

**А.Т.Сабиров, Р.А.Ульданова**

**ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ  
И ПОЧВ**

Kazan State Agrarian University

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**

## **ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ И ПОЧВ**

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

Казань 2018

**УДК 630.181.343:631.95**

Саби́ров А.Т., Ульда́нова Р.А. Взаимовлияние лесных фитоценозов и почв. 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.

Приведена программа и методика проведения комплексных исследований в лесных биогеоценозах. Взаимовлияние фитоценозов и почв описаны на примере лесных формаций Среднего Поволжья. Дана характеристика лесной подстилки ельников и пихтарников. Показана сопряженность темнохвойных биогеоценозов с почвенными разновидностями. Описано влияние прибрежных фитоценозов на почвы. Дана лесорастительная оценка почв. Приведены принципы рационального использования лесных земель, рассмотрены вопросы охраны почв лесных экосистем. Учебное пособие предназначено 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.

© Саби́ров А.Т., Ульда́нова Р.А. 2018 г.

© Казанский государственный аграрный университет, 2018 г.

## ВВЕДЕНИЕ

В природных ландшафтах важнейшими составляющими являются лесные биогеоценозы, все компоненты которых находятся в тесном взаимодействии. Изучение взаимосвязи между компонентами природных экосистем позволяет понять экологию окружающей среды, условия развития живых организмов, выявить существующие закономерности внутри биогеоценозов. Деятельность лесоводов направлена на непрерывное повышение продуктивности лесов, рациональное пользование лесных ресурсов, сохранение биологического разнообразия лесных насаждений и их экологических функций.

С позиции практики природопользования важно изучение влияния почвенно-экологических условий на развитие и продуктивность зелёных насаждений в конкретном районе. Целесообразно исследование и обратной связи — воздействия фитоценозов на почвенные показатели. Следует правильно оценить плодородие почв, что важно при создании лесных культур, зелёных насаждений в урбанизированных территориях. Специалистам в области лесного хозяйства и озеленения необходимы всесторонние знания об экологии лесных биогеоценозов, почвенно-экологических условиях, оптимальных для произрастания фитоценозов. Это позволит им в производственных условиях разработать эффективные мероприятия, направленные на формирование продуктивных лесов. Будущие специалисты должны уметь увязывать выполнение задач производства с соблюдением экологических требований.

В учебном пособии рассматриваются вопросы взаимовлияния почв и растительности в лесных экосистемах. Представлены методики проведения биогеоценологических исследований в лесах. Взаимовлияние фитоценозов и почв описаны на примере лесных формаций Среднего Поволжья. В пособии приведена характеристика горизонта АО еловых и пихтовых биогеоценозов. Описано биоразнообразие растений темнохвойных лесов, влияние прибрежных фитоценозов на почвы, дана оценка лесорастительных свойств почв. Представлены принципы рационального использования лесных земель, рассмотрены вопросы охраны почв лесных биогеоценозов. Учебное пособие предназначено для студентов и научных работников, специализирующихся в области лесного дела, ландшафтной архитектуры, природопользования.

## 1. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОЧВ И ФИТОЦЕНОЗОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Изучение взаимосвязи между растительностью и почвами, оценка плодородия земель являются важнейшими вопросами почвоведения, растениеводства, лесоведения и экологии. Это позволяет решать практические задачи в сельском и лесном хозяйствах. В данной работе нами рассмотрены вопросы взаимосвязи почв и растительности в лесных биоценозах и агроэкосистемах.

**В лесных экосистемах** решению вышеизложенной проблемы посвящены работы таких видных исследователей природы, как Г.Ф.Морозова (1949), В.В.Гумана (1911,1917), А.Я.Гордягина (1921), И.В.Тюрина (1922), Крюденера (1916), В.Н.Сукачева (1930, 1972), М.Е.Ткаченко (1952), С.В.Зонна (1954,1956,1959,1995), А.Х.Газизуллин (1990,1993), А.Х.Газизуллина, А.Т.Сабилова, А.З.Нагимова (1996), А.Р.Чистякова и А.К.Денисова (1958,1959), П.С.Погребняка (1955), Б.Д.Зайцева (1931,1964), В.Д.Зеликова (1971), Ю.А.Орфанитского (1963), В.Н.Смирнова (1965), Л.О.Карпачевского (1981), О.Г.Чертова (1981), Е.С.Мигуновой (1993) и др.

Взаимосвязь леса с почвой рассматривается в аспекте изучения закономерностей связи между климатом, рельефом, геологическим строением местности, почвообразующей породой, почвой и растительностью. Эта связь сложная и многогранная как по процессам, так и по участвующим в них компонентам. Основы изучения взаимоотношений леса и почвы были заложены В.В.Докучаевым (1899), открывшим общий закон зональности природы. Здесь в основу выделения природных зон был положен почвенно-растительный комплекс. Большой вклад в исследование взаимосвязи между лесной растительностью и географической средой внес Г.Ф.Морозов (1949). Почвенно-грунтовые условия Г.Ф.Морозов относил к важнейшим факторам среды, которые определяют жизнь и формы леса.

Зависимость формирования состава и продуктивности лесных насаждений от почвенно-экологических условий целесообразно устанавливать на различных уровнях: региональном, зональном, в пределах лесохозяйственного предприятия, лесного массива (Газизуллин, 1993). Важным является выявление устойчивости лесных

экосистем в различных почвенно-грунтовых условиях. При этом основной единицей исследования является тип лесного биогеоценоза (или тип леса), характеризующийся однородностью лесорастительных условий и одинаковым составом основных компонентов фитоценозов.

