно-песчаный, уплотнённый, пронизан корнями, слабовыраженной комковатой структуры; переход постепенный.

В1 20-49 см. Иллювиальный горизонт жёлто-бурого цвета, слабовыраженной комковатой структуры, плотный, связанно-песчаный, свежий, с мелкими корнями; переход постепенный.

В2 49-85 см. Иллювиальный горизонт буровато-жёлтой окраски, слабовыраженной комковатой структуры, свежий, уплотнённый, рыхлопесчаный, с единичными мелкими корнями, имеются псевдофибры, переход постепенный.

ВС 85-105 см. Переходный к материнской породе горизонт серовато-жёлтой окраски, плотный, плохо выраженной комковатой структуры, рыхлопесчаный, свежий; переход постепенный.

C1 105-142 см. Материнская порода буровато-жёлтого цвета, почти бесструктурная, влажноватая, плотная, рыхло песчаная; переход постепенный.

C2 142-200 см. Почвообразующая порода светло-жёлтой окраски, влажная, связанно-песчаная, плотная.

Начиная с глубины 170 см со стенок разреза сочится вода. Вскипание от HCl отсутствует.

Типично-среднеподзолистая связанно-песчаная почва на древнеаллювиальных мономинеральных отложениях (разрез Е-14) исследована нами в квартале 58 Нолькинского лесничества того же лесхоза под пологом ельника черничного. Состав древостоя I яруса 90Е10Ос+Б, Лп, II яруса – 81Е9П10Ос; возраст 80/40 лет, класс бонитета II/III. Подрост редкий, из ели и пихты. Подлесок состоит из рябины, крушины, клёна остролистного. В напочвенном покрове доминирует черника и зелёные мхи. В профиле почвы выделены следующие генетические горизонты: A0=9 см + A0A1=10 см + A1A2=15 см + A2=23 см + Bf1=48 см + Bf2=85 см + BCg=106 см + Cg=160 см + Dg=180 см. Почва не содержит карбонатов, грунтовые воды не выявлены. Гидроморфизм носит здесь реликтовый характер.

Типично-слабоподзолистая рыхлопесчаная почва на флювиогляциальных песках (разрез С-41) изучена в квартале 58 Чернушкинского лесничества под пологом сосняка черничного. Состав древостоя 80С20Б, класс бонитета I, возраст 37 лет. Подрост представлен елью и берёзой, а подлесок – крушиной, можжевельником, рябиной. В травяном покрове распространены черника, брусника, зелёные мхи, злаковые. Тип лесорастительных условий A<sub>2-3</sub>. Строение профиля почвы: A0=4 см + A1A2=9 см + A2B=15 см + B1=55 см + B2=100 см + BC=124 см + C=180 см. Подстилка типа мор-модер. Вскипание от 10% соляной кислоты отсутствует. С глубины 180 см со стенок почвенного разреза сочится вода.

Типично-сильноподзолистая рыхлопесчаная грунтово-глееватая почва на флювиогляциальных отложениях (разрез Е-3) выявлена в квартале 63 Яльчинского лесничества Государственного природного национального парка «Марий Чодра», на плоском пониженном участке. Древостой I яруса имеет состав 81Е11Б8С+ОС, II яруса – 50Е44Б6С. Соответственно возраст по ели составляет 70 и 40 лет, класс

бонитета II и III, запас сырораствующей древесины равен 246 и 18 м<sup>3</sup>. Встречаются сухостойные деревья ели. Подрост состоит из ели, куртинный. Подлесок редкий, представлен рябиной и крушиной. Травяной покров беден по составу, преобладают черника и зелёные мхи, в микропонижениях – сфагновые мхи. Тип леса – ельник черничный. Почва имеет следующее строение профиля:  $A_0^1=2\text{см} + A_0^{11}=7\text{см} + A_0^{111}=11\text{см} + A_0A_1=13\text{см} + A_2=30\text{см} + A_2B=39\text{см} + Bf=64\text{см} + BC=77\text{см} + Cg=106\text{см} + Dg_1=146\text{см} + Dg_2=205\text{см}$ . С глубины 196 см сочитается вода.

Типично-подзолистым почвам присущи следующие морфологические признаки: мощная двухслойная или трёхслойная груборазложенная лесная подстилка (типа мор или мор-модер), густо пронизанная корнями растений; гумусовый горизонт отсутствует или имеет малую (менее 3 см) мощность; под подстилкой залегает небольшая органо-минеральная прослойка  $A_0A_1$ ; далее следует покрашенный гумусом, малой мощности гумусово-подзолистый горизонт  $A_1A_2$ , сменяющийся в слабоподзолистых почвах слоем  $A_2B$ ; наличие ясно выраженного белёсого, бесструктурного подзолистого горизонта  $A_2$  в средне- и сильноподзолистых почвах; иллювиальный горизонт  $B_1$  желтовато-бурого цвета, принимающий иногда охристо-бурю окраску и выступающий как иллювиально-железистый ( $Bf$ ); частая оглеенность материнской породы. В отдельных случаях образуется иллювиально-гумусово-железистый горизонт  $Bhf$ , отмечается оглеение почвообразующей породы – такие почвы являются переходными к подзолам. Типично-подзолистые почвы формируются преимущественно при избыточном увлажнении. Наличие плотной суглинистой (или сцементированной супесчаной) подстилающей породы создаёт условия для проявления верховодки. Периодическое появление анаэробноз способствует обезжелезнению верхней части профиля почв.

Наиболее сильно выражены процессы подзолообразования в подзолах – почвах с элювиально-иллювиально-дифференцированным профилем типа  $A_2-Bh, f, al$ . Они встречаются спорадически, занимая ложиннообразные понижения, котловины выдувания, подножия склонов, окраины заболоченных земель. Развиваются преимущественно под пологом хвойных фитоценозов с кустарничково-моховым или мертвым покровом. Встречаются и в лиственных биогеоценозах.



Подзолы сформировались в условиях полугидроморфного ландшафта. Растительные остатки здесь разлагаются преимущественно грибами, образуя кислые продукты. Агрессивные органические кислоты взаимодействуют с минеральной частью почвы и продукты гидролиза выносятся в нижележащие горизонты. Так происходит процесс оподзоливания.

В регионе подзолы нами выявлены в лесных биогеоценозах лесной провинции Низменного Заволжья, на песчаных отложениях. Иллювиально-гумусово-железистый песчаный подзол (разрез Е-216) исследован в квартале 63 Яльчинского лесничества Государственного национального парка «Марий Чодра», под пологом ельника черничного. Состав древостоя – 40Е30С30Б, возраст 60 лет, класс бонитета II. Подрост редкий из ели, в подлеске – единичные экземпляры рябины и крушины. В травяном покрове – черника, зелёные мхи, по западинам – сфагновые мхи. Строение профиля почвы разреза Е-216:  $A_0=5\text{см} + A_2=20\text{см} + Bhf_1=41\text{см} + Bf_2=80\text{см} + B_3=107\text{см} + BC_g=138\text{см} + C_g=195\text{см} + D_g=215\text{см}$ . Вода сочится со стенок разреза с глубины 135 см. Вскипание от HCl отсутствует. Подстилка элювием пермских пород, выщелоченных от карбонатов, создаёт условия для проявления верховодки. Характерные особенности макроморфологии песчаных подзолов: мощная лесная подстилка типа мор, густо пронизанная корнями и гифами грибов; органо-минеральный горизонт  $A_0A_1$  землистой консистенции; ярко выраженный подзолистый горизонт  $A_2$ , переходящий в иллювиально-гумусово-железистый горизонт  $Bhf$  коричнево-бурой окраски; оглеение нижних горизонтов, вследствие чего они приобретают сизовато-зеленоватый оттенок. Мощность элювиального горизонта изученных подзолов варьирует в пределах 15-33 см.

В мелкозёме типично-среднеподзолистой почвы явно превалирует фракция мелкого песка (табл.1), далее следует фракция крупного и среднего песка. Количество илистых частиц не превышает 5%. Присуща явно выраженная текстурная дифференциация профиля по физической глине и илу. Отмечается вынос тонкодисперсных частиц из подзолистого горизонта и накопление в иллювиальном слое. Иллювиальное накопление ила и физической глины более выражено в иллювиально-гумусово-железистом песчаном подзоле. В гумусовом горизонте дерново-слабоподзолистой (разрез Е-10), в подзолистом

горизонте типично-среднеподзолистой (разрез С-40) почв и песчаного подзола по сравнению с материнской породой присуще некоторое превалирование количества физической глины, что связано с процессами выветривания и почвообразования и характерна песчаным почвам лесной зоны (Роде, 1937; Смирнов, 1967). В подстилающей породе резко возрастает содержание илстых частиц и физической глины.

Таблица 1

## Гранулометрический состав подзолистых почв

Горизонт и глубина, см	Гигроскопич. влага, %	Размеры (мм) и содержание фракций (%)						
		1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	<0,01
Дерново-слабоподзолистая связанно-песчаная (разрез Е-10)								
A1 4-11	1,38	38,0	46,0	10,2	2,0	1,3	2,5	5,8
A1A2 11-19	0,73	40,1	45,3	9,5	2,2	0,9	2,0	5,1
A2B 19-26	0,29	37,9	46,2	10,4	1,4	1,1	3,0	5,5
B1 35-45	0,31	35,0	51,9	6,6	1,7	1,0	3,8	6,5
B2 68-78	0,22	38,4	52,8	2,1	0,8	2,1	3,8	6,7
BC 105-115	0,27	43,6	49,2	2,2	0,9	1,4	2,7	5,0
C 160-170	0,25	41,0	52,7	1,3	0,8	1,4	2,8	5,0
Типично-среднеподзолистая связанно-песчаная (разрез С-40)								
A2 4-13	0,22	28,5	54,2	11,5	2,1	1,8	1,9	5,8
A2B 13-20	0,44	26,1	48,3	17,2	3,1	2,7	2,6	8,4
B1 30-40	0,60	27,1	49,7	13,4	2,4	2,7	4,7	9,8
B2 65-75	0,26	47,6	46,5	2,2	1,3	0,6	1,8	3,7
BC 90-100	0,27	56,9	37,9	1,3	0,5	0,6	2,8	3,9
C1 120-130	0,30	42,3	53,0	0,4	0,2	0,2	3,9	4,3
C2 160-170	0,38	45,8	48,6	0,5	0,4	0,2	4,5	5,1
Дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая (разрез Е-207), Яранский лесхоз								
A1 4-12	2,72	3,0	16,9	45,7	12,6	7,9	13,9	34,4
A1A2 12-17	1,83	2,8	17,5	48,3	11,2	8,2	12,0	31,4
A2 17-23	1,17	3,1	21,6	49,6	9,0	8,3	8,4	25,7
A2B 23-30	2,26	1,4	19,4	40,1	6,6	9,4	23,1	39,1
B1 40-50	4,68	0,8	18,8	36,8	9,0	8,2	26,4	43,6
B2 70-80	4,75	2,1	16,0	37,1	12,1	5,0	27,7	44,8
B3 97-107	4,84	4,1	8,7	39,3	10,8	4,2	32,9	47,9
BC 120-130	4,63	5,4	18,0	34,6	8,6	4,9	28,5	42,0
C1 140-150	3,98	3,1	22,1	36,6	7,5	6,1	24,6	38,2



Содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте дерново-слабоподзолистой почвы (см. табл.2) составляет 1,3% и довольно плавно снижается с глубиной. В типично-средне и сильноподзолистых почвах распределение содержания перегноя носит черты элювиально-иллювиального характера. В песчаном подзоле наблюдается бимодальное распределение органического вещества по профилю с максимумом накопления в лесной подстилке и иллювиальном горизонте Bhf: содержание гумуса доходит до 2,2-2,6%.

В валовом составе мелкозёма иллювиально-гумусово-железистого подзола прослеживается ясная дифференциация по профилю оксидов кремния, железа и алюминия. В элювиальном горизонте характерно относительное накопление кремния и уменьшение железа и алюминия. Иллювиальный горизонт Bhf обогащён полуторными оксидами и обеднен оксидом кремния как по сравнению с вышележащим слоем A2, так и по сравнению с материнской породой. Присущи черты элювиально-иллювиального распределения оксидов CaO и MgO.

Отношение углерода к азоту в минеральной части профиля подзолистых почвах лёгкого гранулометрического состава относительно узкое и составляет 11-14. В песчаном подзоле наблюдаем расширение данного показателя до 23-24 в иллювиальном горизонте, что свидетельствует о низкой обогащённости азотом вымытого гумуса данного слоя.

Содержание щелочногидролизуемого азота наибольшее в лесной подстилке и достигает до 75-94 мг/100г вещества. Минеральные горизонты содержат незначительное количество подвижного азота: 1-10 мг/100г почвы.

Формирование типично-подзолистых песчаных почв и подзола происходит при высокой кислотности среды, под воздействием груборазложившихся подстилок ельников черничных и брусничных, обладающих и высокой гидролитической кислотностью. Меньшей актуальной и обменной кислотностью обладает подстилка ельника кислично-липнякового на дерново-слабоподзолистой почве (разрез Е-10), связанное с участием в составе древостоя разнотравья и липы. Здесь относительно низкая и гидролитическая кислотность. В минеральной части профиля более высокая кислотность присуща горизонтам, расположенным непосредственно под лесной подстилкой. В минераль-

ных горизонтах песчаных подзолистых почв величина гидролитической кислотности варьирует в пределах 1-10 мг.экв / 100г, с максимумом в гумусированных горизонтах и оглеённой подстилающей породе.

Таблица 2

## Показатели характеристики подзолистых почв

Горизонт и глубина, см	Гумус, %	рН солевой	Гидро- литич. кисл.	Обменные основания			Насы- щен-ть. основа- ниями, %
				кальций	магний	сумма	
				мг.экв/100г. почвы			
Дерново-слабоподзолистая (разрез Е-10), ельник кислично-липняковый							
A0 <sup>I</sup> 0-2	90,0 <sup>X</sup>	5,06	33,0	10,8	33,5	44,3	57,3
A0 <sup>II</sup> 2-4	77,3 <sup>X</sup>	5,28	31,2	42,5	16,4	58,9	65,4
A1 4-11	1,26	3,63	10,4	4,2	1,7	5,9	36,2
A1A2 11-19	0,75	3,70	3,0	1,0	1,2	2,2	42,3
A2B 19-26	0,47	3,98	2,4	1,0	1,6	2,6	52,0
B1 35-45	0,44	4,27	1,9	0,6	3,6	4,2	68,9
B2 68-78	-	4,37	1,3	1,0	2,0	3,0	69,8
BC 105-115	-	4,50	0,9	1,4	1,6	3,0	76,9
C 160-170	-	4,47	0,7	1,8	2,0	3,8	84,4
Типично-среднеподзолистая (разрез С-40), сосняк черничный							
A0 <sup>I</sup> 0-2	86,6 <sup>X</sup>	4,50	40,1	45,1	26,1	71,2	64,0
A0 <sup>II</sup> 2-3	76,4 <sup>X</sup>	4,23	44,3	35,0	29,5	64,5	59,3
A0A1 3-4	21,5 <sup>X</sup>	3,70	22,5	3,0	2,1	5,1	18,4
A2 4-13	0,28	3,78	2,2	0,3	0,3	0,6	21,4
A2B 13-20	0,39	3,92	4,5	0,4	0,4	0,8	18,6
B1 30-40	0,37	4,27	0,6	0,4	0,3	0,7	53,8
B2 65-75	0,16	4,66	0,8	0,9	0,3	1,2	60,0
BC 90-100	0,08	4,48	0,8	1,0	0,5	1,5	65,2
C1 120-130	-	4,52	0,7	0,9	0,4	1,3	65,0
Дерново-среднеподзолистая (разрез Е-207), ельник кисличный							
A0 <sup>I</sup> 0-2	91,9 <sup>X</sup>	4,84	37,2	16,4	16,3	32,7	46,8
A0 <sup>II</sup> 2-4	78,1 <sup>X</sup>	5,09	33,2	39,2	17,5	56,7	63,1
A1 4-12	6,79	4,55	10,7	16,9	3,7	20,6	81,7
A1A2 12-17	2,87	4,40	7,5	8,8	2,8	11,6	72,5
A2 17-23	0,78	4,06	4,8	5,5	1,6	7,1	63,4
A2B 23-29	0,54	3,80	4,8	7,9	3,6	11,5	70,6
B1 40-50	0,31	3,61	8,5	12,4	9,4	21,8	71,9
B2 70-80	0,30	3,60	7,7	13,3	9,8	23,1	75,0
B3 97-107	-	3,85	6,5	15,9	8,2	24,1	78,8
BC 120-130	-	3,95	4,1	16,5	7,8	24,3	85,6
C1 140-150	-	3,96	3,7	14,5	9,4	23,9	86,6

Окончание таблицы 2

Горизонт и глубина, см	Гумус, %	рН солевой	Гидро- литич. кисл.	Обменные основания			Насы- щен-ть. основа- ниями, %
				кальций	магний	сумма	
				мг.экв/100г. почвы			
Дерново-сильнопodzолистая (разрез Е-114), ельник кисличный							
A0 <sup>1</sup> 0-1	88,5 <sup>x</sup>	5,16	34,0	18,2	25,8	44,0	56,4
A0 <sup>11</sup> 1-3	76,3 <sup>x</sup>	4,48	48,9	39,8	6,0	45,8	48,4
A1 4-8	7,76	4,20	17,5	20,2	1,0	21,2	54,8
A1A2 8-11	3,30	4,22	6,2	4,7	1,4	6,1	50,0
A2 11-20	0,49	4,20	5,1	3,4	1,9	5,3	51,0
A2B 20-25	0,57	3,79	5,6	5,9	2,3	8,2	59,4
B1 32-42	0,35	3,68	7,5	7,9	5,8	13,7	64,6
B2 60-70	0,30	3,51	9,7	7,3	7,3	14,6	60,1
BC 90-100	0,15	3,55	7,5	8,5	8,6	17,1	69,5
C 120-130	-	3,60	6,2	9,8	8,9	18,7	75,1
CD 141-151	-	3,80	3,0	4,7	4,1	8,8	74,6

<sup>X</sup> Потеря от прокаливания

Обменными основаниями также более насыщена лесная подстилка: 21-59 мг.экв /100г. В минеральных горизонтах сумма кальция и магния незначительна, составляет всего 1-6 мг.экв/100г, с возрастанием в пермской породе до 8-10 мг.экв/100 г. Присуще биогенное накопление обменных оснований в гумусовом горизонте дерново-слабоподзолистой почвы. В песчаных подзолистых почвах наблюдаются черты элювиально-иллювиального распределения обменных катионов. В дерново-слабоподзолистой и типично-подзолистых почвах насыщенность основаниями минимальна в горизонтах, расположенных под лесной подстилкой и испытывающих её непосредственное влияние (горизонты A0A1, A1, A1A2, A2). В подзолах наименьшая степень насыщенности основаниями характерны для горизонтов A0A1 и Bhf, обогащённых органическими кислотами.

Более насыщены элементами питания лишь лесные подстилки и подстилаящая порода. Отметим биологическое накопление подвижного фосфора и обменного калия в гумусовом горизонте дерново-слабоподзолистой почвы (табл.3), обусловленное влиянием относительно богатого опада данного елового фитоценоза. В условиях сильнокислой среды происходит вымывание легкоподвижного фосфора

из верхних горизонтов, особенно в сильноподзолистой почве и подзоле. Типично-подзолистые почвы выделяются низкой обеспеченностью подвижными элементами. Насыщенность лесной подстилки подвижными соединениями азота, фосфора и калия способствует обеспечению растений элементами питания и сохранению их от вымывания.

Таблица 3

## Содержание соединений фосфора и калия в подзолистых почвах

Горизонт и глубина, см	Подвижные		Горизонт и глубина, см	Подвижные	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	мг/100г почвы			мг/100г почвы	
Дерново-слабоподзолистая (разрез Е-10)			Дерново-среднеподзолистая (разрез Е-207)		
A0 <sup>I</sup> 0-1	125,5	185,3	A0 <sup>I</sup> 0-2	106,3	238,0
A0 <sup>II</sup> 1-3	98,8	165,0	A0 <sup>II</sup> 2-4	82,5	164,5
A1 4-11	3,5	6,3	A1 4-12	5,8	9,3
A1A2 11-19	1,8	1,5	A1A2 12-17	3,3	6,3
A2B 19-26	2,5	2,3	A2 17-23	2,3	5,0
B1 35-45	4,1	1,5	A2B 23-30	5,0	10,3
B2 68-78	3,1	1,0	B1 40-50	8,3	20,8
BC 105-115	2,4	3,8	B2 70-80	10,3	19,5
C 160-170	2,5	1,9	BC 120-130	8,8	15,3
			C 140-150	7,1	13,0

Типично-подзолистые почвы формируются в основном в условиях определённого переувлажнения профиля. Для них характерна высокая кислотность, ненасыщенность основаниями поглощающего комплекса, низкая гумусированность и биологическая активность, малая обеспеченность подвижными элементами. Они имеют текстурно-дифференцированный элювиально-иллювиальный профиль. При утяжелении гранулометрического состава до связанного песка и супеси дерновый процесс обычно усиливается, формируются дерново-подзолистые песчаные почвы.

## Контрольные вопросы

1. Что представляет подзолообразовательный почвенный процесс?
2. Расскажите о подзолистых почвах, развитых на супесчано-песчаных отложениях.
3. Что такое дерновый процесс? Какие лесные фитоценозы произрастают на подзолистых почвах?
4. Расскажите о лесорастительных свойствах подзолистых почв.

### 1.3. Серые лесные почвы

В Среднем Поволжье серые лесные почвы имеют широкое распространение, формируясь на породах различного происхождения, в основном тяжелого гранулометрического состава. Они занимают преимущественно высокие выровненные участки водораздельных плато, пологие склоны. Серые лесные почвы занимают значительные площади в лесных экосистемах Республики Татарстан, развиваясь под пологом как лиственных, так и хвойных фитоценозов, преимущественно с разнотравным напочвенным покровом. Характерными для серых лесных почв считается протекание следующих процессов: гумусонакопление, выщелачивание, оглинивание и особенно лессиваж.

В рассматриваемом регионе серые лесные почвы исследовали И.В.Тюрин (1933, 1939), А.М.Мясникова (1931), М.Г.Шендриков (1934), М.А.Винокуров (1962), А.В. Колоскова (1962, 1968), К.Ш.Шакиров и П.А.Арсланов (1982), В.Н.Смирнов (1968), А.Х.Газизуллин (1993), Гилаев (1998) и др. Однако и на сегодняшний день вопросы генезиса, оценки плодородия, экологической роли и рационального использования серых лесных почв Среднего Поволжья остаются актуальными. Это связано, с одной стороны, уникальностью природных ландшафтов региона, расположенного на стыке лесной и лесостепной зон, с другой стороны, сложностью генезиса серых лесных почв, их фациальной изменчивостью. Согласно «Классификации и диагностики почв СССР» (1977) серые лесные почвы определяют в самостоятельный почвенный тип, включающий 3 подтипа: светло-серые, серые и темно-серые. Этому же мнению придерживаются и многие ученые (А.А.Роде, В.Н.Смирнов, 1972; Б.Г.Розанов, Т.И.Евдокимова, 1989; И.С.Куричев, 1989; В.В.Добровольский, 1989 и др.). Внутри подтипа рассматриваются следующие роды: обычные, остаточно-карбонатные, со вторым гумусовым горизонтом, контактно-луговые, пестроцветные. А.В.Колоскова (1968), К.Ш.Шакиров и П.А.Арсланов (1982) серые лесные пестроцветные почвы, развитые на коренных пермских породах Среднего Поволжья, предложили выделять в самостоятельный тип, назвав их коричнево-серыми лесными. Исследования, проведенные под руководством проф. А.Х.Газизуллина, показали, что в условиях автоморфного ландшафта на красноцветных пермских породах Среднего

Поволжья и Предуралья развиваются почвы буроземного профиля, отнесенные к типу коричнево-бурых лесных почв (Газизуллин, 1993, 1995; Газизуллин, Сабиров, 1997а, 1997б).