Всесторонние исследования взаимосвязи между лесом и почвой необходимы для разработки мероприятий с целью повышения продуктивности, устойчивости лесных фитоценозов, увеличения их средозащитных функций. Для выявления закономерности взаимосвязи между эдафическими условиями и растительностью в лесных экосистемах применяются различные способы: накладка на крупномасштабную почвенную карту плана лесонасаждений; закладка пробных площадей (постоянных или временных) в различных лесных биогеоценозах с комплексным исследованием почвенно-экологических условий и лесоводственно-таксационных показателей древостоев; заложение топоэкологических профилей с сопряженным изучением почвенного и растительного покрова и др. Пробные площади закладываются в лесных насаждениях разного возраста, бонитета, состава, санитарного состояния. Устанавливаются защитные функции лесов в различных почвенно-грунтовых условиях. Такие работы позволяют создать банк данных для построения статистической модели продуктивности лесных земель, дать им экономическую оценку.

Для Республики Марий Эл В.Н.Смирнов (1965) приводит схему общей взаимосвязи растительности с почвообразующими породами и почвами в виде геоморфологического профиля, проложенного с юго-запада на северо-восток. А.Х.Газизуллин (1993) проводит детальные исследования существующей взаимосвязи между лесной растительностью, почвам, почвообразующими породами и рельефом в различных природных зонах региона путем закладки топоэкологических профилей.

При изучении взаимосвязи леса с почвой необходимо выделить следующие направления.

### **1. Исследование влияния почв на формирование типов леса, биоразнообразия растительного покрова и их продуктивность.**

Данное направление включает следующие аспекты:

- исследование сопряженности типов леса и почвенных таксонов;
- изучение влияния почвенных показателей на биоразнообразие

лесных фитоценозов и продуктивность древостоев.

На основе изучения свойств почв, состава и продуктивности фитоценозов дается лесорастительная оценка почв, выделяются типы лесорастительных условий.

**2. Исследование влияния леса на почвы.** Лесной фитоценоз воздействует на генезис и свойства почв в основном через особый биогеогоризонт – лесную подстилку, которая является генетической и динамичной частью почвенного профиля. Ее необходимо рассматривать, с одной стороны, как неотъемлемую часть почвенного профиля, а с другой – считать самостоятельным компонентом лесной экосистемы, выполняющим важные экологические функции в системе почва-растение-почва.

Влияние леса на почвенную среду происходит и через корневые выделения, созданием определенного микроклимата под пологом насаждений, проявляется и через изменение водно-воздушного режима почв корневой системой растений.

В учебном пособии вопросы взаимосвязи педосферы и лесных фитоценозов, программа и методика проведения аналогичных исследований в лесных экосистемах рассматриваются на конкретном примере – в *темнохвойных биогеоценозах Среднего Поволжья*.

Объектом исследований являются темнохвойные биогеоценозы автоморфного и полугидроморфного ландшафтов, типичные для зоны смешанных лесов Среднего Поволжья. Район исследований охватывает центральные территории региона в пределах республик Марий Эл, Татарстана и южных районов Кировской области. Регион исследования расположен в восточной части Восточно-Европейской равнины России, по нижнему течению рек Вятки, Камы и среднему течению реки Волги.

Долиной реки Волги рассматриваемый регион подразделяется на Правобережье (Предволжье) и Левобережье (Заволжье). В орографическом отношении Заволжье делится на Низменное и Высокое (Мильков, 1953). Долиной реки Камы в пределах Республики Татарстан Заволжье расчленяется на Предкамье (правый берег Камы) и Закамье (левый берег Камы).

Объекты исследований расположены в Левобережье Волги и Предкамье, а также частично в Закамье Республики Татарстан. Здесь проходит юго-западная граница ареала пихты сибирской (*Abies sibirica*)

и ели сибирской (*Picea obovata*), а также южная граница ареала ели европейской (*Picea abies*) и сформированы основные темнохвойные биогеоценозы центральных районов Среднего Поволжья. В физико-географическом отношении (Ступишин и др., 1964) территория исследования расположена в провинции южной тайги и смешанных лесов Низменного Заволжья и Вятско-Камской возвышенности, а также в лесостепной провинции Низменного Заволжья и Высокого Заволжья.

Исследуемые елово-пихтовые биогеоценозы входят в следующие физико-географические районы (Ступишин и др., 1964): Яранский равнинный район остаточных еловых лесов; Уржумский равнинный район с остаточными еловыми лесами южнотаежного типа; Йошкар-Олинский водораздельно-равнинный район смешанных лесов; Кокшаго-Шорский карстово-полесский район; Ляжский возвышенно-равнинный район с еловыми и липово-еловыми лесами с пихтой; Правобережно-Вятский эрозионно-равнинный район с лесами смешанного типа; Илетский возвышенно-равнинный южнотаежный район с развитием современного карста; Казанский эрозионно-равнинный район темнохвойно-широколиственных лесов; Мешинский возвышенно-равнинный район с развитием подзолистых почв; Елабужско-Предкамский эрозионно-равнинный район сосновых лесов; Нижне-Мешинский эрозинно-расчлененный равнинный район; Прикамский правобережный район с ландшафтом береговых гор; Мензелинский низменно-равнинный район пойменного ландшафта. По физико-географическому районированию Кировской области (Щеклеин и др., 1966) объекты расположены в Ярано-Немдинском районе и в увалистом правобережье реки Вятки с развитой овражно-балочной сетью.