Б.П.Ахтырцев (1979) предлагает тип серых лесных почв разделить на два подтипа: а) подтип серых лесных почв (распространен в северной лесостепи); б) подтип серых лесостепных почв (характерен для дубрав типичной и южной лесостепи). Мы также считаем, что в условиях региона тип серых лесных почв целесообразно подразделять на два подтипа: серые лесные и серые лесостепные почвы. Каждый подтип по содержанию гумуса, мощности гумусового горизонта и выраженности элювиального процесса включает три вида: светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы.

В лесостепной зоне Предволжья Республики Татарстан широко распространены серые лесные почвы. Под пологом прибрежных лесов выявлены светло-серые лесные (ПП1, ПП 4), серые лесные (ПП 3, ПП 22, ПП 23, ПП 35, ПП 36) и темно-серые лесные (ПП 17, ПП 24) почвы, образованные на лессовидных, облессованных, делювиальных суглинках. В правобережье реки Волги в лесных экосистемах в основном выявлены светло-серые лесные и серые лесные почвы. Макроморфологическое описание строения серой лесной почвы отражается на примере разреза 3, заложенного в липняке кленово-разнотравном Свияжского участкового лесничества. Элемент рельефа – пологий склон высокого берега.

A0 0-2 (3) см. Лесная подстилка бурая, однослойная, рыхлая, свежая, состоит из опада листьев, веточек, типа муль, переход заметный.

A1 2-18 см. Гумусовый горизонт серой окраски, комковато-зернистый, среднесуглинистый, рыхлый, свежий, имеется много корней, переход в нижний слой постепенный.

A1A2 18-31 см. Переходный гумусово-элювиальный горизонт, светло-серый, комковатый с признаками пылеватости, среднесуглинистый, плотноватый, свежий, много корней, имеются корневины, переход постепенный.

A2B 31-47 см. Переходный элювиально-иллювиальный горизонт, серо-бурый, комковатый с белесой присыпкой по граням отдельностей, плотный, свежий, тяжелосуглинистого гранулометрического состава,



пронизан корнями, имеются корневины, с постепенным переходом в нижний слой.

Bt1 44-84 см. Бурой окраски с коричневато-серым оттенком иллювиальный горизонт, с выраженной ореховой структуры, с белесой присыпкой по граням отдельностей, легкоглинистый, плотный, свежий, встречаются корневины и корни, переход в нижний горизонт постепенный.

Bt2 84-118 см. Коричнево-бурого цвета иллювиальный горизонт, призматической структуры, легкоглинистый, плотный, свежий, имеются корни, корневины, дендриты, переход постепенный.

BC 118-162 см. Переходный к материнской породе горизонт, буровато-желтый, комковато-глыбистой структуры, тяжелосуглинистый, плотный, свежий, имеются редкие корни, корневины.

Cca 162-204 см. Почвообразующая порода буро-желтой окраски делювиальный тяжелый суглинок, крупноглыбисто-комковатый, плотный, свежий, имеются редкие корни, частые корневины, пористый, с карбонатными новообразованиями в виде мучнистых скоплений.

Морфолого-генетическая характеристика светло-серых лесных почв исследована на примере разреза ПП1, заложенного в дубняке кленово-разнотравном. Почва имеет следующие горизонты:  $A_0 = 2(3)$  см +  $A_1 = 16$  +  $A_1A_2 = 28$  +  $A_2B = 50$  +  $Bt_1 = 83$  +  $Bt_2 = 112$  +  $BC = 149$  +  $Cca = 197$  см. На глубине профиля 149 см начинается вскипание от соляной кислоты (местное и бурное). Увлажнение атмосферное.

В прибрежных лесных экосистемах темно-серые лесные почвы встречаются реже. Темно-серая лесная почва, сформированная на лёссовидных суглинках, вскрыта профилем 17 в кленовнике разнотравном, которая включает следующие генетические горизонты:  $A_0 = 3(4)$  +  $A_1 = 24$  +  $AB = 42$  +  $Bt = 78$  +  $BC = 113$  +  $C_1 = 175$  см. В профиле почвенной разности карбонаты и уровень грунтовых вод не обнаружены.

Серым лесным почвам присущи следующие макроморфологические признаки: лесная подстилка типа муль, муль-модер; комковато-зернистой структуры гумусовый горизонт; наличие оподзоленности в горизонтах  $A_1A_2$  и  $A_2B$ ; гланцеватых пленок и ореховой структуры в иллювиальных горизонтах; глубокое проникновение корней древесных растений и гумусовых затеков.

Светло-серые лесные почвы отличаются более светлыми оподзоленными горизонтами A1A2 и A2B; горизонту A1A2 присуща мелкокомковато-плитчатая структура. В темно-серых лесных почвах более выражена комковато-зернистая структура верхних слоев. По данным статистической обработки, наибольшая вариабельность присуща мощности верхних минеральных горизонтов.

По данным агрегатного анализа (табл.4) серые лесные почвы прибрежных территорий характеризуются высокой оструктуренностью. Коэффициент структурности гумусового горизонта в светло-серой лесной почве составляет 3,5, серых лесных почвах 5,2-6,8, увеличиваясь в темно-серых лесных почвах до 6,6-9,8. С глубиной оструктуренность почв снижается - коэффициент структурности в иллювиальном горизонте Bt равен 0,4-2,6. Количество структурных отдельностей размерами от 1 до 7 мм в горизонте A1 в светло-серой лесной и серых лесных почвах составляет 55-68%, с наибольшим значением в темно-серых лесных почвах 71-78%. В нижних горизонтах A1A2 и AB количество фракций размером 1-7 мм снижается в лесных почвах до 36-62%. В нижних горизонтах явно возрастает содержание фракций структурных отдельностей размером более 10 мм. Доля крупных агрегатов в горизонте Bt в темно-серых лесных почвах составляет 26-35%, возрастая в светло-серых и серых лесных почвах до 44-68%. Верхние слои исследованных серых лесных почв имеют благоприятные параметры структурного состояния (78-91% фракции размером 0,25-10 мм) для произрастания растений согласно шкале оценки С.И.Долгова и П.У.Бахтина (Ганжара и др., 2002).

Одним из аспектов экологической роли прибрежных лесных фитоценозов заключается в накоплении органического вещества в педосфере в виде лесной подстилки и гумусированного слоя почв. По содержанию гумуса в верхнем горизонте выделены светло-серые лесные (содержание гумуса в горизонте A1 2-3,5%), серые лесные (3,5-6,0%), темно-серые лесные (6,0-9,0%) почвы (приложение 9). Вниз по профилю количество гумусовых веществ закономерно уменьшается, составляя в горизонте Bt 0,4-1,1%. В серых лесных почвах отмечено проникновение гумусовых затеков до материнской породы, что имеет экологическое значение в аспекте сохранения углерода.



Таблица 4

## Структурный состав серых лесных почв

Генетический горизонт и глубина образца, см	Размер структурных отдельностей, мм; содержание фракций, %									K*	
	более 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1- 0.5	0.5- 0.25	менее 0.25		
Светло-серая лесная среднесуглинистая (разрез 1)											
A1 4-14	4,3	5,1	9,4	19,2	7,7	18,2	11,2	7,2	17,7	3,5	
A1A2 17-27	17,8	5,5	6,8	10,1	4,8	14,5	9,4	8,8	22,3	1,5	
A2B 34-44	22,5	6,0	7,5	8,9	6,3	10,4	8,7	6,6	23,1	1,2	
Bt1 62-72	44,0	11,2	12,1	10,1	3,6	6,6	3,6	1,8	7,0	1,0	
Серая лесная тяжелосуглинистая (разрез 3)											
A1 5-15	6,1	4,2	11,9	23,4	9,2	20,1	10,5	4,8	9,8	5,3	
A1A2 20-30	4,4	3,8	9,6	19,0	8,0	20,4	12,7	6,0	16,1	3,9	
A2B 34-44	33,6	9,7	12,0	11,3	6,0	13,7	4,8	2,5	6,4	1,5	
Bt1 61-71	68,3	5,8	6,7	6,7	1,9	4,9	2,5	1,1	2,1	0,4	
Серая лесная тяжелосуглинистая (разрез 23)											
A1 <sup>I</sup> 4-14	13,9	8,4	17,1	25,4	13,9	11,2	5,7	2,2	2,2	5,2	
A1 <sup>II</sup> 15-25	9,6	7,3	11,1	23,0	17,5	15,7	8,8	3,7	3,3	6,8	
A1A2 27-37	8,3	4,3	9,3	19,3	17,1	16,1	13,0	6,1	6,8	5,6	
A2B 40-50	32,0	12,8	14,5	13,0	8,3	6,7	5,3	3,0	4,4	1,7	
Темно-серая лесная тяжелосуглинистая (разрез 17)											
A1 9-19	1,3	7,4	29,8	34,2	8,0	6,3	3,5	1,5	8,0	9,8	
AB 28-38	21,0	14,2	26,4	22,6	5,0	8,0	2,0	0,4	0,4	3,7	
Bt 55-65	34,8	13,4	18,5	15,4	4,1	9,0	3,3	1,0	0,5	1,8	
Темно-серая лесная тяжелосуглинистая (разрез 24)											
A1 <sup>I</sup> 2-12	10,9	9,5	23,1	28,2	10,3	9,7	4,8	2,4	1,1	7,3	
A1 <sup>II</sup> 15-25	11,8	11,1	21,2	31,3	12,9	6,6	2,9	0,9	1,3	6,6	
AB 31-41	22,1	16,3	17,2	21,1	11,0	6,6	3,4	1,1	1,2	3,3	
Bt 58-68	26,2	18,0	21,3	16,7	5,8	5,8	3,2	1,2	1,8	2,6	

Примечание \* Коэффициент структурности

Серые лесные почвы прибрежных биогеоценозов характеризуется тяжелым гранулометрическим составом. Среди исследованных почв доминируют тяжелосуглинистые разновидности. Характерна дифференциация профиля почв по содержанию илистой фракции и физической глины. Наблюдается увеличение илистых частиц в горизонте Bt (27,4-33,1%) по сравнению с верхними горизонтами A1, A1A2, A2B, AB (12,5-25,3%). В светло-серой лесной почве разреза 1 более выражено обеднение верхних горизонтов илистыми частицами.

Накопление тонкодисперсных частиц в иллювиальном горизонте лесных почв затрудняет фильтрацию влаги в нижележащие слои. С одной стороны, это может вызвать переувлажнение верхних слоев почв в периоды обильных осадков, весеннего снеготаяния, с другой стороны, способствуют удержанию влаги в верхних корнеобитаемых слоях во время засушливого периода.

Данные физико-химических свойств серых лесных почв показывают (табл.5), что в подстилках широколиственных лесов реакция солевой вытяжки является слабокислой и близкой к нейтральной ( $pH_{KCl}=5,5-5,9$ ). В горизонтах A1, A1A2, AB значения данного показателя находятся в пределах  $pH_{KCl}=4,5-5,3$ , изменяясь от слабокислой до сильнокислой. В материнской породе кислотность снижается - значение  $pH_{KCl}=5,7-6,8$ . Аналогично изменяются по профилю величины  $pH$  водной вытяжки. Показатели гидролитической кислотности минеральных горизонтов почв относительно невысокие (1,2-4,5 мг-экв/100 г почвы). Количество поглощенных оснований в серых лесных почвах варьирует в широких пределах: от 9 до 34 мг-экв/100 г почвы. Характерна биогенная аккумуляция обменного кальция и магния в гумусовом горизонте и увеличение обменных оснований к материнской породе.

Содержание аммиачного азота максимальна в перегнойно-аккумулятивном горизонте A1 (6,5-15,4 мг/кг), закономерно снижаясь с глубиной до 3,8-5,9 мг/кг (табл.6). Содержание подвижного фосфора в профиле серых лесных почв составляет от 35 до 248 мг/кг, а подвижного калия от 77 до 207 мг/кг. Отмечается биологическая аккумуляция калия в гумусовом горизонте, обогащенность почвообразующих пород района исследования подвижными соединениями элементов питания.

В составе изученных подвижных микроэлементов явно доминируют соединения марганца (10-171 мг/кг); далее следуют соединения меди (2,3-10,3 мг/кг) и цинка (0,8-8,2 мг/кг). Профиль темно-серой лесной почвы разреза 17, развитой на лессовидных суглинках, более обогащен подвижными соединениями меди и марганца. Присуща биологическая аккумуляция Mn, Zn, Cu в верхних гумусированных слоях. Можно констатировать явное накопление соединений марганца в гумусовом горизонте серых лесных почв, что обусловлено обогащенностью перегнойно-аккумулятивного горизонта органическим веществом.

Таблица 5

## Физико-химические свойства горизонтов серых лесных почв

Генетический горизонт и глубина образца, см	рН		Гидроли- тическая кислот- ность	Обменные основания			Насы- щенность основа- ниями, %	
	вод- ный	соле- вой		каль- ций	маг- ний	сумма		
			мг-экв/100 г почвы					
Светло-серая лесная среднесуглинистая, Дубняк кленово- разнотравный (ПП 1)								
A0 0-2(3)	6,6	5,9	17,4	78,2	27,5	105,7	85,9	
A1 4-14	6,3	5,2	3,6	12,3	4,2	16,5	82,1	
A1A2 17-27	6,2	4,6	2,5	9,6	3,4	13,0	83,9	
A2B 34-44	5,7	3,8	2,7	7,5	1,8	9,3	77,5	
Bt1 62-72	5,2	3,5	3,8	10,6	3,7	14,3	79,0	
Bt2 93-103	5,2	3,6	3,3	12,5	5,3	17,8	84,4	
BC 126-136	5,5	4,0	2,4	15,7	5,6	21,3	89,9	
Cca 168-178	7,4	6,1	вскипает от 10% HCl					
Серая лесная тяжелосуглинистая, Липняк кленово-разнотравный (ПП 3)								
A0 0-2(3)	6,4	5,7	21,2	66,3	25,8	92,1	81,3	
A1 5-15	6,2	5,2	2,9	20,0	4,8	24,8	89,5	
A1A2 20-30	6,1	4,9	2,7	13,1	4,4	17,5	86,6	
A2B 34-44	5,6	3,9	2,6	9,9	3,5	13,4	83,8	
Bt1 61-71	5,4	3,7	2,6	14,2	4,6	18,8	87,9	
Bt2 96-106	6,2	5,3	1,8	23,9	6,4	30,3	94,4	
BC 135-145	6,9	5,9	1,2	25,5	8,2	33,7	96,6	
Cca 178-188	7,7	6,8	вскипает от 10% HCl					
Темно-серая лесная тяжелосуглинистая, Кленовник разнотравный (ПП 17)								
A0 0-3 (4)	6,3	5,5	23,8	68,5	15,4	83,9	77,9	
A1 9-19	6,3	5,3	4,5	24,2	9,8	34,0	88,3	
AB 28-38	5,9	4,5	3,6	21,8	7,8	29,6	89,2	
Bt 55-65	5,8	4,4	2,8	22,3	8,5	30,8	91,7	
BC 91-101	6,0	4,6	2,1	24,1	8,4	32,5	93,9	
C 139-149	6,6	5,7	1,3	24,9	8,1	33,0	96,2	

Богатство почвообразующих пород прибрежных территорий реки Волги химическими элементами, насыщенность почв органическим веществом, тонкодисперсными частицами, богатый лесной опад с участием растительных остатков широколиственных формаций,

интенсивный биологический круговорот внутри экосистем, способствуют обеспеченности серых лесных почв элементами питания.

Таблица 6

## Содержание подвижных элементов в серых лесных почвах

Горизонт и глубина взятия образца, см	Подвижные формы элементов					Амми- ачный азот	
	Cu	Zn	Mn	P	K		
	мг/кг						
Светло-серая лесная среднесуглинистая на делювиальных суглинках (разрез 1)							
A1	4-14	3,5	8,2	168	40	112	6,5
A1A2	17-27	2,9	2,7	77	35	77	6,3
A2B	34-44	2,3	2,4	10	75	84	4,4
Bt1	62-72	3,0	2,0	10	135	109	4,6
Bt2	93-103	3,3	2,6	15	190	144	-
BC	126-136	3,6	3,1	21	225	148	-
Cca	168-178	4,2	2,4	17	209	125	-
Серая лесная тяжелосуглинистая на делювиальных суглинках (разрез 3)							
A1	5-15	6,5	4,1	171	90	172	7,9
A1A2	20-30	7,0	3,5	145	55	122	6,7
A2B	34-44	3,1	2,0	21	95	95	6,2
Bt1	61-71	3,6	1,5	16	170	126	5,9
Bt2	96-106	4,1	2,1	24	195	134	-
BC	135-145	4,4	2,5	19	225	160	-
Cca	178-188	5,0	3,3	28	152	143	-
Темно-серая лесная тяжелосуглинистая на лессовидных суглинистых отложениях (разрез 17)							
A1	9-19	9,4	2,7	165	118	207	15,4
AB	28-38	10,3	1,2	71	145	176	6,1
Bt	55-65	8,0	1,5	28	187	163	3,8
BC	91-101	7,9	0,8	35	210	150	-
C	139-149	8,2	1,9	31	248	155	-

Процесс накопления гумусовых веществ, оструктуренность верхних горизонтов, снижение дифференциации профиля более характерны темно-серым лесным почвам. Серые лесные почвы правобережья реки Волги в Предволжье имеют благоприятные с лесоводственной точки зрения физические, физико-химические и химические свойства.

#### 1.4. Коричнево-бурые лесные почвы

На основе многочисленных исследований, проведенных учеными-почвоведом за последние десятилетия, выявлено, что ареал распространения бурых лесных почв значительно шире. Изучению бурозёмов посвящены работы многих учёных (Kubiene, 1948; Kundler, 1957, 1962; Розанов, 1961; Зонн, 1966, 1971, 1974; Фирсова, 1968; Дюшофур, 1970; Романова и др., 1974; Межалс, 1974; Хантулев и др., 1974; Вайчис, 1975; Рейнтам, 1974; Ehvald, Muller, Rueter, 1979 и др.). Исследования, проведенные в лесах Среднего Поволжья, показали, что и в этом регионе значительное распространение имеют бурые лесные почвы (Газизуллин, 1993, 1995; Газизуллин, Сабиров, 1995, 1997; Газизуллин, Хасаншин, 1980, 1986, 1987; Хасаншин, 1981; Сабиров, 1995, 2000). При этом выделены коричнево-бурые лесные почвы на пермских породах, а также бурые лесные супесчаные и песчаные почвы на супесчано-песчаных отложениях и двучленных наносах.

В районе исследования на большой площади на дневную поверхность выходят верхнепермские отложения палеозоя, приуроченные в основном к возвышенным плато Вятского Увала, Предкамья Татарстана. Они представлены коричневатокрасными карбонатными глинами и алевролитами, красноцветными песчаниками, переслаивающимися пестроцветными мергелями, светло-серыми известняками казанского и татарского ярусов. Красный цвет пермских пород обусловлен высоким содержанием валового железа, а в его составе - свободных оксидных соединений. Слоистость, карбонатность, высокое содержание  $Fe_2O_3$  существенно влияют на почвообразование и свойства формирующихся на них почв.

Своеобразие почв, развитых на пермских глинах и мергелях, отмечали многие исследователи почвенного покрова региона (Коржинский, 1887; Гордягин, 1889; Тюрин, 1925; Мясникова, 1931; Николаева, 1931; Шендриков, 1934; Розов, 1939; Винокуров, Колоскова, Фаткуллин, 1962; Смирнов, 1968; Колоскова, 1968; Шакиров, Арсланов, 1982). В настоящее время выявлено, что в условиях автоморфного ландшафта на пермских породах формируются почвы с преобладающим процессом буроземообразования, которые отнесены к коричнево-бурым лесным почвам (Газизуллин, 1993, 1995; Газизуллин,

Сабиров, 1997а, 1997б). Развивая идею буроземообразования в лесных биогеоценозах Среднего Поволжья, с целью выявления при этом роли биологического фактора, нами были исследованы бурозёмы республик Татарстана, Марий Эл и южных районов Кировской области, развитые под еловыми и пихтовыми лесными фитоценозами.

Под пологом елово-пихтовых лесов региона (преимущественно в более северных районах) А.Т.Сабировым (2000) описаны также **коричнево-бурые лесные оподзоленные почвы**, которые образовались на элювиальных и элювиально-делювиальных пермских отложениях. Почвы состоят из следующих генетических горизонтов: A0-A1-A1A2g(A2g)-A2gB-Bt-BC-Cca. Коричнево-бурые лесные оподзоленные почвы по интенсивности процесса оподзоливания подразделяются на два вида: слабооподзоленные и среднеоподзоленные. Горизонт A2g выделен в среднеоподзоленной почве.

Почвы лиственных и хвойных лесных насаждений Среднего Поволжья, развитые на пермских породах и осветленные в верхней части профиля, профессором А.Х.Газизуллиным (1993) выделены как коричнево-бурые лесные лессивированные и псевдоподзолистые. При этом аналогом коричнево-бурых лесных лессивированных почв можно считать коричнево-бурые лесные оподзоленные, а коричнево-бурых лесных псевдоподзолистых почв - коричнево-бурые лесные поверхностно-глееватые оподзоленные. Причинами такого подхода при выделении изучаемых почв являются:

- во-первых, осветленные верхние горизонты присущи для широкого спектра почв, которые сочетают в себе различные элементарные почвообразовательные процессы, обусловленные конкретными экологическими условиями почвообразования;

- во-вторых, существуют методические трудности при диагностике почвообразовательных процессов в почвах с осветленными верхними горизонтами, что отражается в определенной дискуссионности толкования их формирования.

Характеристику коричнево-бурых лесных оподзоленных почв в работе рассмотрим на примере двух разрезов. Профиль П-211 заложен в квартале 94 Малмыжского лесничества Малмыжского лесхоза Кировской области в пихтарнике пролесниково-липовом. Строение профиля: A0=4 см + A0A1=5 см + A1=15 см + A1A2g=22 см + A2gB=33



см + Btl=64 см + BC=86 см + Cca1=109 см + Cca2=138 см + Cca3=180 см. Вскипание с глубины 86 см, сплошное и бурное. Почва сформирована на элювии пермских пород. Коричнево-бурая лесная оподзоленная почва, развитая на элювиально-делювиальных отложениях, вскрыта разрезом П-170, заложенного на возвышенном плоском участке волнистой равнины, под пологом пихтарника кисличного в квартале 31 Пектубаевского лесничества Ново-Торъяльского лесхоза Марий Эл. Почва состоит из следующих генетических горизонтов: A0=4 см + A0A1=6 см + A1=15 см + A1A2g=21 см + A2gB=29 см + Btl=43 см + Bt2=68 см + BC=92 см + Cca1=114 см + C2=156 см. Вскипание с глубины 92 см сплошное бурное. Элювиально-делювиальные пермские отложения, по сравнению с элювием красноцветных пермских пород, более выщелочены и представляют обычно красновато-бурые, буровато-коричневые и коричневатобурые тяжелые суглинки и глины.