С характеристикой рельефа местности, почвообразующих пород, гидрографических условий, климата, растительности основных типов почв лесных биогеоценозов центральных районов Среднего Поволжья можно ознакомиться в ранее опубликованных научных работах (Винокуров и др., 1962; Смирнов, 1968; Газизуллин, Сабиров, 1995).

В основу методологии работы положен системный комплексно-географический подход, сопряженное исследование природных и социальных факторов, которые оказывают на процессы почвообразования и формирование лесных биогеоценозов.

Экспедиционные исследования еловых и пихтовых биогеоценозов

проводились в Ново-Торъяльском, Мари-Турекском, Советском, Сернурском, Параньгинском, Куженерском, Кужерском, Учебно-опытном, Куярском, Пригородном лесхозах и Государственном природном национальном парке «Марий Чодра» Республики Марий Эл; в Яранском, Уржумском и Малмыжском лесхозах Кировской области; в Сабинском, Арском, Мамадышском, Елабужском, Камском лесхозах и Государственном природном национальном парке «Нижняя Кама» Республики Татарстан.

В еловых и пихтовых лесах различного возраста и состава проводилось сопряженное исследование фитоценоза и почвенного покрова путем закладки пробных площадей в соответствии с ГОСТ 16128-70, ОСТ 56-69-83 и «Программой и методикой биогеоценологических исследований» (1966). С целью сравнительной оценки воздействия елово-пихтовых фитоценозов на свойства почв изучены однотипные почвы в сосновых, березовых, дубовых, липовых и осиновых биогеоценозах региона. Всего заложено 214 пробных площадей, из них в естественных и искусственных темнохвойных насаждениях - 156 постоянных и временных пробных площадей (ПП). На ПП проведено описание компонентов фитоценозов (Сукачев, Зонн, 1961; Сукачев, Дылис, 1964) и определение таксационных показателей древостоев (Захаров, 1967; Верхунов и др., 1984, 1985). Краткая характеристика основных лесных биогеоценозов проводится в табл.1.

Для выявления взаимодействия между растительностью и почвами исследована лесная подстилка в различных типах леса. Запасы лесных подстилок определяли методом шаблонов (25 x 30 см) в 15-25 кратной повторности (Карпачевский, 1968, 1977). Мощность горизонта А<sub>0</sub> измеряли в четырех точках каждой учетной площадки. Подстилку подразделяли на подгоризонты, если они морфологически выделялись. В лабораторных условиях каждый образец взвешивали, определяли влажность, в пределах каждой пробной площади перемешивали и отбирали среднюю пробу для химического анализа.

Почвенный покров на пробной площади изучен с заложением прикопок, полуям и полных почвенных разрезов (Евдокимова, 1987; Смирнов, 1959; Вайчис, 1964). Последние закладывались на наиболее типичных местах исследуемого лесного биогеоценоза, до глубины 2-2,5 м, учитывая глубокое проникновение в почвенную толщу корней

древесных растений. Всего заложено 226 полных почвенных разреза. В полевых условиях проведено морфологическое описание почвенного профиля. Отобраны образцы ненарушенных почв, в стальные бурики емкостью 286-300 см<sup>3</sup> (в 3-5 кратной повторности) с последующим определением в лаборатории плотности сложения (Качинский, 1965). В процессе закладки ПП с целью выявления генезиса и оценки лесорастительных свойств почв из типичных почвенных разрезов взяты образцы для дальнейшего лабораторного анализа физических, химических, физико-химических и биохимических свойств почв. Анализы образцов почв проведены по общепринятым в почвоведении руководствам (Аринушкина, 1970; Вадюнина, Корчагина, 1986; Агрохимические методы исследования почв, 1975; Орлов, Гришина, 1981; Воробьева, Гриндель, 1988; Воробьева, 1998 и др.).

Параллельно со смешанными образцами подстилок елово-пихтовых лесов исследовали горизонт А<sub>0</sub> (по подгорizontам) при каждом почвенном разрезе.

Таблица 1

## Характеристика лесных биогеоценозов пробных площадей

Пробная площадь и лесничество	Тип леса	Тип подстилки и	Почва, почвообразующая порода и ТЛУ
<b>Республика Татарстан</b>			
Е-25, Арский, Тукаевское, 115	Ельник пролесниково-липовый	Муль-модер	Серая лесная среднесуглинистая на лёссовидных суглинках, Д <sub>2</sub>
Е-26, Арский, Тукаевское, 58	Ельник пролесниково-липовый	Муль-модер	Темно-серая лесная среднесуглинистая на лёссовидных суглинках, Д <sub>2</sub>
Е-27, Арский, Тукаевское, 49	Ельник кислично-липовый	Модер	Серая лесная среднесуглинистая на лёссовидных суглинках, Д <sub>2</sub>
Е-34, Арский, Балтасинское, 28	Ельник кислично-липовый	Муль-модер	Серая лесная среднесуглинистая на лёссовидных суглинках, Д <sub>2</sub>
П-36 <sup>x</sup> , Арский, Балтасинское, 28	Пихтарник лещиновый	Муль-модер	Рендзина выщелочная легкосуглинистая на известняках, Д <sub>2</sub>
Е-37, Арский, Балтасинское, 77	Ельник снытьево-липовый	Муль-модер	Серая лесная среднесуглинистая на тяжелых облессованных суглинках, Д <sub>2</sub>
Е-5, Арский,	Ельник	Модер	Серая лесная

Суранское,71	снытьево-липовый		среднесуглинистая на лёссовидных суглинках, Д <sub>2</sub>
П-206, Арский, Суранское,71	Пихтарник снытьево-липовый	Муль-модер	Серая лесная среднесуглинистая на лёссовидных суглинках, Д <sub>2</sub>
П-122, Сабинский, Корсинское, 134	Пихтарник снытьево-липовый	Муль	Коричнево-бурая лесная типичная супесчанная на элювии пермских песчаников, Д <sub>2</sub>
Е-82, Сабинский, Шеморданское, 22	Ельник кислично-липовый	Модер	Светло-серая лесная среднесуглинистая на покровных суглинках, С <sub>2</sub>
Е-84, Сабинский, Шеморданское, 22	Ельник кислично-липовый	Модер	Коричнево-бурая лесная слабооподзоленная среднесуглинистая на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
П-85, Сабинский, Шеморданское, 19	Пихтарник снытьево-липовый	Муль-модер	Коричнево-бурая лесная средне-оподзоленная тяжелосуглинистая на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
Е-86, Сабинский, Шеморданское, 85	Ельник снытьево-липовый	Муль-модер	Серая лесная среднесуглинистая на облессованных суглинках, Д <sub>2</sub>
Е-94, Сабинский, Шеморданское, 119	Ельник пролесниково-липовый	Муль-модер	Коричнево-бурая лесная среднеоподзоленная среднесуглинистая на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
Е-95 <sup>x</sup> , Сабинский, Шеморданское, 118	Ельник снытьево-липовый	Муль	Коричнево-темно-бурая лесная среднесуглинистая на пермских породах, Д <sub>2</sub>
П-123 <sup>x</sup> , Сабинский, Кукморское, 315	Пихтарник пролесниково-липовый	Муль	Коричнево-бурая лесная типичная тяжелосуглинистая на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
П-125 <sup>x</sup> , Сабинский, Кукморское, 315	Пихтарник кислично-лещиновый	Муль	Коричнево-бурая лесная типичная тяжелосуглинистая на пермских глинах, Д <sub>2</sub>
Е-89 <sup>x</sup> , Сабинский, Мешебашское,207	Ельник снытьево-липовый	Муль	Коричнево-бурая лесная типичная среднесуглинистая на красно-цветных пермских глинах, Д <sub>2</sub>
Е-92, Сабинский, Мешебашское,207	Ельник липовый	Муль-модер	Коричнево-бурая лесная типичная среднесуглинистая на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
П-115 <sup>x</sup> , Сабинский, Меше-	Пихтарник кислично-	Муль-модер	Коричнево-темно-бурая лесная легкоглинистая на пермских

башское,371	лещиновый		красноцветных глинах, Д <sub>2</sub>
П-124, Сабинский, Мешеханское,371	Пихтарник кислично-лещиновый	Муль-модер	Коричнево-бурая лесная типичная тяжелосуглинистая на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
П-107 <sup>x</sup> , Мамадышский, Кляушское,84	Пихтарник хвощеволещиновый	Муль	Коричнево-темно-бурая лесная легкоглинистая на пермских породах, Д <sub>2</sub>
П-110 <sup>x</sup> , Мамадышский, Кляушское,13	Пихтарник пролесниково-лещиновый	Муль	Коричнево-темно-бурая лесная легкоглинистая на пермских отложениях, Д <sub>2</sub>
Е-45 <sup>x</sup> , Мамадышский, Кляушское,13	Ельник снытьеволиповый	Муль-модер	Коричнево-бурая лесная среднеподзоленная легкоглинистая на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
П-135 <sup>x</sup> , Елабужский, Менделеевское,24	Пихтарник кислично-липовый	Модер	Светло-серая лесная среднесуглинистая на облессованных суглинках, С <sub>2</sub>
П-112 <sup>x</sup> , ГПП «Нижняя Кама» Челнинское,30	Пихтарник снытьеволиповый	Муль-модер	Коричнево-бурая лесная типичная супесчанная на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
Е-176, ГПП «Нижняя Кама», Елабужское, 33	Ельник снытьеволиповый	Модер	Бурая лесная супесчанная на древнеаллювиальных отложениях, С <sub>2</sub>
Е-100, Камский, Берсутское, 50	Ельник кислично-липовый	Модер	Бурая лесная супесчанная на двучленных наносах, С <sub>2</sub>
<b>Республика Марий Эл</b>			
Е-103,Марий-Турекский, Ямбатрское,19	Ельник снытьеволиповый	Модер-муль	Коричнево-бурая лесная слабоподзоленная супесчанная на элювии пермских отложений, Д <sub>2</sub>
Е-106, Марий-Турекский, Ямбатрское,5	Ельник кисличный	Модер	Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая на покровных суглинках, С <sub>2</sub>
П-107, Ново-Торъяльский, Пектубаевское, 31	Пихтарник кисличный	Модер	Коричнево-бурая лесная слабоподзоленная среднесуглинистая на пермских глинах, Д <sub>2</sub>
П-158, Ново-Торъяльский, Пектубаевское, 10	Ельник кисличный	Модер	Коричнево-бурая лесная слабоподзоленная среднесуглинистая на пермских глинах, Д <sub>2</sub>
П-169, Ново-Торъяльский,	Пихтарник кисличный	Модер-муль	Коричнево-бурая лесная слабоподзоленная среднесугли-