Коричнево-бурая лесная среднеоподзоленная среднесуглинистая почва (разрез П-56) выявлена под пологом двухъярусного елово-пихтового насаждения (класс бонитета I), в квартале 31 Кортинского лесничества Учебно-опытного лесхоза МарГТУ. Строение профиля почвы: A0=3 см + A1=10 см + A1A2g=19 см + A2g=27 см + A2gB=35 см + Btl=64 см + Bt2=108 см + BC=130 см + Cl=210 см. Почва сформирована на делювии пермских пород. Грунтовые воды не вскрыты. Вскипание от 10 %. соляной кислоты отсутствует. Подстилка типа мультимодер.

К характерным морфологическим признакам коричнево-бурых лесных оподзоленных почв относятся: средне и сильноразложившаяся лесная подстилка; гумусовый горизонт коричнево-серый, с признаками слабой оторфованности; наличие осветленных оподзоленных горизонтов A1A2g и A2g при сохранении определенной их оструктуренности, гляцевых глинистых натеков гумуса в текстурно-иллювиальном горизонте; близкое залегание карбонатной материнской породы. В коричнево-бурой лесной среднеоподзоленной почве под лесной подстилкой часто располагается органо-минеральный горизонт A0A1 мощностью 1-4 см и более выражено оглеение верхней части профиля.

В правобережье реки Волги распространены карбонатные и бескарбонатные пермские отложения, выполняющую роль почвообразующих пород. Под пологом лесных формаций на данных

геологических породах протекают почвообразовательные процессы гумусонакопления и буроземообразования, приводящие к формированию коричнево-бурых лесных почв (Газизуллин, Сабиров, 1991). В прибрежных лесных экосистемах выделены подтипы коричнево-бурых лесных типичных и коричнево-темно-бурых лесных почв.

Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая почва (разрез 5) изучена под пологом лиственничника рябиново-чистотелового в Свяжском участковом лесничестве. Элемент рельефа – пологий склон высокого берега. Почвенный профиль имеет следующее макроморфологическое описание:

A0 0-2(3) см. Темно-бурого цвета лесная подстилка типа мультимодер, однослойная, относительно плотного сложения, состоящая из опада коры, веточек, хвои, с заметным переходом в минеральные слои профиля.

A1 2-19 см. Темно-серого цвета с бурым оттенком гумусовый горизонт, насыщенный корнями, тяжелосуглинистый и комковато-зернистой структуры, свежий, рыхлого сложения, переход постепенный.

AB 19-35 см. Переходный горизонт бурого цвета с коричневым оттенком, пронизанный корнями, выраженной комковато-мелкоореховатой структуры, тяжелосуглинистый, плотноватого сложения, свежий, переход постепенный.

Bt1 35-70 см. Коричневато-бурой окраски иллювиальный горизонт, структура ореховатая, легкоглинистый, плотный, свежий, встречаются корни и корневины, переход постепенный.

Bca2 70-102 см. Иллювиальный горизонт коричнево-бурой окраски, ореховатый, среднеглинистый, плотный, свежий, распространены корни, корневины, встречаются карбонаты, переход постепенный.

BCsa 102-143 см. Переходный к материнской породе горизонт, коричневатобурый, легкоглинистый, плотный, свежий, имеются корни и корневины, карбонаты, переход в нижний горизонт постепенный.

Csa 143-186 см. Почвообразующая порода - элювий пермских отложений коричнево-красно-бурого цвета, тяжелосуглинистый, комковато-ореховатой структуры, плотного сложения, свежая, с наличием корней и корневинов, насыщен карбонатами.



Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая почва, образованная на красноцветных пермских породах выявлен в на ПП11, заложенная в сосняке рябиново-разнотравном состоит из следующих генетических горизонтов:  $A_0 = 4(5) + A_1^1 = 12 + A_1^{11} = 22 + AB = 36 + Bt_1 = 68 + Bt_2 = 102 + BC = 132 + C_{sa} = 204$  см. Вскипание с глубины 132 см сплошное и бурное. Под естественным дубовым фитоценозом ПП19 исследована коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая почва на карбонатных пермских породах, которое имеет следующее строение:  $A_0 = 2(3) + A_1 = 17 + AB = 31 + Bt = 67 + BC_{sa} = 98 + C_{sa} = 152$  см. В дубовом биогеоценозе ПП12 вскрыта коричнево-темно-бурая лесная тяжелосуглинистая почва на элювии пермских отложений. Строение почвы:  $A_0 = 2(3)$  см +  $A_1^1 = 19 + A_1^{11} = 39 + AB = 55 + Bt = 93 + BC = 137 + C_{sa1} = 170 + C_{sa2} = 213$  см. Характерные макроморфологические признаки коричнево-бурых лесных почв: горизонт  $A_1$  с выраженной комковато-зернистой структурой, горизонт  $AB$  с комковато-ореховатой структурой, иллювиальный горизонт  $Bt$  коричнево-бурой окраски и ореховатой структуры, пестроцветная, часто карбонатная материнская порода, наличие бурого оттенка окраски по всему профилю. Статистические показатели распределения мощности генетических горизонтов (таблица 5.7) коричнево-бурых лесных почв показывают высокую вариацию в верхних горизонтах ( $A_0, A_1$ ) - 26,2-33,5% и в горизонте  $Bt, C_{sa}$  (27,1%). Мощность гумусового горизонта  $A_1$  варьирует от 14 до 37 см. Почвообразующая порода залегает на глубине 98-143 см.

Анализ структурного состава коричнево-бурых лесных почв (табл.7) свидетельствует об их высокой оструктуренности. Коэффициент структурности в гумусовом горизонте  $A_1$  коричнево-бурых лесных почв варьирует в пределах 2,8-5,1, увеличиваясь в коричнево-темно-бурых до 5,2-13,9. С глубиной коэффициент структурности снижается и составляет в горизонте  $Bt$  до 1,3-2,5. Содержание лесоводственно ценных агрегатов размером 1-7 мм в горизонте  $A_1$  буроземов равна 49,8-80,4%, где коэффициент структурности доходит до  $K=7,4-13,9$ . Ниже по профилю почв содержание агрегатов данной фракции уменьшается. В иллювиальном горизонте  $Bt$  характерно наибольшее количество (26,9-43,0%) крупных комков и мелких глыбок (фракция крупнее 10 мм). Количество агрономически ценных структурных отдельностей размером

0,25-10 мм в верхних гумусированных горизонтах буроземов составляет 73,7-93,7%, с максимальными величинами в разрезах ПП10, ПП16.

Таблица 7

## Структурный состав коричнево-бурых лесных почв

Генетический горизонт и глубина образца, см	Размер структурных отдельностей, мм; содержание фракций, %									K*	
	более 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1- 0.5	0.5- 0.25	менее 0.25		
Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая (разрез 5)											
A1 6-16	21,0	7,8	15,6	16,1	8,2	13,8	7,9	4,3	5,3	2,8	
AB 22-32	17,7	13,3	18,9	21,0	5,9	12,9	5,1	1,8	3,4	3,7	
Bt1 48-58	33,1	19,1	14,9	14,3	3,5	7,4	3,4	1,4	2,9	1,8	
Коричнево-бурая лесная среднесуглинистая (разрез 6)											
A1 5-15	20,3	8,4	16,3	17,5	7,5	14,2	7,9	4,5	3,4	3,2	
AB 19-29	18,9	10,2	14,0	15,3	4,4	15,9	9,3	5,2	6,8	2,9	
Bt1 40-50	35,4	8,0	11,0	12,5	2,9	11,5	7,3	5,0	6,4	1,4	
Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая (разрез 11)											
A1 <sup>I</sup> 3-13	19,5	5,0	12,2	20,8	8,2	19,5	9,1	3,3	2,4	3,6	
A1 <sup>II</sup> 12-22	17,2	5,7	12,9	22,5	8,9	17,5	9,6	3,2	2,5	4,1	
AB 24-34	22,4	7,5	17,7	24,9	6,9	14,6	4,4	1,0	0,6	3,3	
Bt1 47-57	40,9	16,4	19,3	11,9	2,4	4,6	1,2	0,3	3,0	1,3	
Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая (разрез 19)											
A1 5-15	14,2	5,7	36,0	21,8	6,2	9,1	3,1	1,6	2,3	5,1	
AB 19-29	17,4	13,1	30,7	26,0	4,6	5,6	1,6	0,5	0,5	4,6	
Bt 44-54	43,0	17,4	19,6	12,2	2,2	3,7	1,1	0,3	0,5	1,3	
Коричнево-темно-бурая лесная тяжелосуглинистая (разрез 10)											
A1 <sup>I</sup> 4-14	3,6	9,7	18,0	30,1	16,0	10,6	6,2	2,7	3,1	13,9	
A1 <sup>II</sup> 19-29	5,9	6,2	16,6	33,3	17,6	11,8	5,3	1,9	1,4	12,7	
AB 36-46	10,3	5,2	15,4	24,4	20,1	14,6	4,6	2,9	2,5	6,8	
Bt 61-71	26,9	10,7	17,8	15,4	14,0	9,4	2,9	1,1	1,8	2,5	
Коричнево-темно-бурая лесная тяжелосуглинистая (разрез 12)											
A1 <sup>I</sup> 6-16	10,6	10,5	26,0	29,2	6,6	11,6	3,5	1,3	1,3	7,4	
A1 <sup>II</sup> 24-34	7,6	7,5	23,2	30,1	8,6	14,4	4,9	2,0	1,7	9,8	
AB 42-52	16,1	17,9	29,1	21,6	4,6	7,2	1,9	0,7	0,9	4,9	
Bt1 69-79	29,0	13,7	16,2	17,7	9,8	10,6	1,0	0,6	1,4	2,3	
Коричнево-темно-бурая лесная тяжелосуглинистая (разрез 16)											
A1 <sup>I</sup> 3-13	5,3	8,5	29,3	33,9	7,5	9,7	2,7	1,3	1,8	13,1	
A1 <sup>II</sup> 16-26	11,2	15,7	24,1	25,5	6,5	9,6	3,7	1,7	2,0	6,5	
AB 33-43	20,5	13,1	14,5	18,7	8,4	14,5	6,0	2,4	1,9	3,5	
Bt 54-64	29,9	17,8	17,7	17,9	4,5	8,1	2,5	1,0	0,6	2,3	

Примечание - \* Коэффициент структурности

Параметры структурного состояния верхних слоев коричнево-бурых лесных почв прибрежных биогеоценозов соответствуют оптимальным грациям шкалы оценки С.И.Долгова и П.У.Бахтина (Ганжара и др., 2002).

Коричнево-бурые лесные почвы обладают от тяжелосуглинистого до легкоглинистого гранулометрическим составом. Количество илистых частиц и физической глины в гумусовом горизонте почв составляет соответственно 16,5-23,9% и 42,7-47,3%. Величины данных показателей в генетическом горизонте Bt возрастают до 34,6-37,0 и 59,6-63,2%.

Суглинистые буроземы обладают высоким содержанием гумуса. В перегнойно-аккумулятивном горизонте A1 коричнево-бурых лесных типичных почв количество гумусовых веществ составляют 3,9-7,5%.

В коричнево-темно-бурых лесных почвах под пологом дубовых и березовых насаждений содержание гумуса в верхнем горизонте достигает до 7,5%, что обусловлено обогащённостью почв обменными основаниями, тонкодисперсными частицами и влиянием интенсивно разлагающегося листовного опада. К материнской породе количество гумуса закономерно уменьшается и в горизонте BC составляет 0,5-0,6%.

В коричнево-бурых лесных почвах реакция солевой вытяжки в верхних горизонтах A0 и A1 находится в интервале от среднекислой до близкой к нейтральной ( $pH_{KCl}=5,1-5,8$  и  $pH_{KCl}=4,9-5,3$  соответственно) (табл.8). В нижних горизонтах, где имеются карбонаты реакция становится щелочной. Реакция водной вытяжки изменяется по профилю сходно с  $pH_{KCl}$ . Гидролитическая кислотность максимальна в лесной подстилке A0 и равна 19,1-28,4 мг-экв/100 г.

В минеральной части профиля отмечается с глубиной значительное уменьшение данного показателя. Это связано с близким залеганием карбонатной почвообразующей породы к дневной поверхности. Коричнево-бурые лесные почвы обогащены обменными основаниями, сумма которых в минеральной части почв колеблется от 18,8 до 32,4 мг-экв/100 г почвы. Наибольшая величина обменных оснований отмечается в лесной подстилке A0 (68,5-96,1 мг-экв/100 г почвы). В составе обменных оснований преобладает кальций, количество которого в минеральных горизонтах составляет 15,9-26,4 мг-экв/100г почвы.

Таблица 8

**Физико-химические показатели горизонтов коричнево-бурых лесных почв прибрежных биогеоценозов**

Горизонт и глубина взятия образца, см	рН		Гидроли- тическая кислотно сть	Обменные основания			Насыщен- ность основа- ниями, %	
	вод- ный	соле- вой		каль- ций	маг- ний	сумма		
								мг-экв/100 г почвы
Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая, лиственничник рябиново-чистотеловый (ПП 5)								
A0 0-2 (3)	5,8	5,1	28,4	49,6	18,9	68,5	70,7	
A1 6-16	6,1	4,9	3,6	17,0	4,1	21,1	85,4	
AB 22-32	6,4	4,8	2,5	15,9	2,9	18,8	88,3	
Bt1 48-58	6,4	4,9	1,4	18,3	4,4	22,7	94,4	
Bca2 81-91	7,6	6,6	вскипает от 10% HCl					
BCca118-128	7,7	6,8	вскипает от 10% HCl					
Cca 160-170	8,2	7,3	вскипает от 10% HCl					
Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая, дубняк кленово-злаковый (ПП 19)								
A0 0-2	6,5	5,8	19,1	69,9	26,2	96,1	83,4	
A1 5-15	5,9	5,2	7,7	19,7	4,9	24,6	76,2	
AB 19-29	5,6	4,9	4,7	21,2	3,8	25,0	84,2	
Bt 44-54	6,1	5,3	2,8	21,7	5,6	27,3	90,7	
BCca 78-88	7,8	7,0	вскипает от 10% HCl					
Cca 120-130	8,0	7,2	вскипает от 10% HCl					
Коричнево-темно-бурая лесная тяжелосуглинистая дубняк лещиново-разнотравный (ПП 12)								
A0 0-2 (3)	6,4	5,7	21,0	65,1	22,3	87,4	80,6	
A1 <sup>I</sup> 6-16	6,3	5,3	6,3	25,4	5,4	30,8	83,0	
A1 <sup>II</sup> 24-34	5,8	4,7	3,3	18,5	6,3	24,8	88,3	
AB 42-52	6,3	5,1	2,5	24,1	4,8	28,9	92,0	
Bt1 69-79	6,5	5,2	1,5	24,3	5,7	30,0	95,2	
BC 110-120	6,7	5,4	1,3	26,4	6,0	32,4	96,1	
Cca1 149-159	8,2	7,3	вскипает от 10% HCl					
Cca2187-197	8,3	7,4	вскипает от 10% HCl					

Бурозёмы обогащены подвижными соединениями калия и фосфора, максимальные значения которых достигают соответственно до 272 мг/кг и 258 мг/кг (табл.9). Количество аммиачного азота превалирует в гумусовом горизонте и изменяется в пределах 6,5-9,4 мг/кг. Вниз по профилю этот показатель уменьшается до 3,5-4,5 мг/кг.

Содержание подвижного марганца в гумусовом горизонте А1 составляет 79-181 мг/кг, в нижних слоях варьирует от 7 до 74 мг/кг. Количество Мп в коричнево-темно-бурых лесных почвах значительно выше, чем в коричнево-бурых лесных типичных почвах. Содержание соединений подвижного цинка в почвенных слоях равно 0,8-4,1 мг/кг. Подвижные формы меди накапливаются в гумусовом горизонте (6,3-9,9 мг/кг), уменьшаясь в нижних слоях профиля (2,9-7,5 мг/кг). В верхнем горизонте коричнево-бурых лесных почв выявлено биогенное накопление подвижных соединений различных элементов.

Таблица 9

## Содержание соединений подвижных элементов в почвах

Горизонт и глубина взятия образца, см	Подвижные формы элементов					Амми- ачный азот	
	Cu	Zn	Mn	P	K		
	мг/кг						
Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая на пермских отложениях (разрез 5)							
A1 6-16	6,3	4,1	79	130	186	6,5	
AB 22-32	3,4	1,1	7	81	116	4,7	
BT1 48-58	4,2	1,3	8	104	124	4,5	
BCA2 81-91	2,9	1,6	10	26	200	-	
BCCA 118-128	3,1	1,3	17	18	192	-	
CCA 160-170	5,7	1,8	22	13	236	-	
Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая на карбонатных пермских породах (разрез 19)							
A1 5-15	9,9	3,2	107	52	140	9,4	
AB 19-29	6,1	1,5	31	47	121	5,2	
Bt 44-54	5,0	1,4	9	63	128	3,5	
BCca 78-88	4,2	1,5	11	161	115	-	
Cca 120-130	5,4	1,3	12	216	104	-	
Коричнево-темно-бурая лесная тяжелосуглинистая на пермских отложениях (разрез 12)							
A1 <sup>I</sup> 6-16	9,7	3,1	181	110	272	9,4	
A1 <sup>II</sup> 24-34	9,9	1,8	101	70	181	7,4	
AB 42-52	7,5	0,9	74	175	163	3,9	
Bt1 69-79	3,8	0,8	36	246	122	3,6	
BCca 110-120	4,5	1,1	28	258	107	-	
Cca1 149-159	4,8	1,7	24	32	216	-	

Исследованиями установлено, что в прибрежных зонах реки Волги широко распространены пермские породы с превалированием красно-коричневых цветов, обогащенные карбонатами, элементами питания для растений. Элювий, элювий-делювий и реже делювий данных отложений выступает в качестве почвообразующих пород. На пермских отложениях правобережья реки Волги в Предволжье образуются почвы, характеризующиеся коричнево-бурой окраской, слабой дифференциацией профиля. В зависимости от выщелоченности почвообразующей породы, условий увлажнения и состава растительности развиваются почвы с процессами буроземообразования - коричнево-бурые лесные почвы. Суглинистые буроземы обладают выраженной структурой, высокой обеспеченностью обменными основаниями, питательными веществами для роста и развития лесной растительности. Наиболее гумуфицированы верхние горизонты коричнево-темно-бурых лесных почв. В условиях лесостепи коричнево-бурые лесные почвы являются уникальными разновидностями лесным почв с высоким потенциальным плодородием, способствуя сохранению разнообразия лесной растительности на уровне видов и экосистем.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите о серых лесных почвах, развитых на лессовидных и облессованных суглинках. 2. Какие лесные насаждения произрастают на серых лесных почвах? 3. Расскажите о плодородии серых лесных почв? 4. Что такое бурозёмообразование? 4. Расскажите о лесорастительных свойствах коричнево-бурых лесных почв.

### 1.5. Бурые лесные почвы

Бурые (серо-бурые) лесные почвы на полиминеральных песках и на двучленных наносах под широколиственными и хвойными лесами выделены в Среднем Поволжье, в частности в республиках Татарстан и Марий Эл (Газизуллин, 1973, 1993; Смирнов, Иванова, 1973; Газизуллин, Алеев, 1985; Газизуллин, Хасаншин, 1980, 1986, 1987; Хасаншин, 1981). По нашим исследованиям, в восточных районах Марийского Низменного Заволжья и на глубоких песках, при хорошей аэрации и отсутствии избыточного увлажнения (на повышенных



элементах рельефа), даже под пологом сосновых лесов формируются кислые почвы с недифференцированным профилем (Сабиров, 1990; Газизуллин, Сабиров, 1995, 1997а). Раньше данные почвы относили к проблематичным скрытоподзолистым. Мы выделили их как светло-бурые лесные почвы.

Проведено исследование бурых лесных почв на супесчано-песчаных отложениях и двучленных наносах под пологом еловых фитоценозов Среднего Поволжья. Песчаные и супесчаные наносы, подстилаемые на небольшой глубине отложениями более тяжелого гранулометрического состава, в регионе имеют значительное распространение. Они встречаются на четвертичных террасах рек Камы, Волги, Вятки и их притоков. Здесь элювий коренных пород прикрыт маломощным песчаным чехлом эолового, древнеаллювиального и флювиогляциального происхождения. Почвы, развитые на данных отложениях, обладают довольно высоким плодородием для успешного произрастания ели, требовательной к богатству почвы. Бурые лесные почвы приурочены, как правило, к плоским сглаженным вершинам бугров, верхним частям склонов, к выровненным слабохолмистым дренированным водораздельным плато.

Объектами подробного морфолого-генетического исследования послужили три типичных разреза бурых лесных почв. Для иллюстрации строения их профиля приведем описание разреза Е-100, заложенного в квартале 50 Берсутского лесничества Камского лесхоза под пологом ельника кислично-липового. Древостой двухъярусный еловый: возраст 47 лет, класс бонитета - I/III, абсолютная полнота – 14,4/13,3 м<sup>3</sup>/га. Подрост редкий, из липы и березы. В подлеске единичная рябина. Живой напочвенный покров развит слабо: встречаются кислица обыкновенная и копытень европейский. Фитоценоз сформирован из гнездовых густых культур ели. Рассмотрим макроморфологическое описание почвенного разреза.

АО 0-2 см. Бурая, свежая, относительно плотного сложения, состоит преимущественно из опада хвои, веточек, шишек, коры, имеется мицелий грибов, среднеразложившаяся; переход ясный.

А0А1 2-4 см. Черный, свежий, рыхлый, с частыми мелкими корнями, гумусирован, тесно перемешан с песчаными частицами; переход постепенный.

АО 0-2 см. Бурая, свежая, относительно плотного сложения, состоит преимущественно из опада хвои, веточек, шишек, коры, имеется мицелий грибов, среднеразложившаяся; переход ясный.

А0А1 2-4 см. Черный, свежий, рыхлый, с частыми мелкими корнями, гумусирован, тесно перемешан с песчаными частицами; переход постепенный.

А1 4-14 см. Темно-серый с бурым оттенком, рыхлый, свежий, со слабовыраженной мелкокомковатой структурой, супесчаный, сильно пронизан корнями растений; переход постепенный.

АВ 14-23 см. Серо-бурый, слегка уплотненный, со слабо намечающейся комковатостью, пронизан корнями, имеются корневины, супесчаный, свежий; переход постепенный.

ВС 23-43 см. Коричневато-серый, свежий, плотноватый, бесструктурный, связанно-песчаный, распространены корни, но меньше, чем в горизонте АВ, имеются корневины; переход ясный по плотности и гранулометрическому составу.

Д1 43-70 см. Коричневато-бурый, плотный, влажноватый, пермский средний суглинок, распадается на ореховатые структурные отдельности, по граням которых видна опесчаненность, имеются частые корни и корневины; переход заметный.

Дса2 70-110 см. Коричнево-бурый с белыми пятнами, распадается на ореховатые отдельности, плотный, влажноватый, тяжелосуглинистый элювий мергелей, много корней и корневины; переход ясный.

Дса3 110-140 см. Пестроцветный, на коричневом фоне бурые и желтоватые пятна, плотный, бесструктурный, с редкими корнями и корневинами, влажноватый, карбонатная пермская супесь.

Грунтовые воды не выявлены. Вскипание от НС1 местное, бурное с 70 см.