Ново-Торъяльское, 32			нистая на пермских породах, Д <sub>2</sub>
П-174, Советский, Советское, 104	Пихтарник кисличный	Модер	Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая на делювиальных суглинках, С <sub>2</sub>
Е-10, Учебно-опытный, Нольское, 40	Ельник кислично-липняковый	Модер	Дерново-слабоподзолистая связанно-песчанная на древнеаллювиальных отложениях, В <sub>2</sub> -С <sub>2</sub>
Е-12, Учебно-опытный, Нольское, 14	Ельник кислично-липовый	Муль-модер	Дерново-сильнооподзолистая легкосуглинистая на облесованных покровных суглинках, С <sub>2</sub>
Е-14, Учебно-опытный, Нольское, 58	Ельник черничный	Мор	Типично-среднеоподзолистая связанно-песчанная на древнеаллювиальных отложениях, В <sub>2-3</sub>
Е-15, Учебно-опытный, Нольское, 93	Ельник брусничный	Мор-модер	Типично-среднеоподзолистая связанно-песчанная на древнеаллювиальных отложениях, В <sub>2</sub>
П-23 <sup>x</sup> , Учебно-опытный, Кортинское, 129	Пихтарник припойменный	Муль	Аллювиальная дерновая кислая тяжелосуглинистая, С <sub>2</sub>
П-56, Учебно-опытный, Кортинское, 31	Пихтарник пролесниково-липовый	Муль-модер	Коричнево-бурая лесная средне-оподзоленная средне-суглинистая на делювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
П-102, Учебно-опытный, Кортинское, 54	Ельник пролесниково-липовый	Модер	Дерново-слабооподзолистая легкосуглинистая на покровных суглинках. С <sub>2</sub>
П-17, Учебно-опытный, Кортинское, 30	Пихтарник пролесниково-липовый	Модер	Коричнево-бурая лесная средне-оподзоленная средне-суглинистая на карбонатных пермских пород, Д <sub>2</sub>
Е-114, Пригородный, Красно-октябрьское, 56	Ельник кисличный	Модер	Дерново-сильнооподзолистая легкосуглинистая на покровных суглинках, С <sub>2</sub>
Е-3, ГПП «Марий Чодра», Яльчинское, 63	Ельник черничный	Мор	Типично-сильнооподзолистая связано-песчаная на древнеаллювиальных отложениях, В <sub>2-3</sub>
Е-4, ГПП «Марий Чодра»,	Ельник черничный	Мор	Подзол иллювиально-гумусово-железистый

Яльчинское, 63			песчаный на древне-аллювиальных отложениях, В <sub>3</sub>
Е-64, ГПП «Марий Чодра», Яльчинское, 63	Ельник мшистый	Модер	Бурая лесная связанно-песчанная на двучленных наносах, С <sub>2</sub>
<b>Кировская область</b>			
Е-207, Яранский, Каракашинское, 49	Ельник кисличный	Модер	Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на покровных суглинках, С <sub>2</sub>
П-211, Малмыжский, Малмыжское, 94	Пихтарник пролесниково-липовый	Муль-модер	Коричнево-бурая лесная слабооподзоленная тяжелосуглинистая на элювии пермских породах, Д <sub>2</sub>
П-212, Малмыжский, Малмыжское, 86	Пихтарник пролесниково-липовый	Муль	Коричнево-бурая лесная типичная среднесуглинистая на элювии пермских пород, Д <sub>2</sub>
Е-213, Уржумский, Буйское, 113	Ельник кисличный	Модер	Коричнево-бурая лесная слабооподзоленная легкосуглинистая на эллювиально-делювиальных пермских отложениях, Д <sub>2</sub>
Е-214, Уржумский, Буйское, 130	Ельник кисличный	Модер	Дерново-среднеподзолистая лег-косуглинистая на делювиальных суглинках, С <sub>2</sub>

<sup>x</sup>-закладка пробных площадей производилась при участии доктора сельскохозяйственных наук, профессора А.Х.Газизуллина и кандидата сельскохозяйственных наук А.М.Галаева.

В лабораторных условиях проведены следующие анализы почв: полевая и гигроскопическая влажность – высушиванием почв при 100-105°C, лесных подстилок – при 95°C; плотность твердой фазы – пикнометрическим методом; гранулометрический состав – методом пипетки (с пирофосфатом натрия); структурный состав почв – методом сухого просеивания; водопрочность агрегатов – по методу Н.И.Саввинова; максимальная гигроскопическая влажность – по А.В.Николаеву; влажность завядания – по С.В.Зонну (1959); рН водной и солевой вытяжки – потенциометрически; обменные кальций и магний – с 1,0 н NaCl, трилометрически; гидролитическая кислотность – по Каппену; потеря при прокаливании – в подстилке при 450°, в почве –

при 900°; зольный состав подстилки, валовой состав почв – по В.М.Калужской (1959) и Е.В.Аринушкиной (1970) общепринятыми методами с применением трилометрии, колориметрии и фотометрии; соединения  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в вытяжке Гинзбург и др. (1963, 1971); подвижные фосфор и калий – по Гинзбург и Артамоновой (Гинзбург и др., 1968, 1973); общий углерод и азот в подстилке – по методу Анстета в модификации В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой (1975); общий гумус – по методу И.В.Тюрина; водорастворимые гумус, фосфор и калий – в водной вытяжке (при соотношении 1:20) с 2-х часовым взбалтыванием; групповой состав гумуса – по схеме И.В.Тюрина в модификации В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой (1975); общий азот – по Кьельдалю; формы азота – по Э.Ф.Шконде и И.Е.Королевой (1964); щелочногидролизуемый азот – по Корнфильду; подвижное железо – в ацетатно-аммонийном буферном растворе; подвижный алюминий – по И.В.Соколову; аммонификационная способность – компостированием образцов при 28°C в термостате (7 дней), увлажненных до 60% от полной влагоемкости; интенсивность дыхания по методике А.Ш.Галстяна (1959, 1963).

Данные, полученные при исследовании параметров лесной подстилки и свойств почв, обрабатывали методами математической статистики (Дмитртьев, 1972; Благовещенский, Самсонова, Дмитриев, 1987) с использованием компьютерных технологий. Применили многофакторные регрессионные уравнения по методу наименьших квадратов. Проведен коррелятивный анализ между почвенными показателями и продуктивностью еловых и пихтовых древостоев. Выводы сделаны на основе обширного полевого и лабораторного материала, статистически достоверных результатов.

Проведённые комплексные исследования в лесных экосистемах и полученные экспериментальные данные позволяют произвести бонитировку лесных почв, оценить их плодородие (в баллах). Аналогичные изыскания рекомендуется проводить при организации научных исследований и в других лесных биогеоценозах (сосновых, березовых, дубовых, осиновых, липовых) с разработкой уравнений зависимости продуктивности зеленых насаждений от почвенно-грунтовых факторов.

## 2. ЛЕСНАЯ ПОДСТИЛКА КАК ОСОБЫЙ БИОГЕОГОРИЗОНТ

### 2.1. Параметры характеристики лесных подстилок

Лесная подстилка является самым важным компонентом лесных биогеоценозов и играет огромную роль в функционировании лесных экосистем, что отмечали такие видные исследователи природы, как Г.Н.Высоцкий (1911), Г.Ф. Морозов (1926), С.А.Захаров (1931), В.Н.Сукачев (1964), С.В.Зонн (1963-1965, 1974, 1983). При этом по определению Г.Ф.Морозова, она остается одной из функций леса (1949). Многие ученые рассматривают подстилку как особый биогеогоризонт, один из важнейших энергетических и массообменных индикаторов лесного биогеоценоза (Шумаков, 1958; Зонн, 1964, 1983; Карпачевский, 1981, 1983; Сапожников, 1984). Лесная подстилка является «детритом наземных экосистем», интегральным показателем, отражающим состав и возраст фитоценоза, почвенные и гидротермические условия (Богатырев, Щенина, 1989; Богатырев, 1996).

В лесной подстилке аккумулируются большие запасы органических, минеральных веществ – той потенциальной энергии, которая используется живыми организмами в своей жизнедеятельности. Она является сферой обитания многих видов животного населения, влияет и на процессы естественного возобновления в лесу. При разложении лесной подстилки освобождаются минеральные соли, азот, которые служат легкодоступной пищей для растений. Состав и свойства органогенного горизонта  $A_0$  оказывают прямое воздействие на почвообразовательные процессы, влияют на плодородие лесных почв. Органическое вещество подстилки в лесных экосистемах является основным источником образования гумусовых веществ почв. Лесная подстилка выполняет важнейшие экологические функции: биохимические и системообразующие (Степанов, 1929; Зонн, 1954, 1964, 1983; Карпачевский, 1981, 1983; Быковская, 1983; Добровольский, Никитин, 1986; Богатырев, 1990, 1996). Поэтому изучение параметров характеристики лесной подстилки является важным аспектом при исследовании направленности процессов почвообразования, выделении типов лесных биогеоценозов, оценке интенсивности биологического круговорота веществ.

Географическое положение региона, наличие широкого спектра лесных экосистем, форм рельефа, почвообразующих пород и условий увлажнения способствовали формированию здесь различных по генезису и свойствам лесных подстилок, в том числе и в темнохвойных биогеоценозах. Учитывая теоретическую и практическую важность выявления показателей характеристики биогеогоризонта  $A_0$ , нами проведено комплексное исследование состава и свойств лесной подстилки темнохвойных экосистем Среднего Поволжья. Ниже проводится анализ результатов проведенных работ.

При изучении лесных подстилок важным аспектом является определение основных ее параметров: строения, мощности, запаса и состава (Карпачевский, 1981). Исследования, проведенные в основных типах еловых и пихтовых биогеоценозов, показывают (табл.2), что мощность лесных подстилок различных типов темнохвойных лесов имеет значительную степень изменчивости: коэффициент вариации колеблется от 23 до 46%. Показатель точности опыта равен 3-6%. Наибольшие средние значения данного параметра (6.0 – 8.5 см) обнаружены в ельниках черничных, произрастающих на иллювиально-гумусово-железистом подзоле (Е-4) и типично-среднеподзолистой почве (Е-14), в условиях постоянного или сезонного избыточного увлажнения. Далее следует ельник брусничный на типично-среднеподзолистой рыхлопесчаной почве с периодическим избыточным увлажнением. Наименьшие значения мощности подстилки (1.5 – 1.7 см) характерны ельникам и пихтарникам снытьево-липовым автоморфного ландшафта, произрастающих на коричнево-бурых лесных почвах, а также ельникам мшистым молодого возраста. Последнее объясняется как относительно малым количеством опада, так и бедностью флористического состава напочвенного покрова ельников мшистых, где основную массу подстилок составляют хвоя, ветки, труха, образующие более компактную органическую массу. По нашим исследованиям, в условиях автоморфного ландшафта, в регионе елово-пихтовые фитоценозы по мощности органогенного горизонта находятся на промежуточном положении между лиственными и сосновыми насаждениями. В сосняках сложных (средний возраст выше 40 лет) мощность подстилки составляет 4.1 – 4.6 см, в ельниках сложных такого же возраста – 1.5 – 4.1 см, а в лиственных фитоценозах – 1.0 – 3.3 см.