Бурая лесная почва на древнеаллювиальных полиминеральных глубоких супесчано-песчаных отложениях (разрез Е-176), обследованная в квартале 33 Елабужского лесничества Национального парка "Нижняя Кама", имеет следующее строение профиля: А0=3 см + А1=13 см + АВ=35 см + В1=62 см + ВС=94 см + С1=116 см + С2=205 см. Древостой двухъярусный, с примесью сосны, березы, липы; II класса бонитета. Подрост из ели и липы. Тип леса - ельник снытьево-липовый.



Бурая лесная почва на мономинеральных песках разреза Е-64, заложенного в южной части Марий Эл, в квартале 63 Яльчинского лесничества ГПНП "Марий Чодра", представлена следующим сочетанием генетических горизонтов:  $A_0=3$  см +  $A_0A_1=4$  см +  $A_1=15$  см +  $AB=26$  см +  $B_1=44$  см +  $BC=54$  см +  $D_1=63$  см +  $D_{ca2}=110$  см. Подстилающая порода представлена суглинистым элювием пермских пород. Тип леса - ельник мшистый. Состав древостоя 66Е14С10Б10Ос, средний возраст 80 лет, класс бонитета I. Подрост из ели, реже - из липы. В подлеске - жимолость, бересклет, рябина. В напочвенном покрове доминируют зеленые мхи.

Исследованным почвам присущи следующие общие морфологические признаки: гумусовый горизонт темно-серый (или серый) с бурым оттенком, густо пронизан корнями растений; постепенное осветление окраски с глубиной; отсутствие подзолистого или оподзоленного горизонта; иллювиальный горизонт выражен слабо; постепенный переход между горизонтами. В почвах, сформированных на полиминеральных наносах, гумусово-аккумулятивный горизонт более темноокрашен.

В бурых лесных почвах характерно накопление физической глины и иловатых частиц в верхних горизонтах почв, с постепенным снижением их содержания с глубиной. Количество илистой фракции составляет всего 1-4,5%. Причем почвы, развитые на полиминеральных песках (разрезы Е-100 и Е-176), выделяются более высоким содержанием тонкодисперсных частиц (больше в 1,7-3,3 раза). В гранулометрическом составе изученных бурых лесных почв преобладают песчаные фракции. В бурой лесной почве, развитой на мономинеральных песках, доминирует фракция крупного и среднего песка, а в почве, сформированной на полиминеральных отложениях - фракция мелкого песка. В подстилающих породах - элювии пермских пород - резко возрастает доля илистых частиц и физической глины.

Данные валового анализа показывают, что в бурой лесной связанно-песчаной почве разреза Е-64 содержание  $SiO_2$  составляет 72-94%, а в бурой лесной супесчаной почве разреза Е-100 68-88%, с минимальными значениями в гумусовом горизонте и постепенно повышаясь в нижних песчаных горизонтах. Это тесно коррелирует с распределением по профилю песчаных фракций. Уменьшение

кремнезёма присуще также и подстилающей породе. В верхних горизонтах характерно относительное накопление полуторных оксидов, количество которых с глубиной снижается, что характерно для бурых лесных почв. Сказанное подтверждается и узкими отношениями  $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2:\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$  в гумусовом А1 и переходном АВ горизонтах. Отмечается относительно повышенное содержание СаО и MgO в горизонте А1, вследствие их биологической аккумуляции. Такая же тенденция распределения изученных химических элементов присуща песчаным бурым лесным почвам Нижнего Прикамья Республики Татарстан (Газизуллин, Хасаншин, 1980; 1986). Бурые лесные почвы Волжской долины Республики Марий Эл, по сравнению с таковыми почв четвертичных террас Камы, содержат относительно больше кремнезёма, но обеднены алюминием, кальцием, магнием, фосфором и калием, что отмечено и А.Х.Газизуллиным (1993).

Содержание гумуса в горизонте А1 исследованных почв составляет 1,3-3,3%, убывая с глубиной. Гумусовый профиль данных почв - регрессивно-аккумулятивный. Аналогично изменяется по профилю и количество общего азота: от 0,07-0,17% в гумусовом горизонте до 0,02% в нижних горизонтах. Бурые лесные супесчаные почвы на полиминеральных отложениях более обогащены гумусом и азотом, нежели бурая лесная почва на мономинеральных песках (разрез Е-64), обусловленное богатством отложений Предкамья как по химическому составу, так и по содержанию ила. Отношение углерода к азоту довольно узкое (7,4-11,7), характеризующее обогащенность гумуса азотом. Количество водорастворимого гумуса в бурых лесных почвах невысокое (0,01-0,04%) и его распределение по профилю носит равномерно-аккумулятивный характер.

Почвам, которые формируются на мономинеральных песках, несмотря на их высокую кислотность, низкую степень насыщенности основаниями и грубогумусность подстилки, всё же присущи черты буроземообразования. По мнению В.В.Пономаревой (1962), это связано следующими причинами: образование устойчивых к вымыванию органоминеральных комплексов с железом и алюминием - бурых гуминовых кислот (с участием фульвокислот), не способность фульвокислот к иллювиальному накоплению с полуторными оксидами, кальций более подвижен, мигрируя по профилю, предохраняет почву от

оподзоливания; также связано со своеобразием гумусового вещества бурозёмов.

Бурозёмообразование в рассматриваемых почвах протекает при кислой среде, под воздействием среднеразложившейся хвойной подстилки, имеющий кислую и слабокислую реакцию почвенного раствора (табл.10).

Таблица 10

## Физико-химические показатели бурых лесных почв

Горизонт и глубина, см	рН		Гидро- лит. кисл.	Обменные основания			Насыщен- ность основаниями, %
	Вод ный	Соле вой		кальций	магний	сумма	
				мг.экв/100 г почвы			
Бурая лесная связанно-песчаная (разрез Е-64, ельник мшистый)							
АО <sup>I</sup> 0-1	5,24	4,68	49,2	33,0	12,1	45,1	47,8
АО <sup>II</sup> 1-3	5,29	4,76	45,2	45,8	8,7	54,5	54,7
А1 5-15	4,05	3,01	7,3	0,8	0,7	1,6	18,0
АВ 16-26	4,88	3,69	3,9	0,4	0,1	0,9	18,8
В1 30-40	5,29	4,11	2,0	0,5	0,4	0,7	25,9
ВС 44-54	6,23	4,59	0,9	0,5	0,5	1,0	52,6
Д1 54-63	7,33	6,65	0,7	8,5	11,0	19,5	96,5
Дса2 90-100	8,58	7,90	вскип	вскип	вскип	вскип	вскип
Бурая лесная супесчаная (разрез Е-100, ельник кислично-липовый)							
АО 0-2	6,10	5,79	27,2	58,3	11,0	69,3	71,8
А1 4-14	5,40	4,41	7,1	3,5	7,1	10,6	70,7
АВ 14-23	5,65	4,15	2,8	2,7	2,3	5,0	54,3
ВС 28-38	6,01	4,34	1,6	1,6	1,4	3,0	41,1
Д1 50-60	5,94	4,25	3,0	14,8	6,1	20,9	82,9
Дса2 85-95	7,96	7,05	вскип	вскип	вскип	вскип	вскип
Дса2 120-130	7,94	6,40	вскип	вскип	вскип	вскип	вскип
Бурая лесная супесчаная (разрез Е-176, ельник снытьево-липовый)							
АО 0-3	5,75	5,22	31,5	42,9	14,0	56,9	64,4
А1 3-13	5,57	4,86	7,0	11,9	1,2	13,1	65,2
АВ 19-29	5,25	4,07	2,9	1,0	0,8	1,8	38,3
В 44-54	5,71	4,31	1,4	0,2	1,2	1,4	50,0
ВС 73-83	5,79	4,25	1,2	1,0	0,4	1,4	53,8
С1 100-110	5,84	4,31	1,1	1,8	0,8	1,7	60,7
С2 160-170	6,45	4,65	1,1	2,6	0,4	3,0	73,2

В гумусовом слое реакция солевой вытяжки изменяется от сильнокислой до среднекислой, сменяясь в карбонатных подстилающих

породах разрезов Е-64 и Е-100 на щелочную. Наибольшие величины гидролитической кислотности приурочены к обобщенным органикой горизонтам: лесной подстилке и гумусовому горизонту. В нижних горизонтах величины рассматриваемого показателя невысокие.

В гумусовом горизонте отмечается биогенное накопление обменных оснований, среди которых превалирует кальций. При этом количество суммы кальция и магния в почве на полиминеральных песках в 6-9 раз превышает таковые в почве на кварцевых песках. В бурой лесной связанно-песчаной почве на мономинеральных наносах характерна и низкая насыщенность основаниями, особенно в гумусовом слое А+АВ (до 18-19%), что обусловлено влиянием сильноокислой груборазложившейся подстилки ельника мшистого. В бурых лесных супесчаных почвах Предкамья Татарстана насыщенность основаниями более высокая.

В бурых лесных почвах количество  $K_2O$  и  $P_2O_5$ , определяемого в вытяжке Гинзбург, составляет соответственно 0,01-0,20% и 0,03-0,11%, с закономерным возрастанием калия на элювии перми до 0,17-0,78%. Подвижными элементами насыщена лесная подстилка. В минеральной части профиля подвижного фосфора и калия содержится больше в гумусовом горизонте и подстилающей породе. Бурая лесная почва четвертичных террас реки Камы (разрез Е-100) более обеспечена элементами питания, что связано с минералогическим составом почвообразующих пород (Газизуллин, Хасаншин, 1987; Газизуллин, Сабиров, 1997).

### 1.6. Рендзины

К рендзинам относятся дерновые почвы, сформированные на плотных карбонатных почвообразующих породах; а парарендзины развиваются на рыхлых карбонатных отложениях (Розанов, Иванов, 1988). Рендзины развиваются во всех климатических зонах и являются интразональными. Рендзины выделены и в Западной Европе, к которым отнесены почвы, развитые на известняках, доломитах, известковых мергелях, мраморах, гипсе (Kubina, 1953; Kundler, 1965; Дюшофур, 1970 и др.). В нашей стране термин «рендзина» был заменен термином «дерново-карбонатные почвы», куда входили как рендзины, так и

парарендзины. Синонимами были также термины «перегнойно-карбонатные почвы» и «гумусо-карбонатные почвы».

Изучению дерново-карбонатных почв посвящены труды многих ученых. В Республики Татарстан данные почвы исследовали М.А.Винокуров с соавторами (1962), А.Х.Газизуллин (1993); в Республике Марий Эл – В.Н.Смирнов (1968); в Предуралье – Г.А.Маландин (1939); в Эстонии – Л.Ю.Рейнтам (1970); в Литве – М.В.Вайчис (1975); в Новгородской области – А.А.Хантулев с соавторами (1974); в Прибайкалье – Г.Ф.Копосов (1981); в Башкортостане – Ф.Х.Хазиев с соавторами (1995) и др. При этом, согласно «Классификации и диагностики почв СССР» (1977), дерново-карбонатные почвы подразделялись на три подтипа: типичные, выщелоченные и оподзоленные. Критерием внутритиповой таксономии служит распределение карбонатов в профиле почв (Копосов, 1981).

По Б.Г.Розанову и В.В.Иванову (1988), в настоящее время термин «рендзина» признан международным, который объединяет настоящие рендзины и парарендзины. Авторы отмечают, что эволюция рендзин связана выщелачивание карбоната кальция почвообразующей породы и остаточным оглиниванием профиля, стадии которого отражаются в разделении рендзин на подтипы: типичные, выщелоченные, оподзоленные. В своей работе мы также придерживаемся термина «рендзина».

В «Классификации почв России» (1997) в отделе органо-аккумулятивных почв выделены два типа: рендзины и рендзины перегнойные. Первый тип включает два подтипа: типичные и иллювиально-глинистые, второй тип: лишь один подтип – типичные.

В районе исследования рендзины имеют небольшое распространение, развиваясь в основном на возвышенных местоположениях, склонах, на местах выхода к дневной поверхности карбонатных пород: известняков, мергелей и др. В темнохвойных лесах нами обнаружены в Предкамье Татарстана и в районе Вятского Увала. Выделены рендзины типичные и выщелоченные. В Предволжье в прибрежных территориях широко распространены карбонатные геологические породы (известняки, мергеля), на которых развиваются рендзины (дерново-карбонатные почвы).

Типичные рендзины в прибрежных биогеоценозах изучены на ПП 2, ПП 18, ПП 29. Профиль разреза 18, заложенного под пологом березняка кленово-злакового, имеет следующее строение:  $A_0 = 2 + A_1^{11} = 16 + A_{ca}1^{11} = 34 + AC_{ca} = 67 + C_{ca} = 125$  см. Макроморфологические признаки типичных рендзин: гумусовый горизонт  $A_1$  мощностью черного цвета, с выраженной зернисто-комковатой структурой, тяжелосуглинистый, рыхлого сложения; переходный к материнской породе горизонт, темно-серый с белесыми пятнами, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый, плотный, свежий; материнская порода: известняк серовато-белесого цвета, комковато-ореховатый, среднесуглинистый, весьма плотный, свежий. Присуще вскипание от соляной кислоты по всему профилю начиная с нижней части гумусового горизонта. В рендзинах мощность почвенного профиля обычно до 1 метра, верхние слои 40-60 см густо пронизаны корнями растений. В исследованных типичных рендзинах отмечено близкое залегание (53-67 см) карбонатной материнской породы.

В прибрежных лесах выделены выщелоченные рендзины (ПП 7, ПП 9, ПП 21, ПП 25, ПП 31). В экологических условиях северных районов лесостепной зоны, где характерен промывной тип водного режима, а также под воздействием кислых растворов, карбонаты из верхних слоев почв выщелачиваются, происходит эволюция типичных рендзин в выщелоченные. Эколого-генетическую характеристику выщелоченных рендзин рассмотрим на примере разреза 7, заложенного под пологом сосняка бузиново-злакового. Почва имеет следующее строение профиля:  $A_0 = 3(4) + A_1^{11} = 14 + A_1^{11} = 27 + AB = 46 + BC_{ca} = 75 + C_{ca} = 120$  см. Наличие карбонатов отмечено с глубины 46 см. Под пологом липового фитоценоза на крутом склоне высокого берега выявлена выщелоченная рендзина ПП 31 со строением профиля:  $A_0 = 2 + A_1 = 25 + AB = 44 + BC_{ca} = 81 + C_{ca} = 117$  см. В выщелоченных рендзинах гумусовый горизонт  $A_1$  имеет ясную комковато-зернистую структуру и рыхлое сложение, переходный горизонт (AB, BC) ореховатой структуры, присуще наличие вскипания с горизонта  $BC_{ca}$ ; верхние горизонты почв насыщены корнями растений.

По данным статистической обработки (табл.12), мощность гумусового горизонта рендзин прибрежных территорий варьирует от 20



до 33 см, а глубина залегания материнской породы составляет 53-81 см. Вариабельность генетических горизонтов значительна – 14,8-26,5%.

Анализ структурно-агрегатного состава рендзин Предволжья (табл.11) показывает, хорошую оструктуренность данных почв. Коэффициент структурности в гумусовом горизонте составляет 3,7-18,2.

Таблица 11

## Структурный состав рендзины

Генетический горизонт и глубина образца, см	Размер структурных отдельностей, мм; содержание фракций, %									K *	
	более 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1- 0.5	0.5- 0.25	менее 0.25		
Рендзина типичная тяжелосуглинистая (разрез 2)											
A1 <sup>1</sup> 4-14	3,8	5,9	24,2	36,1	7,9	14,3	4,4	1,6	1,8	16,9	
A1 <sup>11</sup> 19-29	4,3	5,5	27,9	35,7	7,5	13,3	3,7	1,2	0,9	18,2	
ACca 40-50	9,9	7,4	19,9	25,5	8,3	16,1	7,3	3,2	2,4	6,9	
Рендзина выщелоченная тяжелосуглинистая (разрез 7)											
A1 <sup>1</sup> 4-14	13,9	5,9	13,6	19,7	9,0	16,8	11,8	6,0	3,3	4,8	
A1 <sup>11</sup> 16-26	16,7	6,8	17,8	22,3	7,1	11,8	8,5	4,4	4,6	3,7	
AB 32-42	18,0	6,0	13,4	21,2	6,2	10,8	8,5	9,7	6,2	3,1	
BCca 56-66	23,6	14,0	15,6	16,3	6,9	11,1	6,3	2,8	3,4	2,7	
Рендзина типичная тяжелосуглинистая (разрез 18)											
Aca1 13-23	7,5	3,0	15,2	30,0	15,7	17,6	5,2	2,8	3,0	8,5	
ACca 46-56	19,0	7,6	15,7	20,7	8,4	16,0	5,7	3,1	3,8	3,4	
Cca 91-101	25,0	7,3	12,0	17,0	5,3	15,0	8,3	5,0	5,1	2,3	
Рендзина выщелоченная тяжелосуглинистая (разрез 25)											
A1 <sup>1</sup> 4-14	6,9	7,9	18,7	31,9	17,9	10,9	3,0	1,2	1,6	10,8	
A1 <sup>11</sup> 16-26	9,3	7,4	21,3	30,7	14,9	10,7	3,8	1,0	0,9	8,8	
AB 31-41	12,2	6,8	13,0	23,7	18,2	15,4	6,5	2,1	2,1	6,0	
BCca 53-63	10,6	3,9	7,6	15,0	13,7	17,4	13,8	7,6	10,4	3,8	
Рендзина типичная тяжелосуглинистая (разрез 29)											
A1 <sup>1</sup> 5-15	8,2	7,6	30,5	32,1	6,4	10,7	2,7	1,0	0,8	10,1	
A1 <sup>11</sup> 21-31	6,5	4,8	32,2	27,0	10,6	13,7	3,8	1,1	0,3	13,7	
ACca 39-49	10,3	6,8	16,8	28,5	8,0	16,2	7,6	3,4	2,4	6,9	
Cca 74-84	17,5	4,6	10,1	21,6	7,1	17,8	11,6	5,8	3,9	3,7	
Рендзина выщелоченная тяжелосуглинистая (разрез 31)											
A1 9-19	15,6	11,7	21,7	26,0	7,6	11,2	3,8	1,4	1,0	5,0	
AB 30-40	12,1	7,0	13,5	20,8	7,4	18,9	11,8	5,4	3,1	5,6	
BCca 58-68	18,5	8,7	14,0	18,5	6,1	16,5	9,9	4,3	3,5	3,5	

Примечание - \* Коэффициент структурности

Содержание агрономически ценных агрегатов размерами от 1 до 7 мм в горизонте А1 равен 59,0-84,4%. Данный показатель снижается в нижних горизонтах (АВ, АС, ВС, С) до 49,3-70,3%. В нижних слоях почв также отмечается увеличение содержания фракций структурных отдельностей более 10 мм (9,9-25,0%). Согласно шкале оценки С.И.Долгова и П.У.Бахтина (Ганжара и др., 2002) верхние слои рендзин имеют хорошие параметры структурного состояния (83-94%), что говорит о благоприятных физических свойствах данных почв для произрастания растительности.

Рендзины прибрежных лесов характеризуются тяжелым гранулометрическим составом. Отмечена дифференциация профиля почв по содержанию илистой фракции и физической глины. Верхние горизонты почв содержат довольно высокое количество ила (20,7-25,5%) и физической глины (44,1-47,7%). Наблюдается увеличение илистых частиц в горизонте АВ выщелоченных рендзин (36,4%) по сравнению с верхними слоями. В типичных рендзинах содержание тонкодисперсных частиц выше в горизонте А1, чем в материнской породе.

Рендзинам присуще высокое содержание органического вещества. Количество гумуса в верхних слоях достигает до 4,2-8,3%, постепенно уменьшаясь ниже по профилю до 0,6-0,8%.

Из данных физико-химических показателей рендзин (табл.12) видно, что реакция солевой вытяжки в почвенном профиле исследованных рендзин изменяется от среднекислого до нейтрального. В лесной подстилке выщелоченных рендзин этот показатель равен  $pH_{KCl}=5,0-5,9$ , типичных рендзинах наблюдается увеличение -  $pH_{KCl}=6,3$ . В минеральных горизонтах значения данного показателя находятся в пределах  $pH_{KCl}=5,5-7,7$ , изменяясь от слабокислой до нейтральной. Также изменяются по профилю величины  $pH$  водной вытяжки. Гидролитическая кислотность наибольшая в лесной подстилке. Изученные рендзины обладают высокой насыщенностью обменными основаниями (66,2-97,9%). Наблюдается её закономерное повышение вниз по профилю. Сумма обменных оснований кальция и магния в рендзинах максимальна в горизонте А0, в минеральных горизонтах почв составляет 16,0-33,2 мг-экв/100 г почвы.

Исследованные рендзины обогащены подвижными соединениями фосфора и калия, содержание которых достигает соответственно 11-207

мг/кг и 77-462 мг/кг. Аммиачный азот в почвах аккумулируется в гумусовом горизонте (5,7-19,5 мг/кг) и постепенно уменьшается в нижних слоях. Количество подвижного марганца наибольшее в верхних горизонтах почв (80-142 мг/кг), с характерным уменьшением Mn в нижних горизонтах почв. Количество подвижной меди по профилю рендзин варьирует в пределах 2,9-19,3 мг/кг почвы. Содержание подвижного цинка составляет 1,1-2,8 мг/кг, с максимальными величинами в гумусовом горизонте. Наблюдается накопление подвижных форм меди и цинка в верхних горизонтах почв.

Таблица 12

## Физико-химические показатели рендзин

Горизонт и глубина взятия образца, см	рН		Гидроли- тическая кислот- ность	Обменные основания			Насы- щенность основани ями, %	
	вод- ный	соле- вой		каль- ций	маг- ний	сумма		
	мг-экв/100 г почвы							
Рендзина выщелоченная тяжелосуглинистая, сосняк бузиново-злаковый (ПП 7)								
A0 0-3(4)	5,7	5,0	33,6	50,1	15,7	65,8	66,2	
A1 <sup>I</sup> 4-14	6,6	5,5	3,3	17,3	5,2	22,5	87,2	
A1 <sup>II</sup> 16-26	6,9	5,8	2,1	11,4	4,6	16,0	88,4	
AB 32-42	7,2	6,0	1,2	15,3	3,5	18,8	94,0	
BCca 56-66	7,6	6,5	вскипает					
Cca 93-103	8,5	7,3	вскипает					
Рендзина выщелоченная тяжелосуглинистая, липняк кленово-разнотравный (ПП 31)								
A0 0-2	6,6	5,9	19,8	73,8	21,6	95,4	82,8	
A1 9-19	6,9	6,1	1,4	21,3	4,3	25,6	94,8	
AB 30-40	7,1	6,2	0,6	22,9	5,1	28,0	97,9	
BCca 58-68	8,4	7,3	вскипает					
Cca 94-104	8,7	7,7	вскипает					
Рендзина типичная тяжелосуглинистая, березняк кленово-злаковый (ПП 18)								
A0 0-2	6,8	6,3	14,3	78,4	29,8	108,2	88,3	
A1 <sup>I</sup> 4-14	7,1	6,4	1,1	26,2	7,0	33,2	96,8	
Aca1 <sup>II</sup> 20-30	8,0	7,0	вскипает					
ACca 46-56	8,2	7,1	вскипает					
Cca 91-101	8,6	7,4	вскипает					

В высоком правобережье реки Волги на дневную поверхность в качестве почвообразующих пород выходят известняки и пермские мергеля. В условиях лесостепи в процессе почвообразования под влиянием богатого опада широколиственных формаций, травяного покрова здесь формируются рендзины с профилем малой мощности. Верхние слои рендзин насыщены органическим веществом, элементами питания, основаниями, хорошо оструктурены, что создает эффективное плодородие данных почв, обеспечивающее формирование богатых растительных ассоциаций в лесостепной зоне.

### 1.7. Аллювиальные почвы

Аллювиальные (пойменные) почвы формируются на пойменных террасах речных долин. Образование пойменных почв происходит под воздействием аллювиального процесса - накопления речного аллювия на поверхности прилегающей территории. Присуще периодическое отложение на поверхности почв твердых частиц из паводковых вод. С речным аллювием в почвах происходит аккумуляция минеральных частиц, органических соединений, элементов питания для растений.

Аллювиальные почвы в районе исследования распространены под пологом различных лесных фитоценозов. Нами изучены в пойме реки Малая Кокшага Республики Марий Эл (Сабилов, Гиладов, 1998). Пробная площадь П-23 заложена на выровненной поверхности первой надпойменной террасы, в квартале 129 Кортинского лесничества Учебно-опытного лесхоза. В составе древостоя преобладает пихта сибирская. Пихта 110 –летнего возраста и II класса бонитета растет совместно с елью, дубом и липой. В подросте пихта, ель, липа и дуб. Подлесок редкий, состоит преимущественно из жимолости, реже из бересклета. В составе живого напочвенного покрова превалирует кислица, сныть, будра плющевидная, чина весенняя, встречаются крапива двудомная, медуница, костяника, звездчатка. Степень покрытия травами до 55%. Тип леса – пихтарник припойменный. Почва - аллювиальная дерновая тяжелосуглинистая, развитая на слоистых суглинисто-супесчаных горизонтах:  $A_1=2\text{ см} + A_1=15\text{ см} + AB=23\text{ см} + B_1=48\text{ см} + I + V\text{ слой} = 125\text{ см} + VI\text{ слой}=140\text{ см} + VII\text{ слой} = 202\text{ см}$ . Характерные морфологические признаки: маломощная хорошо

разложившаяся подстилка типа муть; насыщенный корнями гумусовый горизонт, темно-серой окраски, хорошо оструктуренный и тяжелого гранулометрического состава; горизонт В1 – желтовато-бурой окраски, супесчаный; с глубины 48 см начинаются переотложенные слои, меняющиеся от рыхлого песка до супеси. Окраска данных слоев изменяется от серовато-коричневой и желтовато-бурой до светло-желтой.

В центральной пойме реки Малая Кокшага, на территории Городского лесхоза, исследован дубняк пихтовый пойменный (ПП-150). Здесь талые воды в отдельные годы кратковременно затопляют местность. Рельеф ровный. Древостой пихты 70 летнего возраста и III класса бонитета сформировался под пологом дуба. Состав древостоя 53Д34П9Лп4Ос. Подрост из пихты, липы и дуба. Подлесок средней густоты, из черемухи, рябины, жимолости. В живом напочвенном покрове (степень покрытия травами 65%) превалирует сныть, встречаются борец высокий, копытень, чина весенняя, костяника, гравилат речной, купена лекарственная, щитовник мужской, герань лесная, хвощ лесной, ландыш майский. К лесному фитоценозу с двух сторон примыкают луга. Почва – аллювиальная луговая слабоподзоленная легкосуглинистая, характеризуется следующим строением профиля:  $A_0=2$  см +  $A_1=18$  см +  $A_1A_2=33$  см +  $A_2B=45$  см +  $B_1=89$  см +  $B_2=110$  см +  $BC=133$  см +  $C=180$  см. Характерные признаки: хорошо разложившаяся лесная подстилка, комковато-зернистый перегнойно-аккумулятивный горизонт темно-серого цвета с сизоватыми тонами; довольно мощный гумусовый слой (31 см); слоегато-комковатый горизонт  $A_1A_2$ , выраженная ореховатость в иллювиальном слое; наличие гумусовых затеков и частых мелких корневин в почвообразующей породе – желтовато-бурой аллювиальной глине; влажноватость нижних горизонтов (обусловлено влиянием грунтовых вод).

Исследованные аллювиальные почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом перегнойно-аккумулятивного горизонта (табл.13). В пихтарнике припойменном (ПП-23) вниз по профилю почвы содержание тонкодисперсных частиц резко уменьшается вследствие разночленности почвообразующей породы. Почва под пологом дубняка пихтового (ПП-150) развита на суглинистом аллювии. Относительно повышенное содержание в горизонте  $A_1$  данной почвы физической глины связано влиянием современного аллювиального процесса.

Аллювиальные почвы характеризуются довольно высокой гумусированностью. Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 5.7-8.3%, что связано с интенсивно идущим дерновым процессом. Значительному гумусонакоплению способствуют высокое содержание в верх-

Таблица 13

## Гранулометрический состав аллювиальных почв

Горизонт и глубина, см	ГВ,%	Размеры (мм) и содержание фракции (%)						
		1-0.25	0.25- 0.05	0.05- 0.01	0.01- 0.005	0.005- 0.001	<0.001	<0.01
Аллювиальная дерновая тяжелосуглинистая (Разрез П-23)								
A1 3-13	4.25	2.1	27.2	30.1	9.4	9.2	22.0	40.6
AB 15-23	3.21	0.6	40.4	27.6	6.3	8.4	16.7	31.4
B1 30-40	1.54	0.5	57.6	25.5	6.7	4.9	4.8	16.4
I 49-59	0.69	1.6	73.3	16.0	2.0	3.2	3.9	9.1
II 61-71	0.24	4.7	83.0	8.1	1.0	1.7	1.5	4.2
III 80-90	0.95	1.0	77.5	11.2	2.3	3.1	4.9	10.3
IV 103-113	0.20	6.3	85.9	3.6	1.3	1.7	1.2	4.2
V 116-125	0.31	6.9	86.1	2.2	1.6	1.6	1.6	4.8
VI 128-138	0.46	3.3	88.9	1.0	1.5	2.0	3.3	6.8
VII 166-176	0.40	4.0	86.2	4.2	0.8	1.8	3.0	5.6
Аллювиальная луговая легкосуглинистая (Разрез П-150)								
A1 5-15	3.53	2.8	10.6	33.4	28.4	14.1	10.7	53.2
A1A2 20-30	2.09	2.6	15.3	43.1	14.8	8.7	15.5	39.0
A2B 33-45	2.54	0.7	12.6	45.0	8.9	13.6	19.2	41.7
B1 62-72	3.47	0.2	15.2	38.4	7.1	6.3	32.8	46.2
B2 95-105	3.11	3.7	33.8	22.5	5.2	6.4	28.4	40.0
BC 117-127	3.40	1.4	22.3	33.3	5.1	8.5	29.4	43.0
C 150-160	3.05	2.8	33.2	26.7	6.8	13.0	17.5	37.3

них горизонтах тонкодисперсных частиц и интенсивный биологический круговорот веществ в пихтовом и пихтово-дубовом биогеоценозах, богатство опада зольными элементами. В нижних слоях аллювиальных почв количество перегноя снижается до 0.2-0.6%. гумусовый горизонт обогащен валовым азотом: 0.22-0.45%, с глубиной его содержание закономерно убывает.

В изучаемых почвах реакция водной вытяжки варьирует от кислой до щелочной (табл.14). В аллювиальной дерновой почве более кислым оказался песчаный слой на глубине 100-116 см, а в аллювиальной луговой - суглинистые слои на глубине 33-89 см. в материнской породе



разреза П-150  $pH_{H_2O}=7.65$ , но вскипание от соляной кислоты не отмечено. Гидролитическая кислотность максимальна в лесной подстилке, а в минеральных горизонтах изменяется в пределах 0.5-12.3 мг.экв.

Таблица 14

## Физико-химические показатели аллювиальных почв

Горизонт и глубина, см	рН		Гидролити ч.кисл.	Обменные основания			Насыщен ность основани ями, %
	водны й	соле вой		кальци й	магний	сумма	
	мг.экв/100 г почвы						
Аллювиальная дерновая (разрез П-23), пихтарник припойменный							
АО 0-2	5.65	5.29	47.8	40.4	11.9	52.3	52.2
A1 3-13	5.84	5.09	9.9	29.4	9.2	38.6	79.6
AB 15-23	6.12	4.83	4.3	16.1	8.2	24.3	85.0
B1 30-40	5.99	4.42	5.0	4.2	4.3	8.5	63.0
I 49-59	6.35	4.55	1.4	4.0	2.9	6.9	83.1
II 61-71	6.44	4.77	0.5	1.6	0.8	2.4	82.8
III 80-90	5.68	3.79	2.0	4.0	3.3	7.3	78.5
IV 103-113	5.22	3.57	2.7	0.6	1.4	2.0	42.6
V 116-125	6.44	4.72	0.5	0.6	1.8	2.4	82.8
VI 128-138	6.30	4.60	2.2	4.2	2.3	6.5	74.7
VII 166-176	6.48	4.84	0.7	2.0	1.6	3.6	83.7
Аллювиальная луговая (разрез П-150), дубняк пихтовый пойменный							
АО 0-3	5.82	5.46	30.6	49.7	15.6	65.3	68.1
A1 5-15	5.75	4.91	10.3	24.5	6.0	30.5	74.8
A1A2 20-30	5.24	3.59	12.3	8.9	4.5	13.4	52.1
A2B 33-45	5.21	3.44	11.2	9.3	5.3	14.6	56.6
B1 62-72	5.20	3.41	11.9	11.5	8.9	20.4	63.2
B2 95-105	6.07	4.22	4.6	13.7	9.5	23.2	83.5
BC 117-127	7.14	5.50	1.7	17.9	9.0	26.9	94.1
C 150-160	7.65	6.08	0.8	17.2	10.4	27.6	97.2

По содержанию обменных катионов кальция и магния также выделяются лесная подстилка (52-65 мг.экв) и гумусовый горизонт (31-39 мг.экв). в последнем происходит биологическая аккумуляция оснований. В аллювиальной дерновой почве нижние супесчано-песчаные слои обеднены обменными катионами. В аллювиальной луговой почве отмечен вынос оснований из оподзоленных горизонтов, но в меньшей степени, нежели в изученных дерново-подзолистых почвах темнохвойных лесов. Степень насыщенности основаниями по

профилю почв варьирует в широких пределах: от 43 до 97%, с наибольшими величинами в почвообразующей породе аллювиальной луговой почвы. Подвижными соединениями калия и фосфора наиболее обеспечена аллювиальная луговая почва. В аллювиальной дерновой почве соединениями  $P_2O_5$  и  $K_2O$  обогащен гумусовый слой, насыщенный органическими веществами и илистыми частицами. В обеих почвах выражено биогенное накопление элементов питания.

Аллювиальным почвам характерен выраженный дерновый процесс, сопровождаемый интенсивным накоплением в верхних горизонтах гумуса и элементов питания. Они обладают довольно высоким потенциальным плодородием. Аллювиальная луговая почва обогащена тонкодисперсными частицами и питательными веществами, что благоприятно сказывается на росте и развитии дуба и пихты. Однако здесь отмечена и более высокая увлажненность почвенного профиля. Наблюдается также периодическое затопление тальми водами, что негативно отражается на продуктивности и состоянии пихты сибирской: снижается класс бонитета, возрастает фаутиность деревьев. Для формирования продуктивных лесных фитоценозов в ряду аллювиальных почв более пригодны разновидности с хорошим дренажем.

В условиях Среднего Поволжья на пойменных почвах формируются высокопродуктивные насаждения из дуба, вяза, ольхи черной, тополей, ели, пихты. На аллювиальных почвах часто произрастают ивовые фитоценозы, разнотравные луга. Лесные фитоценозы на пойменных террасах речных долин выполняют водоохранно-защитные функции, эффективность которых зависит от состава и состояния фитоценозов, определяемое преимущественно соответствием биоэкологии древесных пород почвенно-экологическим условиям. Композиции растений пойменных экосистем целесообразно использовать при создании объектов ландшафтного дизайна на урбанизированных территориях.

#### Контрольные вопросы

1. Расскажите о бурых лесных почвах, развитых на супесчано-песчаных отложениях и двучленных наносах. Какие лесные фитоценозы на них произрастают? 2. Какими свойствами обладают рендзины? 3. Что характерно для пойменных лесных почв Среднего Поволжья? 4. Расскажите о лесорастительных свойствах аллювиальных почв.

## 2.ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЧВ

### 2.1.Задачи мониторинга почв лесных биогеоценозов

Являясь компонентом биогеоценоза, почва выполняет важнейшие экологические функции в биосфере. Благодаря почвам осуществляется связь между компонентами биогеоценозов, сохраняется экологическая устойчивость последних. Почва является также компонентом целого геохимического ландшафта, в котором происходят различные химические и биологические процессы, осуществляется миграция веществ. Она выполняет роль «кладовой» элементов питания, необходимых для поддержания жизни всего живого. Способность почвы аккумулировать в себе различного рода химические вещества, в том числе и техногенного происхождения, требует постоянного контроля за физическим состоянием и химическим составом почв.

Более полно экологические функции почв проявляются в лесных биогеоценозах, где они сохранили естественное строение профиля. Лесным почвам характерно наличие особого органогенного горизонта – лесной подстилки, присущ естественный ход процессов почвообразования. Следует отметить также многообразную в пространстве и длительную во времени взаимосвязь лесных почв с фитоценозом.

Почвенный мониторинг, являясь частью всего экологического мониторинга, проводится для решения определенных задач. Эти задачи, касающиеся в основном сельскохозяйственных угодий, довольно полно освещены в работе Г.В. Добровольского и Л.А. Гришиной (1985). Относительно почв лесных экосистем они включают следующее:

- фоновый мониторинг с созданием банка данных естественных почвенных показателей;
- контроль за состоянием почв при рекреации и использовании в лесозаготовках тяжелых операционных машин;
- долгосрочный и сезонный контроль за влажностью, температурой почв и содержанием доступных растениям форм соединений элементов питания в основных типах лесных биогеоценозов, особенно в заказниках и заповедниках;

-выявление территорий с отрицательными для роста и развития лесных фитоценозов водно-физическими и физико-химическими свойствами почв;

-контроль за состоянием почв на облесенных склонах;

1) контроль за изменением кислотности и щелочности почв в районах с высокой кислотностью атмосферных осадков, на лесокультурных площадях и в питомниках с высоким внесением доз минеральных удобрений;

2) контроль за использованием в лесном хозяйстве в качестве мелиорантов и удобрений различных промышленных и бытовых отходов;

3) контроль за содержанием различных химических веществ элементов питания, тяжелых металлов, органических соединений и т.д.) в почвах в зонах влияния промышленных предприятий и транспортных магистралей;

4) контроль за загрязнением почв тяжелыми металлами вследствие глобальных выпадений;

контроль за локальным загрязнением лесных почв нефтепродуктами;

5) контроль за уровнями накопления в почвах лесокультурных площадей и питомников пестицидов и их метаболитов;

6) экспертный надзор за вероятным изменением свойств почв при проведении лесомелиоративных работ, внесении новых удобрений и т.д.

7) инспекторский контроль за размерами и правильностью отчуждения лесных земель (особенно плодородных и редких) для промышленных целей и садоводческих участков;

8) контроль за изменением свойств почв в зоне влияния водохранилищ.

В каждом регионе необходимо выявление и сохранение эталонов редких типов лесных почв, создание Красной книги почв лесов.

## **2.2. Организация мониторинга лесных земель**

При организации мониторинга лесных земель региона необходимо решение следующих вопросов.

1. Сбор имеющейся на данный момент информации о лесных экосистемах региона: растительности, животном мире, почвенном

покрове. Формирование сведений о климатических условиях района исследований (республик), о геологии, геоморфологии, гидрографии. (Эти сведения получены в разное время, различными авторами и методами. Необходимо полученные показатели привести к единому масштабу, уровню, в пределах которого возможно их использование в сопоставлении с другими аналогичными показателями при прогнозировании эволюции экосистем, в том числе и почв). Сведения о составе и свойствах почвообразующих пород и почв должны быть включены в банк данных почвенных показателей лесных биогеоценозов региона.

2. Подбор и закладка пробных площадей в соответствии с почвенно-грунтовыми условиями и растительным покровом территории. Учитывая формирование и развитие лесных почв в тесном взаимодействии с фитоценозом и животным миром, объектом исследований выбирают **тип лесного биогеоценоза**. С целью организации эффективной системы мониторинга закладывают следующие пробные площадки:

**а) почвенно-экологические стационары.** Их формируют для долгосрочного и сезонного контроля за свойствами почв. Помимо определения показателей мониторинга состояния почв при загрязнении (Гапонюк, Малахов, 1989; Гришина и др., 1991) на данных пробных площадях целесообразно комплексное изучение почв как компонента биогеоценоза (Зонн, Базилевич, 1966). Организуют почвенные стационары на лесных опытных станциях, в ботанических садах, заповедниках, около городов и т.д., где возможно проведение постоянных исследований;

**б) постоянные пробные площади.** Формируют для периодического контроля за свойствами почв (например, ежегодно в августе месяце, через два года). Закладывают в различных типах лесных биогеоценозов, рекреационных лесах, участках лесозаготовок, лесных землях, подверженных химическому загрязнению и т.д.;

**в) временные пробные площади.** Закладывают на участках как фоновых ландшафтов, так и подверженных деградации. Предназначены в основном для получения точной и дополнительной информации по контролируемым показателям, определения степени варьирования изучаемых параметров.

Мониторинг лесных земель фоновых ландшафтов, локального загрязнения и деградации проводится в пределах вышеописанных физико-географических районов, а внутри них – в пределах лесничеств, лесопарков. Это поможет лучше организовать работу, выявлять особенности изучаемых нами лесных экосистем, более эффективно составлять картографический материал, оптимально проектировать мероприятия по устранению тех или иных отрицательных последствий антропогенного воздействия. Лишь при глобальном масштабе антропогенного загрязнения (кислотные дожди, выбросы крупных промышленных комплексов, глобальное радиоактивное загрязнение и т.д.) мониторинг почв лесных биогеоценозов организуется в пределах всего региона (или даже за её пределами).

3. Выбор контролируемых показателей. Взятые для исследования параметры почв, по возможности, должны давать всеобъемлющую информацию о составе и свойствах лесных почв и загрязняющих веществ, и особенно о тех свойствах, которые более подвержены изменению. Выбранные показатели должны учитывать как фундаментальные свойства почв, так и мобильные. Л.А.Гришина с соавторами предлагают систему показателей мониторинга состояния почв разделить на три уровня:

- показатели ранней диагностики негативных изменений свойств почв (показатели биологической активности почв, характеристики ионно-солевого, кислотно-основного, окислительно-восстановительного режимов почв, анализы почвенных растворов, лизиметрических вод, водных вытяжек);

- показатели средней устойчивости, которые характеризуют краткосрочные изменения свойств почв и обеспечивают текущий контроль за её состоянием (кислоторастворимые формы соединений кальция, магния, алюминия, железа, подвижные формы тяжелых металлов, состав гумуса, запасы подстилки и т.д.);

- показатели долгосрочной диагностики нарушений почвообразования при промышленном загрязнении (валовой состав почв, морфологические, физические свойства почв, состав почвенных минералов, содержание гумуса и т.д.).

При мониторинге почв лесных ландшафтов следует обратить внимание на те почвенные показатели, изменение которых может



привести к деградации фитоценозов, ухудшению полезных функций лесов.

1. Разработка методики получения необходимой информации о состоянии и свойствах почв лесных экосистем, а также о составе загрязняющих веществ. Методика и периодичность измерений параметров, измерительная техника должны быть согласованы не только между почвоведом, но и с другими участниками работ: экологами, лесоводами, ботаниками, фитопатологами и т.д. Методика отбора проб в полевых условиях, подготовки к анализу, методика самого анализа в лаборатории должна быть единой, унифицированной как в пределах региона, так и страны. Учитываются при этом и Международные программы комплексного мониторинга лесных экосистем со своим набором показателей.

Полученные показатели анализов почв и растительных образцов должны быть достоверными (с контролем и статистическим подтверждением), выражены в международных единицах системы СИ для сопоставления с данными, полученными в других странах (Моцик, Анталова, 1990). Объем почвенных и растительных образцов следует брать с расчетом их долгосрочного использования и возможности хранения.

Перечень контролируемых показателей, периодичность измерений, методы полевого и лабораторного анализов нами конкретно будут рассмотрены в специальных главах, в зависимости от вида химического загрязнения или физической деградации.

2. Важным этапом при организации мониторинга лесных земель является обработка данных на ЭВМ, составление картографического материала. Рекомендуется создание банка данных почвенных показателей как естественных, фоновых лесных ландшафтов, так и лесных экосистем, подвергнутых антропогенному воздействию. Необходимо проведение статистической обработки полученных данных, выявление моделей взаимосвязи между почвенными показателями как внутри самой почвы, так и между свойствами почв и показателями фитоценозов. Важно создание математических моделей эволюции лесных почв под влиянием естественных и антропогенных факторов. Приводятся оценка и прогноз изменений почвенных свойств, плодородия почвы, а также лесной экосистемы в целом.

На основе проведенных исследований при мониторинге лесных земель составляются следующие картографические материалы:

-Мелко- и среднемасштабные региональные карты (1:100 000–1:500 000) на уровне республик, физико-географических районов:

- а) эродированности лесных земель;
- б) загрязненности почв тяжелыми металлами и неметаллами;
- в) загрязненности почв канцерогенными углеводородами, органическими ядохимикатами и другими загрязняющими веществами.

На карты наносятся контуры лесных массивов, населенные пункты, гидрологическая сеть, источники загрязнения. Целесообразно отразить рельеф и растительный покров. Путем соответствующей окраски или штриховки показывают уровни содержания загрязняющих веществ.

-Крупномасштабные карты. Они составляются на уровне лесных предприятий, вблизи локальных источников загрязнения и на участках физической деградации:

- а) эрозионной опасности;
- б) гумусного состояния лесных почв;
- в) кислотности;
- г) содержание макро- и микроэлементов;
- д) физической деградации (нарушенности) лесных почв.

На крупномасштабных картах указываются дороги, населенные пункты, квартальная сеть с выделами. Вблизи источников загрязнения могут быть отражены только те кварталы, которые находятся на расстоянии максимальных выбросов, плюс фоновый участок. Карты позволяют определять не только площади техногенного воздействия, но и пространственные закономерности распределения тех или иных загрязняющих веществ, прогнозировать их миграцию. Следовательно, на крупномасштабных картах, по возможности, отражаются тип лесного биогеоценоза, тип почвы, её гранулометрический состав, содержание гумуса, при физической деградации – вид лесосечных работ. Карты загрязненности составляются в отдельности для каждого элемента или вещества по слоям (0-5, 5-20 см) или горизонтам (А0, А1, А2 и т.д.).