Таблица 2

Мощность подстилки (см) в темнохвойных биогеоценозах и показатели её статистического распределения

№ ПП	Лесной биогеоценоз	Статистические показатели					
		n	$X_{cp}$	o	m	V,%	P,%
<b>Ельник</b>							
Е-4	Черничный	60	8.5	3.0	0.39	35	5
Е-14	Черничный	80	6.0	2.5	0.28	42	5
Е-15	Брусничный	80	5.0	1.9	0.21	38	4
Е-64	Мшистый	60	2.8	0.8	0.10	29	4
Е-158	Мшистый	80	2.4	0.9	0.10	36	4
Е-159	Мшистый	84	1.8	0.6	0.07	34	4
Е-114	Кисличный	80	3.1	1.2	0.13	39	4
Е-213	Кисличный	60	4.0	1.4	0.18	35	5
Е-10	Кислично-липняковый	80	3.4	1.1	0.12	32	4
Е-92	Липовый	60	2.0	0.7	0.09	35	5
Е-27	Кислично-липовый	80	3.2	0.9	0.10	28	3
Е-82	Кислично-липовый	64	3.0	0.7	0.09	23	3
Е-5	Снытьево-липовый	60	3.2	1.4	0.19	45	6
Е-12	Снытьево-липовый	80	2.2	0.8	0.09	37	4
Е-55	Снытьево-липовый	84	1.6	0.6	0.07	39	4
Е-68	Снытьево-липовый	108	3.1	1.2	0.12	39	4
Е-89	Снытьево-липовый	60	1.5	0.5	0.06	33	4
Е-1	Пролесниково-липовый	80	4.1	1.5	0.17	36	4
Е-24	Дубово-лещиновый	100	2.4	1.1	0.11	46	5
<b>Пихтарник</b>							
П-23	Припойменный	60	1.9	0.6	0.08	33	4
П-170	Кисличный	60	3.3	1.0	0.13	30	4
П-124	Кислично-лещиновый	60	2.5	0.7	0.09	29	4
П-125	Кислично-лещиновый	60	2.2	0.7	0.09	31	4
П-36	Снытьево-лещиновый	60	2.7	0.8	0.10	30	4
П-85	Снытьево-липовый	60	3.0	0.9	0.12	30	4
П-122	Снытьево-липовый	80	1.7	0.6	0.07	38	4
П-206	Снытьево-липовый	80	2.4	1.0	0.11	39	4
П-56	Пролесниково-липовый	100	3.3	1.2	0.12	36	4
П-123	Пролесниково-липовый	60	2.5	0.7	0.09	29	4
П-211	Пролесниково-липовый	60	2.9	1.0	0.13	34	5
П-212	Пролесниково-липовый	60	2.0	0.8	0.10	40	5

Значительное варьирование величин характерно и для запаса подстилки изученных лесных биогеоценозов (табл.3), причем как по типам леса, так и внутри них. Коэффициент вариации изменяется от 15

до 44%. В еловых и пихтовых биогеоценозах автоморфного ландшафта запас подстилки колеблется в пределах 9.9-41.8 т/га, достигая наибольшего значения в ельнике пролесниково-липовом 66 летнего возраста на серой лесной среднесуглинистой почве. Наименьшие значения данного показателя отмечены в ельниках и пихтарниках снытьево-липовых (Е-89, П-122, П-123, П-212), произрастающих на коричнево-бурых лесных типичных почвах, а также в пихтарнике припойменном — 10-14 т/га. Это отражает быстрое разложение лесной подстилки в данных биогеоценозах и довольно интенсивный биологический круговорот веществ внутри экосистем, чему способствуют благоприятные почвенно-экологические условия. В пределах одного и того же типа леса и типа лесорастительных условий с возрастом древостоя и повышением ее абсолютной полноты запасы подстилок также повышаются. Относительно низкое накопление подстилок в более изреженных насаждениях отмечал Л.К.Поздняков (1953). В целом, в еловых биогеоценозах накопление растительных остатков на поверхности почвы более выражено, нежели в пихтовых.

В ельнике черничном, произрастающем в полугидроморфных условиях, выявлены наибольшие значения запаса лесной подстилки – в среднем до 95.6 т/га. В ельнике черничном (Е-14) и брусничном (Е-15), находящихся в условиях периодического избыточного увлажнения, запасы органического вещества также высоки – 55.0-66.1 т/га. Формирование грубогумусной лесной подстилки объясняется во многом избыточном увлажнении, на что указывал С.П.Кошельков (1961). Одной из причин плохого разложения органического вещества грубых подстилок является низкая населенность их бактериями, количество которых значительно снижается как при сильном высыхании горизонта  $A_0$ , так и при его переувлажнении (Зонн, 1954; Аристовская, 1965). Этому же способствует превалирование в напочвенном покрове черники и брусники, разложение опада которых идет медленнее, чем разнотравья (Фирсова, Павлова, 1983). Аналогичные высокие величины запасов подстилок отмечены в ельнике-черничнике Костромской области – 77.7 т/га (Орфанитский, 1963) и ельнике кисличнике горных районов Грузии – 90-97 т/га (Тарасашвили, 1979).