Карты сопровождаются пояснительной запиской (почвенными очерками и легендой), где описываются климатические и физико-географические условия региона: осадки, температура, рельеф, гидрология, почвообразующие породы, почвы, растительность, влияние

хозяйственной деятельности человека и т.д. Отражается программа и методика исследований. Приводится полная морфологическая, физическая, физико-химическая и биологическая характеристика почв разрезов и смешанных образцов. Отмечают состояние растительного покрова, связь между типом лесного биогеоценоза, свойствами почв и пространственным распределением техногенных выбросов, степенью физической деградации. По возможности, эти закономерности взаимосвязи выражают математическими моделями. Такие исследования помогут глубже понять влияние техногенных выбросов и физического воздействия машин не только на свойства почв, но и на рост и развитие лесных фитоценозов, что, в свою очередь, способствует разработке нормативов предельно допустимых количеств загрязняющих почву химических веществ (ПДК) и предельно допустимых нагрузок (ПДН) при физической деградации в лесных биогеоценозах. На сегодняшний день имеются ПДК для отдельных тяжелых металлов и органических соединений с учетом состояния растений и качества урожая сельскохозяйственных культур. Реакция лесной растительности на загрязнение отличается от таковой агроценозов. Поэтому на основе данных, накопленных при мониторинге лесных земель и других комплексных биогеоценологических исследований, важно выявить оптимальные и критические уровни контролируемых показателей, которые будут различаться как по типам почв, так и по типам лесных биогеоценозов.

В заключении почвенного очерка оценивают уровень загрязнения, нарушенности антропогенным воздействием, вырабатывают мероприятия по охране и рациональному использованию лесных земель. Целесообразно при Министерстве охраны окружающей среды и природных ресурсов должна быть организована региональная служба мониторинга лесных земель, тесно взаимодействующая с органами лесного хозяйства республик (областей), санитарно-эпидемиологической службой, с научно-исследовательскими институтами и лесохозяйственными, почвенными, биологическими факультетами высших учебных заведений.

### 2.3. Проведение фонового мониторинга лесных почв

Одной из задач мониторинга лесных земель является получение показателей почв, не затронутых антропогенным воздействием, т.е. фоновых показателей. Такие показатели свойств почв необходимы для последующего сравнения с таковыми загрязненных и деградированных ландшафтов, оценки уровня загрязнения, прогнозирования эволюции почвенного покрова.

В районе исследований распространены основные лесные фитоценозы региона: сосновые, еловые, пихтовые, дубовые, липовые, березовые, осиновые. Вместе с большим многообразием почв они образуют широкий спектр лесных биогеоценозов, характеризующихся свойственным только им круговоротом веществ, микроклиматом, процессами почвообразования и буферной способностью почв. Каждый биогеоценоз по-своему реагирует на антропогенное воздействие, исходя из своих внутренних ресурсов и способности самовосстанавливаться. При фоновом мониторинге лесных экосистем важно изучить:

- территорию рассматриваемого региона (физико-географические регионы, автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные ландшафты);
- основные почвенные разновидности региона;
- основные типы лесных биогеоценозов района исследования.

Фоновые участки, изучаемые при локальном антропогенном воздействии, составляют часть общего фонового мониторинга лесных земель.

Вся работа состоит из трех этапов: подготовительного, полевого и камерального. В **подготовительный** период формируется экспедиционная группа с необходимым оборудованием, намечаются конкретные лесные предприятия на данный сезон. Проводят сбор общего материала по климату, гидрологии, геологии, растительности и хозяйственной деятельности человека обследуемого предприятия. Изучают материалы по лесному хозяйству и почвам: планы лесонасаждений, таксационные описания кварталов, планшеты, план организации лесного хозяйства, почвенные карты, а также имеющийся материал в отчетах, литературных источниках. Знакомятся с информацией о хозяйственных мероприятиях, проведенных лесничеством на рассматриваемом участке. После этого

выделяют участки леса (квартал, выдел) для заложения пробных площадей. Эффективно сочетание экологического мониторинга с крупномасштабным картированием почвенного покрова лесов и другими биогеоэкологическими исследованиями.

**Полевой** период начинается с рекогносцировочного обследования намеченных насаждений. Принимается во внимание удаленность от источников загрязнения, происхождение (оптимальный вариант – девственные леса), степень воздействия антропогенного фактора, типичность участка лесного массива. На выбранных насаждениях закладывают постоянные пробные площади (ППП), которые оформляются в лесу угловыми стандартными столбами. Размер пробной площади должен обеспечивать наличие на ней не менее 200 деревьев основного элемента леса. Обычно вполне отвечает этим условиям площадь 0,20 га (40×50 м) или 0,30 га (50×60 м). На пробной площади подробно изучают фитоценоз и почвенный покров. Проводят инструментальное лесоводственно-таксационное обследование насаждения с фитопатологической оценкой её состояния. Далее для выяснения однородности почвенного покрова ППП делают прикопки (30 – 40 см). Полный почвенный разрез закладывают под хорошо развитой кроной основного элемента леса. При комплексности почвенного покрова и в смешанном древостое описывают 2 – 3 полных разреза. Рекомендуем следующую схему отбора почвенных образцов с ППП для проведения долгосрочного экологического мониторинга (рис.1).

На основных разрезах проводится полное макро- и мезоморфологическое описание почв, определение плотности сложения и взятие образцов для последующего лабораторного анализа. Полюямы делают глубиной 70-80 см, также проводят морфолого-генетическое описание с отбором почвенных образцов. Рекомендуется в полевых условиях изучить физико-химические показатели почв: pH, качественные реакции на закисное железо и карбонаты, содержание подвижных соединений железа и марганца, окислительно-восстановительный потенциал.

Запасы лесной подстилки определяют методом шаблонов (20×30 см) в 15-20-кратной повторности по подгоризонтам ( $A_0^I$ ,  $A_0^{II}$ ,  $A_0^{III}$ ) по диагонали ППП через определенное расстояние (1-2 м). В этих же

точках отбирают почвенные образцы по горизонтам и слоям (мощностью 5-10 см):

в подзолах –  $A_0A_1 + A_2$  (2 слоя) + B;

типично подзолистых –  $A_0A_1 + A_1A_2 + A_2 + A_2B$ ;

дерново-подзолистых –  $A_1 + A_1A_2 + A_2 + A_2B$ ;

серых лесных –  $A_1$  (2 слоя) +  $A_1A_2 + A_2B$ ;

черноземах, бурых лесных, рендзинах –  $A_1$  (2 слоя) +  $AB$  (2 слоя).

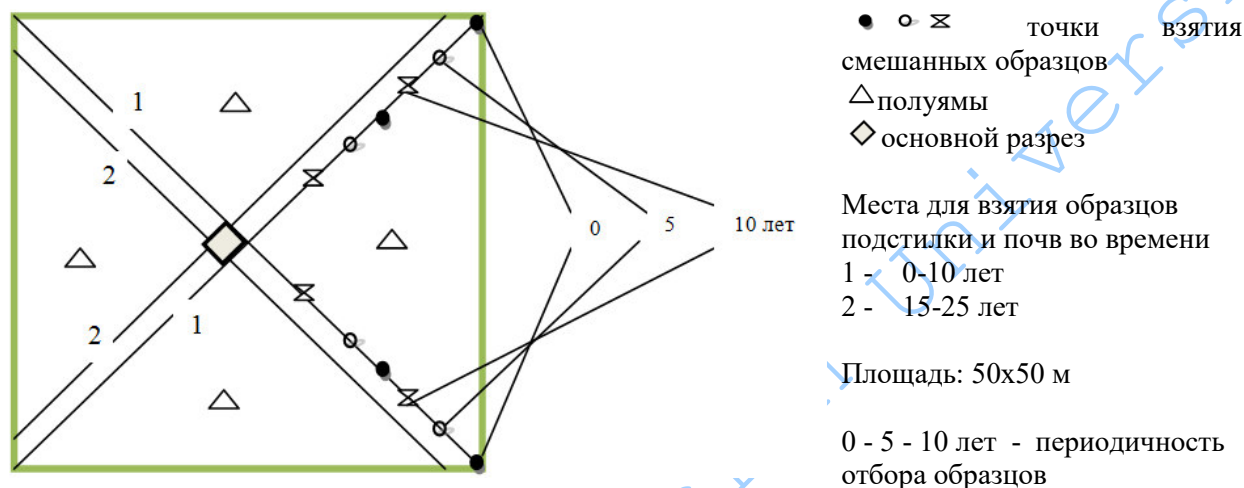


Рис.1.Схема отбора образцов лесной подстилки и почв на ППП при фоновом экологическом мониторинге

С целью изучения количества и динамики поступления растительного опада используют опадоуловители различной конструкции. По возможности сбор растительного опада и изучение кислотно-основных свойств верхних горизонтов почв проводят ежегодно. Периодичность основных измерений – 5 лет. В полевых условиях проводят также исследование биологической активности верхних горизонтов почв, для лабораторного изучения отбирают образцы почвенного воздуха (для определения газового состава).

**Камеральный** период включает подготовку растительных и почвенных образцов к анализу, проведение комплекса физических, физико-химических, биохимических исследований, определение биологической, ферментативной активности почв, составление почвенного очерка по материалам исследований. На каждую постоянную пробную площадь составляется паспорт с указанием её местоположения, физико-географической и почвенной характеристиками.



## **2.4.Контроль за состоянием лесных почв при промышленном загрязнении**

Ежегодно в природную среду происходит выброс тысячи тонн химических веществ, токсичных газов, которые поступают в лесные экосистемы и непосредственно в почвы путем поглощения газообразных соединений почвой, пылью, аэрозолями, атмосферными осадками, растительными остатками. Важнейшими загрязнителями лесных почв являются тяжелые металлы, соединения серы, азота, оксиды углерода, фториды, углеводороды.

Наиболее сильное техногенное влияние испытывают земли, расположенные вблизи крупных промышленных предприятий, больших городов (Казань, Йошкар-Ола, Нижнекамск, Набережные Челны, Волжск, Менделеевск), а также в нефтедобывающих Юго-Восточных районах Татарии.

При загрязнении почв тяжелыми металлами возрастает их содержание, гибнет растительность травяного и растительного ярусов, что приводит к разрушению почвенного покрова, развитию процессов эрозии. Микроэлементы в количестве, сотни раз превышающем фоновые уровни, изменяют почвенную биоту, снижают количество и состав микроорганизмов. А это в свою очередь отражается на биологической и ферментативной активности лесных почв, на уменьшении их плодородия, значит, и продуктивности биогеоценоза в целом.

Кислотные дожди, воздействие которых носит глобальный характер, подкисляют почвенный покров, снижают содержание в почвах элементов питания, обменных оснований, степень насыщенности основаниями. Кислые осадки способствуют, по мнению некоторых ученых, усилению процессов оподзоливания, увеличению элювиального горизонта. В результате кислых дождей происходит деградация лесных биогеоценозов, особенно пихтовых: опадает хвоя, высыхает и загнивает древесина.

С атмосферными выбросами комбинатов по производству минеральных удобрений в почвы поступает дополнительное количество серы, азота, фосфора, кальция, магния, калия, которые накапливаются в основном в верхних горизонтах почвы, в лесной подстилке. С

фильтрующимися водами данные загрязнители мигрируют в нижние горизонты, далее в грунтовые воды, что в последствии вовлекает их геологический круговорот.

Сжигание нефтепродуктов, угля, газа сопровождается поступлением в почвенную среду канцерогенных веществ, среди которых особую опасность представляют ароматические углеводороды. Железнодорожный и автомобильный транспорт, нефтеперегонные заводы способствуют загрязнению лесных почв канцерогенными углеводородами, изменению их физико-химических, биохимических свойств.

Таким образом, с возрастанием хозяйственной деятельности человека увеличивается его влияние на природные экосистемы, в том числе и на лесные почвы. Причем антропогенное воздействие с каждым годом приобретает всё новые формы, проявления, что требует безотлагательного и всестороннего изучения этих процессов, усиления экологического мониторинга окружающей среды.

Лесные почвы в своём развитии являются «зеркалом» сложного взаимодействия регионального комплекса факторов почвообразования. Техногенное воздействие на лесные экосистемы также отражается на составе и свойствах почв лесных биогеоценозов, их эволюции. Они служат поглотителями и хранилищами различного рода химических выбросов (Смит, 1981; Гришина и др., 1990). Поэтому при исследовании антропогенной эволюции почв важно учитывать как специфику промышленного загрязнения, так и региональные особенности почвообразования.

### Контрольные вопросы

1. Что вы понимаете под понятием «Мониторинг лесных земель»?
2. Перечислите задачи мониторинга почв лесных экосистем.
3. Назовите основные принципы организации регионального почвенного мониторинга.
4. Какие пробные площади закладывают при мониторинге лесных земель?
5. Что Вы знаете о состоянии лесных биогеоценозов Вашего региона?
6. Что такое фоновый мониторинг?
7. Как влияют промышленные выбросы на лесные почвы?
8. Расскажите о химических загрязняющих веществах антропогенного происхождения.

## **2.5. Контроль за состоянием почв при рекреационном воздействии**

В условиях урбанизации и развития различных форм отдыха населения проблема сохранения естественной экологической среды приобретает первостепенное значение. Особую остроту принимают эти вопросы в отношении рекреационных лесов. В настоящее время происходит увеличение площади рекреационных ландшафтов и нагрузки в них. Это приводит к нарушению равновесия во всех звеньях лесного биогеоценоза, к потере её стабильности как единой системы и деградации. Поэтому необходимы исследования механизма изменений состояния лесной экосистемы при рекреационном лесопользовании, определение границ её устойчивости и допустимых рекреационных нагрузок. Это позволит прогнозировать изменения в лесных биогеоценозах, научно обосновать природоохранные мероприятия.

По использованию и функциональному назначению рекреационные леса можно условно разделить на четыре категории (Бондаренко, Кучерявый, Шудря, 1986):

1) леса круглогодичного использования (в течение 270 дней отрицательное влияние рекреации) – лесные участки около городов, районных центров, зеленые зоны санаториев, домов отдыха. В рассматриваемом регионе это зеленые зоны городов: Йошкар-Ола, Волжск, Казань, Набережные Челны, Чистополь, Нижнекамск и др. Восстановление почвенного покрова происходит медленно, незначительно в течение всего периода рекреационного пользования;

2) леса сезонного функционирования (посещаются примерно в течение 100 дней) – влияние рекреации приходится в основном на летний период. Это лесные участки вдоль берегов рек Волги, Камы, Илети, Казанки, Большой и Малой Кокшаги, Вятки, Зай, Ветлуги и озёр Шап, Кичиер, Яльчик, Юрдур, Таир, Ковалинское, Раифское и т.д. Восстановление среди лесных биогеоценозов протекает в осенний и весенний периоды (развитие травяной растительности, разуплотнение почвы, увеличение порозности, активизация биохимических процессов);

3) леса кратковременного функционирования – интенсивное рекреационное лесопользование приходится на выходные дни. В основном это лесопарковые части зеленых зон городов, районных

центров. Сильная деградация почвенного покрова характерна здесь лишь на тропах;

4) леса кратковременного сезонного функционирования – рекреационная нагрузка присуща в период сбора ягод, грибов, лекарственных трав и т.д. Сюда входят лесные участки вдоль дорог, малых населенных пунктов. Свойственна слабая деформация почвенного покрова, особенно лесной подстилки и верхнего горизонта, и тенденция быстрого восстановления.

Интенсивная рекреационная нагрузка приводит к нарушению фитоценоза, уничтожению напочвенного покрова, подроста, подлеска, деформации деревьев. Происходят резкие изменения в свойствах подстилок и минеральной части почв. При рекреационном воздействии нарушается строение лесной подстилки, уменьшаются её мощность и запасы, повышается плотность сложения почвы, нарушается её структура. При этом уменьшается порозность, воздухоёмкость почвы, снижается капиллярная влагоемкость. Изменяются водный и температурный режимы почвы. В уплотненной почве затрудняется проникновение кислорода к корням растений, значительно ухудшается водопроницаемость. На склонах или на равнинных участках со значительным уклоном сильное уплотнение почвы может привести к поверхностной эрозии. При интенсивной нагрузке отмечается тенденция к уменьшению содержания крупных фракций в гранулометрическом составе почв и увеличение мелких.

Наряду с водно-физическими свойствами почв изменяются и её физико-химические и биохимические показатели. Рядом авторов установлено снижение количества гумуса, изменение состава и ухудшение биологической активности почв. Отмечается уменьшение содержания обменного кальция в уплотненных почвах.

Исследованиями установлено, что наибольшей деградации подвержены гумусовые горизонты почв, особенно слой 0 – 5 см. В конечном результате это приводит к суховершинности и усыханию деревьев, т.е. деградации биогеоценоза.

Следует учесть, что степень изменения свойств лесных подстилок и почв зависит от конкретных почвенно-экологических условий местности, структуры фитоценоза, объема нагрузки и характера организации территории под рекреационное использование.

В связи с увеличением численности населения и роста городов расширяются и зеленые зоны отдыха. Это вызывает большой интерес исследователей в изучении рекреационных лесов, их устойчивости к деградации. Однако в рассматриваемом районе данный вопрос останется слабо изученным, особенно с учетом различных почвенно-экологических условий.

В подготовительный период проводится учет рекреационных зон вблизи городов, районных центров, домов отдыха региона, определяется площадь лесов рекреационного пользования, устанавливается первоочередность территорий исследований. Так, общая площадь лесов зеленых зон городов в районных центрах Республики Марий Эл составляет 76,5 тыс. гектаров, в том числе 44,8 тыс. гектаров вокруг города Йошкар-Олы, 2,8 тыс. гектаров – города Волжска. Причем количество жителей в расчете на 1 га зеленой зоны в городах республики равно: в городе Йошкар-Оле – 6,5 чел.; Волжске – 23,7 чел.; Козьмодемьянске – 61,8 чел.; Звенигове – 12,7 чел. (Долгосрочная Государственная программа..., 1991). В подготовительный период определяется масштаб съемки (от 1:5000 до 1:500), составляется список генетических разностей почв в соответствии с имеющейся почвенной картой. В качестве картографической основы используются: 1) почвенные карты; 2) топографические карты; 3) планы лесонасаждений; 4) планшеты. По каждой исследуемой зоне собирают материал о растительности, геоморфологии, геологическом строении, почвообразующих породах, почвах. Важно установление показателя рекреационной нагрузки обследуемой территории П (чел./ч. га), определяющий количество людей, прошедших через единичную площадь за единицу времени.

**Полевое** обследование степени деградации почвенного покрова рекреационных лесов начинают с рекогносцировочного обследования территории. Устанавливают границы изучаемой территории, выделяют зоны различной степени дигрессии (табл.15) с учетом классификации степени вытоптанности почв (табл.16). Следует учесть, что не все параметры изменения биогеоценоза могут совпадать с таковыми, приведенными в таблице 2.1, что связано с влиянием различных факторов: структуры фитоценоза, эдафических условий. В прилегающих не затронутых рекреацией участках выделяют фоновые территории, с

аналогичными типами леса и почвенными условиями. Намечаются места закладки пробных площадей основных разрезов, траншей.

Таблица 15

Стадии рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов  
(по Казанской и др., 1997)

Стадии дегрессии	Характеристика компонентов биогеоценоза
I	Ненарушенный лес с полным набором характерных для изучаемого типа леса видов растений, многочисленным разновозрастным подростом. В елово-широколиственных и широколиственных лесах на этой стадии дегрессии присутствуют эфемероиды.
II	Появляются тропинки, которые занимают ещё не более 5% площади. Начинается вытаптывание подстилки; опушечные растения проникают под полог леса.
III	Начинается изреживание верхнего полога, подроста, подлеска, увеличивается освещенность леса. Под пологом леса поселяются луговые и даже сорные виды растений. Почти нет всходов основных лесообразующих пород. Вытопанные участки занимают до 10 – 15 % площади; уменьшается значительно мощность подстилки.
IV	Лесной биогеоценоз приобретает специфическую структуру. Куртины с подростом и подлеском чередуются с полянами и тропинками. Поляны представляют переходные по нарушенности участки, где полностью разрушается подстилка, происходит задержание почвы, разрастаются луговые травы. Вытопанные участки занимают 15 – 20 % площади.
V	На большей части участка полностью отсутствуют подрост и травяной покров. Лишь пятна, фрагменты сорняков встречаются на этой стадии дегрессии (у приствольной части деревьев). Вытопанная площадь занимает 60 – 100 % территории. Сохранившиеся взрослые деревья – больные или с механическими повреждениями. У значительной их части корни обнажены и выступают на поверхность почвы.

Детальное обследование территории начинается с нанесения на картографическую основу (например, на выкопировку лесоустроительного планшета) границ участков различной дегрессии и определения их площади. Далее на выделенных участках дегрессии и фоновых ландшафтов закладывают пробные площади, где проводят полное (инструментальное) лесоводственно-таксационное описание фитоцено-



за, устанавливают состояние деревьев, зараженность их болезнями и вредителями. На каждой пробной площади исследуют структуру лесной подстилки, закладывают полные почвенные разрезы, траншеи для изучения варьирования показателей. Методом шаблонов проводят определение запасов подстилок, описывают морфологию почв, исследуют физические и водные свойства. Почвенные образцы отбирают через каждые 3–5 см, например, по глубинам 0-5 см, 5-10 см, 10-15 см.

Таблица 16

Классификация степени вытоптанности почв  
(Трапидо, 1974; Карпачевский и др., 1978)

Степени вытоптанности	Характеристика покрова
Первая	Средняя мощность подстилки больше 1 см, в травяном покрове преобладают лесные виды
Вторая	Средняя мощность подстилки меньше 1 см, в травяном покрове преобладают луговые и сорные виды
Третья	Подстилка и травяной покров отсутствуют

В качестве показателей мониторинга состояния почв, подверженных рекреационному воздействию, следует контролировать: плотность сложения почв, структурность, водопрочность агрегатов, мощность подстилки и верхних минеральных горизонтов, запасы органического вещества почв, содержание гумуса, кислотность почв (рН, обменную, гидролитическую), биологическую активность почв. При этом можно рекомендовать следующую периодичность наблюдений:

- состояние фитоценоза, площадей различных степеней дигрессии,
- плотность сложения почв, их кислотность, структура подстилки контролируется через 1-2 года;
- определение содержания гумуса, гранулометрического состава, структуры почв, водных свойств проводится через 3-5 лет.

Территории, подверженные рекреационному воздействию, расположенные возле берегов озер, рек и с наклонной поверхностью часто испытывают поверхностную или линейную водную эрозию. В связи с этим изучается степень эродированности почв (слабо- средне- и сильно смытые), определяется наличие и размеры промоин, оврагов.

Для изучения механизма восстановления деградированных почв на участках различной степени дигрессии целесообразна закладка

постоянных пробных площадей (10×20 м, 20×40 м), которые огораживаются и сохраняются на долгое время. Наряду с почвенно-экологическими исследованиями здесь изучают восстановление лесного фитоценоза.

На основе проведенных комплексных исследований составляются почвенная легенда и карта территории рекреации с указанием эродированных зон. Определяются допустимые рекреационные нагрузки, проектируется комплекс мероприятий по охране лесных экосистем. На основе проведенных почвенно-экологических исследований составляются карты деградированности почвенного покрова изучаемой территории.

### Контрольные вопросы

1. На какие категории делятся рекреационные леса? 2. Какие изменения происходят в компонентах лесного биогеоценоза при рекреационном воздействии? 3. Как влияет вытаптывание почвы на ее свойства? 4. Расскажите о методике исследования почвенного покрова рекреационных лесов. 5. Перечислите показатели мониторинга состояния почв, подверженных антропогенному воздействию. 6. Какие стадии дигрессии лесных биогеоценозов выделяют? Охарактеризуйте их. Назовите мероприятия по защите почв при физической деградации.

### **2.6. Мониторинг лесных земель при проведении лесосечных работ**

В последнее время на лесозаготовках все шире применяются высокопроизводительная техника, характеризующая большими габаритными размерами и нагрузкой на почву, что обуславливает меньшую сохранность лесной среды. К таким машинам относятся: валочно-трелевочные (ВМ-4А, ЛП-17, ЛП-49), валочно-пакетирующие (ЛП-19), трелевочные (ЛТ-157, ЛТ-154, ТДТ-55) и т.д. Применение тяжелой техники при заготовке леса приводит к физической деградации лесных почв, изменению их физико-механических, водно-физических и биохимических свойств. Сдвигается поверхностный, самый плодородный гумусовый горизонт почвы, уплотняются нижележащие горизонты. Это приводит к снижению общей порозности, ухудшению водопрочности

агрегатов. Резко уменьшается водопроницаемость почвы, увеличивается поверхностный сток, возрастает интенсивность процессов заболачивания и водной эрозии. Последнее возможно особенно при наличии уклона поверхности территорий лесосеки. Вместе с этим снижается активность микроорганизмов и ферментов почвы.

В то же время ряд исследователей отмечает, что при соблюдении лесоводственных требований к лесозаготовкам разрушение почвенного покрова происходит только в волоках, которые занимают 30 -40 % площади, и полезные функции леса нарушаются лишь частично. Отрицательные последствия действия лесозаготовительных машин более сильно проявляются при работах в летней сезон на тяжелых и влажных почвах, при передвижении валочных и трелевочных машин по всей площади разрабатываемой лесосеки.

Итак, при мониторинге состояния лесных почв лесозаготовок следует учесть следующие моменты:

- 1) не все лесозаготовительные машины и технологические процессы оказывают одинаковое воздействие на почвенный покров и лесовосстановительные процессы;
- 2) одни и те же машины вызывают неодинаковые последствия разных почвенно-экологических условиях и при различной технологии лесозаготовок.

В лесных предприятиях республик Марий Эл и Татарстана при проведении главного и промежуточного пользования широко применяется лесозаготовительная техника (ЛП – 19, ВМ – 4А, ТДТ – 55, ЛТ – 157, ЛХТ – 40 и т.д.). При трелевке леса используются также сельскохозяйственные машины с гусеничной (ДТ – 75) и колесной ходовой частью (МТЗ – 80, Т -150). При этом применяемые агрегаты в разных почвенно-грунтовых условиях оказывают различное воздействие на почвенный покров биогеоценозов.

На сегодняшний день критерием лесоводственной оценки используемой лесозаготовительной техники является степень сохранения подроста, его жизненность. Почвенные показатели оценки отсутствуют. Учет степени повреждения почвенного покрова лесосек не ведется. В связи с этим, на основе почвенно-экологических исследований необходима выработка почвенных критериев оценки экологической приемлемости применяемых машин, установление

степени деградации почвенного покрова лесосек, оценка влияния на их лесорастительные свойства.

Проведение мониторинга состояния лесных почв, подверженных воздействию лесозаготовительной техники, предусматривает решение следующих вопросов.

-Регистрация в каждом лесном предприятии региона территорий, где производились лесозаготовки с применением машин. Составляется карточка участка с указанием номера квартала и выдела, типа леса, вида рубки леса, объема заготовленной древесины, времени года, агрегатов и технологии лесозаготовок, почвенно-экологических условий. На основе рекогносцировочных исследований определяется степень нарушенности почвенного покрова.

-В основных типах лесных биогеоценозов с учетом различных сочетаний почвенно-грунтовых условий проводится подробные исследования изменения свойств почв при техногенном воздействии.

-На основе проведенных исследований составляется банк данных свойств почв, подверженных влиянию различных машин и технологий лесозаготовок. Выделяются территории слабой, средней и сильной степени деградации почвы.

-В различных типах лесных биогеоценозов закладываются стационарные площадки с целью изучения механизма восстановления почвенного покрова и влияния данных деградированных участков на процессы лесовосстановления.

-Выработка региональных критерий лесоводственной оценки машин и технологий лесозаготовок. Основной критерий – сохранность почвенного покрова и подроста, способность почвы и восстановлению. Рекомендовать оптимальные проекты с учетом сохранности стабильной экологической среды.

-Выделение участков леса, где применение тяжелых машин может привести к отрицательным (непоправимым) последствиям: заболачиванию, полной потере полноценного профиля редких почв, эрозионному смыву.

При мониторинге состояния почвенного покрова вырубок также проводится подготовительные работы, предусматривающие изучение имеющихся материалов на обследуемую территорию, выработку схемы отбора образцов почв, подготовку полевого оборудования.

Контролируемые показатели при мониторинге состояния лесных почв техногенного воздействия: степень минерализации, мощность горизонтов почв, структура лесной подстилки, плотность сложения, структура, общая порозность, водопроницаемость почв. Из физико-химических и биохимических показателей изучают: кислотность, количество обменных оснований, подвижных элементов, содержание гумуса, биологическую и ферментативную активность почв, наличие признаков оглеения. Устанавливают степень эродированности почвенного покрова (если имеется).

Для оценки изменений лесорастительных свойств почв и их влияния на рост и развитие деревьев целесообразно проведение следующих опытов. В колее и в междолевой пространство сажают сеянцы или саженцы ели (или сосны) и ежегодно оценивают их сохранность и интенсивность роста. Аналогичную работу производят на фоновых участках. Параллельно с лесоводственными исследованиями деревьев изучают процесс восстановления почвенных условий. Всё это позволит комплексно оценить степень деградации лесного биогеоценоза, почвенного покрова и экологическую приемлемость лесозаготовительной техники.

### Контрольные вопросы

1. Как изменяются свойства почв при воздействии на них тяжелых лесозаготовительных машин?
2. Какие механизированные агрегаты используются при проведении лесозаготовительных работ?
3. Назовите программу работ при мониторинге лесных земель, подверженных воздействию тяжелых машин.
4. Перечислите контролируемые показатели мониторинга состояния лесных почв техногенного воздействия.
5. На конкретном примере расскажите о почвенно-экологических исследованиях, проведенных на лесосеках.
6. Как, на Ваш взгляд, влияют почвенно-грунтовые условия местности на степень деградации лесного биогеоценоза при техногенном воздействии?
7. Как отражается технология лесозаготовок на степени деградации лесных почв?

## **2.7. Контроль за состоянием почвенного покрова лесных биогеоценозов в зоне влияния водохранилищ**

При решении проблемы окружающей среды и рационального использования земельных ресурсов необходимо изучение вопроса о состоянии земель, подтверждённых влиянию водохранилищ. В этих зонах происходит потеря не только ценных сельскохозяйственных угодий, но и лесных площадей. Наряду с физическим уничтожением плодородных почв и лесной растительности прекращается или ослабевают эстетические, санитарно – гигиенические функции лесных биогеоценозов. Усиливаются процессы эрозии береговой зоны, заболачивание земель, усыхания и гибели прибрежных лесов. Существенно может измениться климат как прилегающих территорий, так и региона в целом.

Водоохранилища оказывают влияние на режим грунтовых вод и ход процессов почвообразования. Различают прямое и косвенное влияние водохранилищ (Владыченский, 1958).

**П р я м о е** в л и я н и е водохранилище оказывается, в первую очередь, на уничтожении лесных земель в результате абразии. Это характерно крутым и обрывистым берегам, когда вследствие смывания нижнего грунта берегов обваливаются целые массы земли с древесной и кустарниковой растительностью. На более пологих берегах зону непосредственного влияния водохранилища делят на подзоны периодического затопления и подтопления (рис. 2).

Подзона периодического затопления находится непосредственно около уреза воды и большую часть вегетационного периода покрыта водой. Даже при снижении уровня воды в водохранилище грунтовые воды находятся на глубине 0,8 – 1,0 м.

Подзона подтопления – в зависимости от уровня воды в водохранилище грунтовые воды варьирует на глубине 0,8 – 1,8 м. При ровной поверхности территории возможна заболачивание.

**К о с в е н н о е** в л и я н и е водохранилища тесно связано с характером берегов, глубиной залегания водоупорного слоя, особенностями почвенного покрова и т.д. Оно заключается в подпоре водохранилищем поверхностного и грунтового стока и близком залегании в результате этого уровня грунтовых вод (рис. 2а). При этом



характерно заболачивание участка. Во втором случае (рис. 26) грунтовые воды залегают довольно глубоко (более 2м) и над ними распространяется зона капиллярного увлажнения на глубине 110 -120 см. Отмечены признаки оглеения в глубоких горизонтах почв.

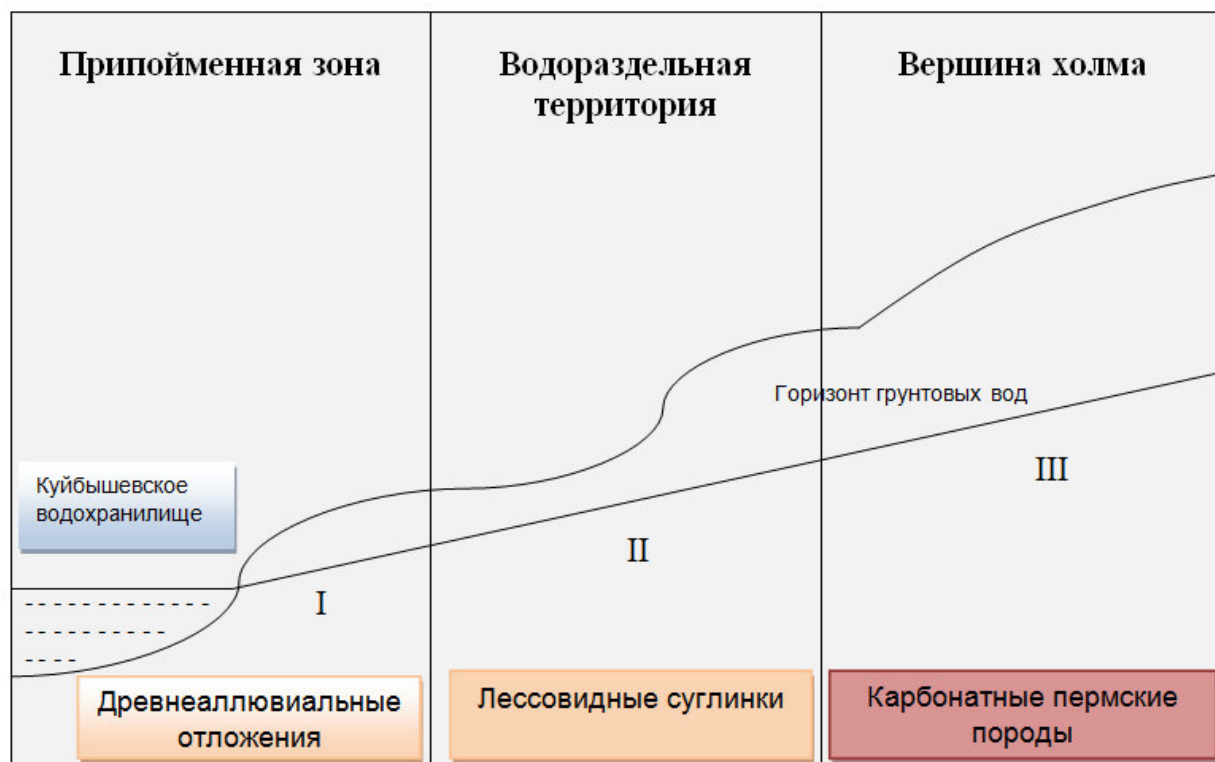


Рис.2. Зоны влияния водохранилища на прибрежные леса: I – прямого влияния; II – косвенного влияния; III – влияние не сказывается. Подзоны: а – периодического затопления; б – подтопления

Следует учесть, что границы между зонами довольно условны, в отдельные зоны (подзоны) могут совмещаться или вовсе отсутствовать.

Установлено, что влияние водохранилищ существенно при наличии пологих берегов с уклоном менее 0,01. Причем на тяжелых по гранулометрическому составу грунтах это влияние больше, чем на песчаных.

Повышенное увлажнение почв изменяет характер процессов почвообразования и почвенного покрова прилегающих территорий. По склону к водохранилищу в почвах усиливаются признаки глееватости.

Так, дерново-подзолистые почвы фоновых участков вниз по склону сменяются дерново-подзолистыми оглеенными в глубоких горизонтах (оглеение на глубине 110 – 120 см). Далее распространяются дерново-

подзолистые глееватые почвы (подзона подтопления) и дерново-подзолисто-глеевые (подзона затопления). Последующие 13 -14 лет дерново-подзолистые глеевые почвы эволюционировали в дерново-глеевые и дерново-глеевые оторфованные (Корневская и др., 1985). Это говорит о продолжении влияния водохранилища на процессы почвообразования прилегающих территорий и развитии этих процессов в направлении дальнейшего заболачивания. Интенсивность и дальность влияния водохранилищ на почвенные процессы зависит от характера берегов, геологического строения грунта, типа лесного биогеоценоза и почв, и т.д.

Подтопление почв приводит к развитию анаэробных процессов, что затрудняет минерализацию ежегодно поступающих в почву органических остатков. Это отражается на увеличении мощности органогенного горизонта ( $A_t$ ,  $A_0$ ,  $A_0A_1$ ), дифференциации лесной подстилки на подгоризонты  $A_0^I$ ,  $A_0^{II}$ ,  $A_0^{III}$ , особенно в хвойных биогеоценозах. Подстилка становится торфяной толщей. В подзонах периодического затопления и сильного подтопления на поверхности почв накапливается наилок мощностью 1 – 3 см, изменяются водно-физические свойства почв, особенно тяжелосуглинистых: повышается плотность, снижается порозность, ухудшается водопрочность структурных агрегатов. В минеральных горизонтах в нижней части профиля начинаются процессы оглеения. На легкосуглинистых дерново-подзолистых почвах существенных изменений при подтоплении не отмечено (Корневская и др., 1985).

Затопление лесных почв водами водохранилища сопровождается заметным изменением качественного состава гумуса, его содержания. Во многом направленность данных изменений зависит от состава и строения самой почвы, качества воды водохранилища, геологических условий местности, длительности влияния избыточного увлажнения. По исследованиям ученых, в составе молекул гуминовых кислот, затопленных почв снижается роль углерода и повышается роль азота, повышается доля наиболее ароматизированных гуминовых кислот.

Под влиянием вод водохранилища изменяются и физико-химические показатели почв, что особенно существенно при контакте кислых лесных почв и слабощелочных (или нейтральных) вод водохранилища. В последнем случае увеличивается значения pH, уменьшается

гидролитическая кислотность, повышается степень насыщенности основаниями. В карбонатных почвах подтопление приводит к выщелачиванию и понижению линии вскипания. В подзонах затопления и сильного подтопления, а также в мелководьях с повышением оглеения и заболоченности возрастает содержание подвижного железа, марганца. На этих же участках повышается количество подвижного фосфора и калия на фоне снижения величин окислительно-восстановительного потенциала. Вследствие воздействия водохранилища изменяется и солевой состав почв прилегающих территорий.

Из вышесказанного следует, что интенсивность и характер изменений процессов почвообразования в зонах влияния водохранилищ определяются конкретными литологическими и почвенно-экологическими условиями, рельефом местности.

Программа работ экологического мониторинга лесных земель прилегающих и водохранилищу территорий включает следующие этапы.

1. Выявляют площади лесных биогеоценозов, испытывающих воздействие водохранилища. В подготовительный период изучают имеющиеся материалы о факторах почвообразования, почвах и лесных биогеоценозах прилегающей к водохранилищу местности. Основой для проведения полевых работ являются топографические карты, планы лесонасаждений, планшеты, крупномасштабные почвенные карты. Важны комплексные биогеоценологические и геологические исследования территории до затопления водами водохранилища с проведением аэрофотосъемки территории. Результаты изысканий послужат базовыми данными для последующих сравнений и прогноза эволюции почв различной степени гидроморфности.

Полевое обследование почв начинается с рекогносцировочных работ на местности. Эффективен облет прилегающих прибрежных территорий сверху на самолётах или вертолётах с дополнительным обследованием берегов по воде (на лодках, катерах). Основное внимание уделяют пологим берегам, склонам с меньшим уклоном. В водохранилищах рассматриваемого региона это преимущественно левобережье. Почвенный покров крутых, обрывистых берегов не испытывают существенного влияния водохранилища (или вовсе не испытывает). Далее проводят наземное рекогносцировочное обследование местности вдоль берегов с выделением участков для дальнейшего детального

изучения, которые заносятся на картографическую основу. Объекты должны охватить различные типы лесных биогеоценоза с широким спектром почв и растительности.

2. На выбранных объектах перпендикулярно берегу закладывают почвенные профили, где проводятся следующие работы.

По программе-минимум:

- глазомерно выделяют зоны затопления, подтопления и косвенного влияния, проводят нивелировку местности;

- располагают ключевые участки с глазомерным описанием растительности и определением однородности почвенного покрова (прикопки, полуямы);

- закладывают по профилю основные разрезы с морфологической характеристикой почв. Особое внимание уделяют следующим признакам: мощности лесной подстилки и торфяного горизонта, выраженности элювиального и оглеенного слоя, уровню вскипания от карбонатов, наличию кремнеземистой присыпки, железомарганцевых конкреционных новообразований, охристых кутан;

- определяют физические свойства почв: гранулометрический и структурный состав, водопрочность агрегатов, плотность сложения, порозность;

- изучают физико-химические свойств органогенного горизонта и минеральной части почв: pH, обменные катионы, подвижные соединения железа и марганца ( в 0,1 в  $H_2SO_4$ ), фосфора и калия, содержание гумуса;

- определяют состав солей в воде водохранилища и в грунтовых водах.

Программа-максимум предусматривает заложение по профилю постоянных пробных площадей в различных лесных биогеоценозах, где дополнительно (к программе – минимум) проводят:

- инструментальное лесоводственно-таксационное описание фитоценозов, определение фауны элементов леса;

- закладку глубоких шурфов(колодцов) для наблюдения за уровнем грунтовых вод;

- почвенную съемку прилегающей территории;

- определение запасов и биохимического состава лесной подстилки, изучение качественного состава гумусовых веществ;

-определение микроморфологии и валового содержания основных элементов минеральной части;

-определение количественных показателей степени переувлажнения почв (Зайдельман, 1992).

3. Изучение в динамике почвенных показателей затопляемых и подтопляемых лесных земель. Частота измерений: уровня грунтовых вод и режима влажности почв – несколько раз весенне-осенний период; почвенных показателей – через 3 – 5 лет. В качестве контролируемых свойств используются характеристики окислительно-восстановительного и кислотного-основного режимов почв, степени их оглеенности и заболоченности, а также содержание и запасы в почве органического вещества. Для этого нужны постоянно действующие биогеоценотические станции.

4. Итогом экологического мониторинга лесных земель, подверженных влиянию водохранилищ, является составление карт почвенного покрова с выделением следующих категорий: постоянно затопленные земли, периодически затопляемые, слабо-, средне- и сильно подтопляемые почвы, а также земли косвенного влияния. Составляются почвенные легенды с полной характеристикой каждой зоны, результаты вводятся в банк данных, вырабатываются мероприятия по защите плодородных лесных земель.

### Контрольные вопросы

1. Что такое прямое и косвенное влияние водохранилища на лесные биогеоценозы? 2. Назовите зоны и подзоны влияния водохранилища на прилегающие территории. 3. Как сказывается избыточная увлажненность на изменении морфологических признаков почв? 4. Как изменяется оглеенность почвенного профиля по склону к водохранилищу? 5. Зависят ли от состава воды водохранилища физико-химические показатели почв прилегающих биогеоценозов? 6. Перечислите контролируемые почвенные показатели мониторинга состояния затопляемых и подтопляемых почв.

## 2.8. Исследование нефтезагрязнённых лесных почв

Увеличение добычи и переработки нефти, особенно при несоблюдении технологии производства и в аварийных случаях, негативно отражается на состоянии окружающей среды, в том числе и почвенного покрова лесных ландшафтов. Наряду с отторжением земель под строительство нефтяных сооружений происходит химическое загрязнение лесных почв путем выбросов нефтяной жидкости из скважин, инфильтрации из поврежденных труб, вследствие аварийных разливов нефтепродуктов из хранилищ и резервуаров и т.д. Почвы могут загрязняться также сточными и подземными водами, газовыми выбросами. Непосредственно на почвы оказывают влияние углеводороды (парафиновые и нефтяные) и их производные, а также в определенных случаях сероводороды (при повышенном содержании серы и нефти).

Нефтяное загрязнение сказывается на изменении морфологических, биологических, водно-физических и физико-химических свойств лесных почв. Степень и направление воздействия зависит как от химического состава и количества нефтепродуктов, так и от природно-климатических условий региона, типа лесного биогеоценоза и свойств самих почв, характера лесной подстилки. Покрывая поверхность почвы вязкой нефтяной жидкостью или газообразными аэрозолями, данный вид загрязнения изменяет морфологические и физические свойства почв. Лесная подстилка и верхний гумусовый горизонт насыщаются более вязкими компонентами нефти, изменяясь в окраске и сложении. Различные минерализованные воды проникают в нижележащие горизонты почвенного профиля, что более свойственно грунтам легкого гранулометрического состава. Мощные грубогумусовые хвойные подстилки и торфяные горизонты обладают относительно высокой емкостью поглощения нефтепродуктов. В верхних горизонтах уменьшается порозность, повышается плотность сложения. В нефтезагрязненных почвах, по мнению ученых, резко увеличивается гидрофобность верхних горизонтов.

Нефтяные воды существенно изменяют и физико-химические свойства почв. Так, насыщенные солями натрия нефтяные воды заметно подщелачивают кислые почвы, изменяют окислительно-



восстановительные условия среды (Солнцева и др., 1985). В зависимости от дозы и времени влияния нефтяных вод в нефтезагрязненных почвах отмечено уменьшение количества подвижных соединений фосфора и калия. Вследствие влияния нефтепромысловых сточных вод уменьшается плодородие почв, нередко происходит их засоление.

В почвенной среде начинается разложение нефтепродуктов (минерализация и частичное окисление). Например, под влиянием углеводов повышается деятельность азотофиксирующих бактерий, а также сульфатвосстанавливающих. При больших дозах нефти деятельность живых организмов угнетается, изменяется видовой состав некоторых групп почвенных микроорганизмов, что особенно типично, по мнению ученых, в начальный период загрязнения. Низкие концентрации нефти благоприятно сказываются на жизнедеятельность почвенной биоты. При высоких концентрациях нефти (фонтанирование из скважин, аварийные разливы) на поверхности почвы образуется пленка. Она ухудшает лесорастительные свойства почв и оказывает прямое негативное воздействие на рост и развитие растений, перекрывая доступ кислорода к корням.

В рассматриваемом регионе воздействию нефти и нефтепродуктов могут подвергаться лесные земли юго-востока Республики Татарстан, где происходит интенсивная добыча нефти. Здесь распространены естественные дубовые, липовые, березовые и осиновые фитоценозы, а также искусственные сосновые насаждения с серыми лесостепными, коричнево – бурыми лесными почвами, черноземами и рендзинами. Механизм влияния нефтезагрязнителей на свойства этих биогеоценозов изучен слабо и требует серьезных комплексных исследований, что важно для прогноза изменений почвенных показателей во времени и эволюции почвенного покрова.

При подготовке к мониторингу лесных почв, подтвержденных воздействию нефти и нефтепродуктов, как правило, изучается имеющийся материал о растительном почвенном покрове, литологических и гидрогеологических условиях объекта исследования. Подробно изучается информация о количестве и составе нефтезагрязнителей, длительности их воздействия. Для проведения полевых почвенных работ подготавливается картографическая основа (топографические карты, планы лесонасаждений, планшеты).

Полевые работы начинаются с рекогносцировочного обследования территории и установления площади загрязнения. Можно рекомендовать выделение зон слабого, среднего и сильного загрязнения. Важно установить уклон местности, наличие овражной сети, так как часть нефти выносится за пределы площади загрязнения естественными водными потоками.

Детальное исследование нефтезагрязнения проводится на постоянных и временных пробных площадях, которые создаются по зонам загрязнения с охватом различных типов лесных биогеоценозов. Постоянные пробные площади закладываются на продолжительное время 5 -15 лет, временные – для изучения в течение весенне-летнего сезона одного года. Последние предназначены для получения дополнительной информации о степени загрязнения и аспектах влияния нефти в различных фитоценозах.

На пробных площадях параллельно с лесоводственно-таксационным описанием растительности, установлением состояния древостоя детально изучают нефтезагрязненный почвенный покров. В качестве диагностических показателей выступают:

- морфологические свойства (структура и сложение лесной подстилки, структурность гумусового горизонта, наличие карбонатных и железистых плотных слоев – геохимических барьеров, характер кутан);
- физические свойства (гранулометрический и структурный состав, плотность сложения верхних горизонтов, естественная влажность и МГВ);
- физико-химические свойства (ОВП,  $pH_{\text{вод}}$ ,  $pH_{\text{сол}}$ , обменные Са, Mg, N, Al, питательные элементы: азот, фосфор, калий, содержание и состав органического вещества с определением водорастворимого углерода, количество серы);
- химический состав органических соединений, содержание углеводов в почве, спектральная отражательная способность почв;
- биологическая и ферментативная активность почвы, видовой состав почвенных микроорганизмов;
- водорастворимые соли почвы и состав солей грунтовых вод.

Для контроля степени загрязнения в аналогичных лесных биогеоценозах фоновых участков проводятся такие же исследования.

## Контрольные вопросы

1. Как влияет нефтяное загрязнение на почвенный покров? 2. На каких свойствах почв отражается воздействию нефтяных вод? 3. Какие, на Ваш взгляд, исходные показатели лесных почв определяют степень влияния нефтепродуктов? 4. Как отразится на состоянии лесного биогеоценоза загрязнение почвенного покрова нефтяной жидкостью? 5. Назовите диагностируемые показатели нефтезагрязненных почв.

### **2.9. Загрязнение почв лесных экосистемы пестицидами, удобрениями и промышленными отходами**

Широкое применение пестицидов и удобрений в лесном хозяйстве страны, особенно в питомниках и на лесокультурных площадях, позволяет выращивать качественный посадочный материал, успешно бороться с вредителями и болезнями древесных и кустарниковых пород. Используемые препараты (особенно пестициды) зачастую являются сильнодействующими химическими веществами, что может негативно отразиться на свойствах и составе лесных почв.

Пестициды (гербициды, фунгициды, арборациды, инсектициды и др.), применяются для борьбы с сорняками и болезнями в посевном и школьном отделениях питомниках. В молодняках они используются для уничтожения нежелательной кустарниковой и древесной растительности и в древостоях для борьбы с энтомовредителями. Наряду с выполнением полезных функций пестициды накапливаются в растениях и почвах, уничтожают сообщества полезных животных и птиц. С продуктами различного рода они попадают в организм человека и служат причиной болезней. Накапливаясь в почвах, пестициды могут сохраняться в ней до десятков лет, что в дальнейшем отразится на изменении продуктивности, видового состава лесной растительности, направленность процессов почвообразования.

Основная масса пестицидов закрепляется в пахотном слое (лесной питомник) или в лесной подстилке и гумусовом слое (лесокультурная площадь). В то же время биоциды могут мигрировать по профилю почвы с почвенным раствором, а по горизонтали – с поверхностным стоком. Пестициды часто адсорбированы коллоидной фракцией почвы.

Передвижение их тесно связано с физико-химическими свойствами и водным режимом почв. Попадая в почву, пестициды изменяют состав микроорганизмов, условия минерализация органического вещества, азотно-фосфорный режим, кислотно-основные свойства почв, процессы нитрификации, гумусообразования. В смешанных молодняках на дерново-подзолистых почвах суглинистого и супесчаного гранулометрического состава применение арборицидов оказало положительное влияние на процесс нитрификации и целлюлозоразрушающую способность почвы (Блиев., Мартынов, 1978). В то же время использование пестицидов на местностях со значительным уклоном и в больших дозах может привести к уничтожению напочвенного покрова, тем самым к эрозии и снижению плодородия лесных почв. Параллельно с насыщением почв остаточным количеством пестицидов происходит загрязнение их тяжелыми металлами, находящимся часто в составе применяемых химических соединений.

Пестициды в почвах подвержены разложению, в котором огромную роль играют микроорганизмы. В этом процессе возможна потеря токсических свойств биоцидов. При определенных условиях, наоборот, могут образоваться ядовитые вещества. Поэтому для разработки мер по охране почв, критериев нормирования содержания пестицидов важно всестороннее исследование характера поведения их в почвах, длительности токсичности в возможных превращениях.

Загрязнение почвенного покрова может происходить избытком минеральных удобрений. С развитием агропромышленного комплекса потребление удобрений в 21 веке увеличится. Отрицательные последствия вызывают миграции неиспользованных остатков в почвах и природных водах. Особенно это касается азотных удобрений, которые обладают хорошей растворимостью. Избыточный азот в почве накапливается в нитратной форме, который, попадая в продукты питания по различной пищевой цепи, вызывает болезни у людей. Нитраты легко вымываются почвенными водами, попадают в грунтовые. В результате денитрификации азотные соединения выделяются в атмосферу, что приводит к опасности разрушения озонового экрана Земли («парниковый эффект»). В воде токсичен и неионизированный аммиак. Аммонийный азот препятствует хлорированию воды при

высоких концентрациях. Вымывание азота быстрее происходит в почвах песчаных и супесчаных, с промывным водным режимом.

Использование больших доз калийных и фосфорных удобрений также негативно сказывается на экологии почв и растительности. Применение хлористого калия приводит к накоплению хлора, который неблагоприятен для растений. В кислых почвах ион хлора подкисляет среду, усиливает элювиальные процессы. Фосфорные удобрения поверхностными водами интенсивно поступают в озера, реки, водохранилища, вызывая эвтрофикацию водоемов. Значительная часть фосфора минеральных удобрений поглощается почвой, образуя с кальцием, железом, алюминием труднорастворимые фосфаты. С минеральными удобрениями в почву поступают и вредные микроэлементы – фтор, кадмий, радий, торий и т.д.

В последнее время внимание ученых все больше привлекает проблема утилизации различных промышленных отходов, сточных вод. Это нашло отражение в самых разнообразных экспериментах по использованию химических соединений, промышленных отходов в сельском и лесном хозяйствах. Отходы целлюлозно-бумажного и гидролизного производства, городские сточные воды стали применяться в виде компостов и смесей в лесных питомниках, на лесокультурных площадях, выполняя роль органических удобрений. Внесение таких органо-минеральных компонентов в почвы, по исследованиям ученых (Федорец и др., 1983), вызывает существенные изменения водно-физических и физико-химических свойств почв. Так, в легких подзолистых почвах уменьшается кислотность, усиливаются процессы гумификации, снижается кислотность сложения, почвы обогащаются подвижными соединениями фосфора и калия, приобретают большую влагоемкость. Компосты из осадков сточных вод и низинного торфа повышают водоудерживающую способность дерново-подзолистой почвы (Романов и др., 1991), увеличивают ее биологическую активность, содержание элементов питания. Однако на таких лесных участках почвы подвергаются загрязнению тяжелыми металлами и вредной бактериальной микрофлорой.

Таким образом, использование пестицидов, удобрений и отходов промышленности при выращивании лесопосадочного материала и культур может негативно отразиться на экологии лесных земель с

самыми непредсказуемыми последствиями. Каждый тип лесного биогеоценоза со своим почвенным покровом будет по-своему реагировать на эти изменения. С учетом этого требуется дальнейшая разработка экономически и экологически обоснованных технологий применения химических средств в конкретных почвенно-грунтовых условиях, что возможно лишь при глубоких комплексных исследованиях.

Контролируемые объекты – это постоянные лесные питомники, лесокультурные площади, экспериментальные участки, где ведутся исследования по применению в качестве удобрений промышленных отходов и осадков сточных вод.

В подготовительный период изучается имеющийся материал о физико-географических, почвенно-грунтовых условиях исследуемых участков. Накапливается и обрабатывается информация о химическом составе, количестве и длительности применения химически загрязняющего вещества (ХЗВ).

На лесокультурных площадях целесообразно закладывать постоянные и временные пробные площади. Первые позволяют получать информацию об изменениях свойств почв и растительности во времени. Временные пробные площади дают дополнительные сведения о пространственной вариации почвенных показателей. На питомниках, вследствие ежегодной (или раз 2 года) переработки верхнего слоя почвы и внесения пестицидов, удобрений, мониторинг почв отличается своей спецификой, близкой к мониторингу агроценозов.

Важная задача – выбор фоновых территорий. Учитывая сильную вариацию свойств почв, особенно биохимических, в пространстве и во времени, Гришина Л.А. с соавторами (1991) предлагают «контрольные» значения свойств почв получать методом математического моделирования (при загрязнении пестицидами). Такой подход, на наш взгляд, приемлем для сельскохозяйственных угодий, где важно обнаружить малые количества пестицидов и где имеется прямой их доступ к продуктам питания. Аналогичную методику можно использовать при почвенном мониторинге лесных питомников. На лесокультурных площадях мы все же рекомендуем отвод фоновых территорий со сходным растительным и почвенным покровом. Важно учесть долгий период произрастания древесных пород на одном и том



же месте, естественный профиль лесных почв. Поэтому остаточные количества пестицидов и тяжелые металлы от промышленных и бытовых отходов на лесных площадях проходят более долгий путь во времени, пока войдут в пищевую цепь человека. В определенных случаях (сенокосные угодья, посевы люпина в междурядьях культур, заготовка грибов, ягод) эта цепь может быть укорочена.

В полевых условиях на пробных площадях проводится лесоводственно-таксационная характеристика фитоценоза (в основном молодняк), закладываются почвенные разрезы для изучения вертикальной миграции ХЗВ. Наряду с морфологическим описанием профиля (с указанием почвенно-геохимических барьеров), отбираются образцы почв для лабораторного анализа. Для оценки пространственного загрязнения почвенного покрова отбираются исходные пробы почв. Предлагается сформировать исходную почвенную пробу из 20-30 индивидуальных образцов (Агаев, 1989) из пахотного слоя 0-20 см. Рекомендуем следующие систему отбора почвенных образцов:

1) в лесных питомниках – отбор индивидуальных образцов по полям севооборотов (сеянцы 1-го года, сеянцы 2-го года и т.д.) в слоях 0-10 и 10-20 см, по линии диагонали;

2) на лесокультурных площадях – отбор образцов рекомендуется проводить в двух вариантах: а) по диагонали поля через определенное расстояние, с разделением на междурядное пространство и на зоны в ряду деревьев; б) по полосам посадки через определенное расстояние, также с разделением на междурядное пространство и на зоны в ряду.

Для получения достоверных показателей и выявления закономерностей варьирования их в пространстве целесообразно проведение индивидуальных анализов (по возможности), с вычислением среднестатистических величин. На лесных площадях отбор образцов проводится по горизонтам: АО, АОА1, А1, А1А2 или А2.

Диагностируемыми показателями при мониторинге лесных земель, подверженных загрязнению ХЗВ, являются:

– морфологические признаки и водно-физические свойства при использовании промышленных отходов и осадков сточных вод (плотность сложения и влажность верхних горизонтов, влагоемкость, структурность);

- физико-химические свойства (рН, гидролитическая кислотность, обменные кальций, магний, алюминий, подвижные фосфор и калий, состав водной вытяжки, содержание углерода и тяжелых металлов);
- биологическая и ферментативная активность почв, нитрификационная способность, скорость разложения целлюлозы;
- содержание остаточных пестицидов и нитратного азота;
- гумусное состояние почв (Орлов, Гришина, 1978);
- количество ХЗВ в грунтовых водах.

Исследуются также на содержание химических веществ растительные образцы: живой напочвенной покров, хвоя и листья деревьев. Предлагается использовать такой показатель, как реградационная способность почв (Айер, Уайльд, 1976), показывающий способность почв к детоксикации гербицидов:

$$Re = 0,01 \times \Gamma \times K_a,$$

где  $Re$  - реградационная способность почвы (условные единицы);  $\Gamma$  - содержание гумуса (%); Каталазная активность почвы ( $O_2$  см<sup>3</sup>/г.мин).

Известно, что мониторинг уровня накопления в почвах тяжелых металлов и пестицидов является сложной задачей. Методы определения должны обладать высокой чувствительностью, хорошей воспроизводимостью, простотой и автоматизацией измерений. Полученные данные обрабатываются с использованием современных математических методов и ЭВМ. При определении пестицидов, углеводородов нефти широко используется методгазожидкостной хроматографии, а тяжелых металлов – атомно-абсорбционный анализ.

### Контрольные вопросы

1. С какой целью применяются в лесном хозяйстве пестициды, удобрения и различные промышленные отходы? 2. В чем заключается негативное влияние пестицидов на почвы и растения? 3. Как происходит загрязнение природной среды минеральными удобрениями? 4. Расскажите о влиянии осадков сточных вод и отходов производства на почвенной покров? 5. Какие моменты необходимо учитывать при организации контроля состояния лесных почв, подтверждённых воздействию ХЗВ? 6. Назовите диагностируемые показатели при мониторинге лесных земель, подверженных загрязнению различными химическими веществами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесные почвы выполняют различные экологические функции в биосфере: являются субстратом для произрастания растений, снабжают их элементами питания, служат важными поглотителями многих химических загрязняющих веществ природы, участвуют в регулировании концентрации газового состава приземных слоев атмосферы. Почва является фактором формирования биологического разнообразия лесной растительности. Почвенные ресурсы – это очень легко повреждаемый и разрушаемый компонент биосферы. При относительно слабых изменениях свойств почва способна самовосстанавливаться, что особенно свойственно лесным экосистемам. Более длительные и глубокие повреждения почвенного покрова могут привести к его химическому загрязнению, физической деградации или полному уничтожению, что, в свою очередь, отражается на устойчивости лесных сообществ и здоровье людей.

Почва требует самого бережного, научно обоснованного использования и охраны. Последнее возможно при всестороннем изучении почв и постоянном контроле за её состоянием. Важно выявить пределы устойчивости каждого типа почв лесных биогеоценозов к различным антропогенным воздействиям и своевременно реагировать на существенные изменения почвенных показателей. Экологический мониторинг лесных земель позволит оценить состояние почв лесов, прогнозировать их развитие как в естественных условиях, так и при антропогенном вмешательстве, глубже понять внутренние закономерности жизни лесных сообществ, расширить знания об окружающей среде.

Результаты исследований, приведённые в учебном пособии, являются научной основой при разработке мероприятий, направленных на сохранение почвенных разновидностей в условиях Среднего Поволжья, биологического разнообразия растений, повышение устойчивости и продуктивности лесных фитоценозов. Продуктивные зеленые насаждения в природных ландшафтах и урбанизированных территориях эффективно выполняют разнообразные экологические функции.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

Аммосова, Я.М. Охрана почв от химических загрязнений/ Я.М.Аммосова, Д.С.Орлов, Л.К.Садовникова. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 96 с.

Бобровский, М.В. Лесные почвы Европейской России: биологические и антропогенные факторы формирования / М.В.Бобровский. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 359 с.

Вадюнина, А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физиче-ских свойств почв/А.Ф.Вадюнина, З.А.Корчагина.-3-е изд., перераб. и доп.– М.:Агропромиздат, 1986.-416 с.

Влияние атмосферного загрязнения на свойства почв/ Под ред. Л.А.Гришиной. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 205 с.

Воробьева, Л.А. Химический анализ почв: Учебник/ Л.А.Воробьева. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.

Газизуллин, А.Х. Почвообразование, почвы и лес: Монография/ А.Х.Газизуллин. – Казань: РИЦ «Школа», 2005. – 540 с.

Газизуллин, А.Х. Почвенно-экологические условия формирования лесов Среднего Поволжья. Т.1: Почвы лесов Среднего Поволжья, их генезис, систематика и лесорастительные свойства: Научное издание/ А.Х.Газизуллин. – Казань: РИЦ «Школа», 2005. – 496 с.

Ганжара,Н.Ф. Практикум по почвоведению/Н.Ф.Ганжара, Б.А.Борисов, Р.Ф.Байбеков.; Под ред. Н.Ф.Ганжары. - М.: Агроконсалт, 2002. - 280 с.

Герасимова, М.И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие / М.И.Герасимова, М.Н.Строганова, Н.В.Можарова, Т.В.Проковьева. Под редакцией академика РАН Г.В.Добровольского. - Смоленск: Ойкумена, 2003. - 268 с.

Герасимова, М.И. География почв России. Учебник. / М.И. Герасимова. МГУ имени М.В.Ломоносова (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова). 2007. - 312 с.

Гогмачадзе, Г.Д. Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации/ Г.Д.Гогмачадзе. МГУ имени М.В.Ломоносова(Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова). 2011.–272с.

Гришина, Л.А. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга/ Л.А.Гришина, Г.Н.Копчик, Л.В.Моргун. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 82 с.

Добровольский, Г.В. География почв: Учебник / Г.В.Добровольский. МГУ имени М.В.Ломоносова (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова). 2006. – 460 с.

Добровольский, Г.В. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия / Г.В.Добровольский, И.Ю.Чернов (отв.ред.). М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011.-273 с.

Добровольский, Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв: Учебник / Г.В.Добровольский, Е.Д.Никитин.-2-е изд., уточн. и доп. - М.: Издательство Московского университета, 2012.-412 с.

Добровольский, Г.В. Охрана почв: Учебник/ Г.В.Добровольский, Л.А.Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 224 с.

Зайдельман, Ф.Р. Естественное и антропогенное переувлажнение почв (Деградация, использование и охрана)/ Ф.Р.Зайдельман. – С.– П.:Гидрометеиздат,1992.–228 с.

Зайдельман, Ф.Р. Мелиорация почв: Учебник / Ф.Р.Зайдельман. МГУ имени М.В.Ломоносова (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова). 2003. – 448с.

Зайдельман, Ф.Р. Генезис и деградация чернозёмов Европейской России под влиянием переувлажнения. Способы защиты и мелиорации/ Ф.Р.Зайдельман, Л.В.Степанцова, А.С.Никифорова, В.Н.Красин, С.Б.Сафронов, Т.В.Красина. - Воронеж: Кварта, 2013. - 352 с.

Звягинцев, Д.Г. Биология почв: Учебник / Д.Г.Звягинцев МГУ имени М.В.Ломоносова (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова). 2005. – 445 с.

Зонн, С.В. Изучение почвы как компонента биогеоценоза // Программа и методика биогеоценологических исследований/ С.В.Зонн, Н.И.Базилевич. – М.: Наука, 1966. – С. 229 – 268.

Ермолаев, О.П. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ//Под редакцией профессора О.П.Ермолаева / Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. – Казань: «Слово». – 2007. – 411 с.

Карпачевский, Л.О. Лес и лесные почвы/ Л.О.Карпачевский.– М.:Лесная промышленность, 1981.–264 с.

Карпачевский, Л.О. Экологическое почвоведение / Л.О.Карпачевский. - М.: ГЕОС, 2005. – 336с.

Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И.Кирюшин. - СПб, КВАДРО, 2013. - 680 с.

Ковда, В.А. Основы учения о почвах / В.А.Ковда– М: Наука, 1975.– Кн.1– 448 с.; Кн.2.– 468 с.

Копосов, Г.Ф. Определение в почвах содержания азота, фосфора и калия: учебно-методическое пособие/ Г.Ф.Копосов. – Казань:Казан.ун-т, 2011.-362 с.

Красная книга почв Республики Татарстан / А.Б.Александрова, Н.А.Бережная, Б.Р.Григорьян, Д.В.Иванов, В.И.Кулагина. Под ред.Д.В.Иванова.-1-е изд.-Казань:Изд-во «Фолиант» 2012.-192 с.

Почвоведение. Учеб.для ун-тов. В 2 ч. / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч.1. Почва и почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. – М.: Высш. шк., 1988. – 400 с.

Почвоведение. Учеб.для ун-тов. В 2 ч. / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч. 2. Типы почв, их география и использование / Л.Г.Богатырёв, В.Д. Васильевская, А.С. Владыченский и др. – М.: Высш. шк., 1988. – 368 с.

Сабилов, А.Т. Мониторинг лесных земель: Учебное пособие / А.Т. Сабилов, А.Х. Газизуллин. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1996. - 72 с.

Сабилов, А.Т. Экологические факторы формирования фитоценозов Среднего Поволжья: Учебное пособие/А.Т.Сабилов, А.Х.Газизуллин. Казань: Изд-во «ДАС», 2001. – 101 с.

Сабилов, А.Т. Основы экологического мониторинга природных ландшафтов: Учебное пособие/ А.Т. Сабилов, В.Д Капитов., И.Р. Галиуллин, С.Н. Кокутин. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2009. – 68 с.

Соколова, Т.А. Изменение почв под влиянием кислотных выпадений: Учебное пособие/ Т.А.Соколова, Т.Я.Дронова. – М.:Изд-во МГУ, 1993. –64 с.

Ступин, Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления: Учебное пособие /Д.Ю.Ступин. - СПб.: Издательство "Лань", 2009. - 432 с.

Ульданова Р.А. Леса правобережья реки Волги Республики Татарстан/Р.А.Ульданова, А.Т.Сабилов. -Казань: Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2016. – 208 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	6
1.1.Систематический список лесных почв центральных районов Среднего Поволжья .....	6
1.2.Подзолистые почвы.....	9
1.3.Серые лесные почвы .....	21
1.4.Коричнево-бурые лесные почвы.....	29
1.5.Бурые лесные почвы.....	38
1.6.Рендзины .....	44
1.7.Аллювиальные почвы .....	50
2.ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЧВ	55
2.1.Задачи мониторинга почв лесных биогеоценозов .....	55
2.2.Организация мониторинга лесных земель .....	56
2.3.Проведение фонового мониторинга лесных почв .....	61
2.4.Контроль за состоянием лесных почв при промышленном загрязнении .....	65
2.5.Контроль за состоянием почв при рекреационном воздействии	67
2.6.Мониторинг лесных земель при проведении лесосечных работ	72
2.7.Контроль за состоянием почвенного покрова лесных биогеоценозов в зоне влияния водохранилищ .....	76
2.8.Исследование нефтезагрязнённых лесных почв .....	82
2.9.Загрязнение почв лесных экосистемы пестицидами, удобрениями и промышленными отходами .....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	92

**Сабиров Айрат Тагирзянович**

**Ульданова Раиля Анасовна**

**ПОЧВЫ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ  
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Учебное пособие для студентов по направлениям подготовки  
35.04.01 Лесное дело и 35.04.09 Ландшафтная архитектура

Формат 60x84/16. Тираж 100.

Подписано к печати 25.05. 2018 г.

Печать офсетная. Усл. п.л. 6,0

Заказ 174

Издательство КГАУ/ 420015, г. Казань, ул. К.Маркса, д. 65

Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД № 06342 от 28.11.2001 г.

Отпечатано в типографии КГАУ

420015 г. Казань. ул. К. Маркса, д. 65

Казанский государственный аграрный университет