Показателем процессов разложения и минерализации является массовое соотношение морфологических подгоризонтов подстилки,

отражающие разные стадии разложения. С ухудшением условий разложения увеличивается доля органического вещества, накапливающегося в нижних горизонтах. Это особенно присуще

Таблица 3

Запас подстилки (т/га) в темнохвойных биогеоценозах и показатели его статистического распределения

№ ПП	Лесной биогеоценоз	Статистические показатели					
		n	$X_{cp}$	$\sigma$	m	V, %	P, %
<b>Ельник</b>							
Е-4	Черничный	15	95.6	20.66	5.33	22	6
Е-14	Черничный	20	66.1	13.15	2.94	20	4
Е-15	Брусничный	20	55.0	16.60	3.71	33	7
Е-64	Мшистый	20	22.0	7.70	1.99	35	9
Е-158	Мшистый	20	32.0	9.68	2.17	30	7
Е-159	Мшистый	21	20.2	4.72	1.03	23	5
Е-114	Кисличный	20	29.1	8.10	1.81	28	6
Е-213	Кисличный	15	37.4	10.01	2.59	27	7
Е-10	Кислично-липняковый	20	32.9	8.04	1.80	24	5
Е-92	Липовый	15	25.0	4.90	1.27	20	5
Е-27	Кислично-липовый	20	35.7	9.17	2.05	26	6
Е-82	Кислично-липовый	16	32.8	7.93	1.98	24	6
Е-5	Снытьево-липовый	15	39.6	13.16	3.40	33	9
Е-12	Снытьево-липовый	20	14.2	3.90	0.87	27	6
Е-55	Снытьево-липовый	21	17.1	5.35	1.17	31	7
Е-68	Снытьево-липовый	27	32.2	11.65	2.24	36	7
Е-89	Снытьево-липовый	15	10.2	4.52	1.17	44	11
Е-1	Пролесниково-липовый	20	41.8	14.64	3.28	35	8
Е-24	Дубово-лещиновый	25	17.0	6.11	1.22	36	7
<b>Пихтарник</b>							
П-23	Припойменный	15	9.9	1.84	0.47	19	5
П-170	Кисличный	15	20.4	3.56	0.92	17	5
П-124	Кислично-лещиновый	15	14.3	5.73	1.48	40	10
П-125	Кислично-лещиновый	15	13.5	3.20	0.83	24	6
П-36	Снытьево-лещиновый	15	24.1	4.77	1.23	20	5
П-85	Снытьево-липовый	15	23.7	5.01	1.29	21	5
П-122	Снытьево-липовый	20	10.5	2.73	0.61	26	6
П-206	Снытьево-липовый	20	28.5	10.04	2.25	35	6
П-56	Пролесниково-липовый	25	26.5	7.14	1.43	27	5
П-123	Пролесниково-липовый	15	10.6	3.67	0.92	35	9
П-211	Пролесниково-липовый	15	20.6	5.66	1.46	27	7
П-212	Пролесниково-липовый	15	13.8	2.04	0.53	15	4

ельникам черничным и брусничным, где масса подстилки слоя  $A_0^{11} + A_0^{111}$  достигает до 75 и более процентов от общего запаса подстилки. В пихтарниках, где характерны наиболее благоприятные условия минерализации органического вещества, масса слоя  $A_0^{11}$  составляет в среднем 45-60% от общего запаса подстилки.

Для выполнения достоверности различий между средними значениями запасов подстилок различных типов леса вычислены Т-критерии Стьюдента. Анализ данных показал, что различия достоверны ( $T > 3$ ) в основном между лесными насаждениями разного возраста и с неодинаковыми условиями местопроизрастания. А в одновозрастных насаждениях (особенно в одноименных типах леса) разница в большинстве случаев не достоверна ( $T < 3$ ). К тому же фактор влажности в биогеоценозах часто компенсирует разницу в возрастной структуре древостоев.

Оценивая запасы лесных подстилок темнохвойных биогеоценозов в ряду лесных экосистем центральных районов Среднего Поволжья, можно отметить следующее. В сосняках сложных запасы органического вещества в горизонте  $A_0$  варьируют в пределах 17.1-37.5 т/га, в сосняках кисличных – от 24.0 до 32.5 т/га. В дубовых и березовых фитоценозах в условиях атмосферного увлажнения изучаемый параметр в среднем равен 10.2 – 26.3 т/га. Таким образом, еловые леса по запасу подстилки близки к соснякам, а пихтовые леса – находятся между ними и лиственными фитоценозами. В целом, запасы лесной подстилки в хвойных фитоценозах выше, нежели в лиственных. Это обуславливается относительно высоким поступлением в хвойных лесах опада и более медленным его разложением (Трутнев, Скрипкина, 1947; Зонн, 1954; Абатуров, 1961; Шакиров, 1964, Карпачевский, 1973), вследствие низкого содержания бактерий в подстилках сосновых и еловых лесов (Соколов, 1962).

## 2.2. Состав органического вещества лесных подстилок

Изучение состава лесных подстилок показывает, что они представлены как растительными остатками различной степени разложенности, так и минеральными примесями. Последние привносятся различными путями: аэрозолями, почвенными животными,

поверхностным стоком, дождевыми водами, стекающими с кроны деревьев и т.д.

В исследованных лесных подстилках количество органического вещества (табл.4) наибольшее в подгоризонте  $A_0^1$  (79-94%), закономерно уменьшаясь в ее нижней части (60-84%). Снижение значений беззольного органического вещества в подгоризонтах  $A_0^{11}$  и  $A_0^{111}$  связано как с разложением растительных остатков и увеличением зольности, так и примесью минеральных частиц. Коэффициент вариации изучаемого показателя составляет 3-9% (табл.5).

Таблица 4  
Состав органического вещества подстилок темнохвойных биогеоценозов

№ ПП	Лесной биогеоценоз	Горизонт	Потеря от прокаливания % на абс.сух.навеску	Валовой		$\frac{C}{N}$
				углерод	азот	
<b>Ельник</b>						
Е-4	Черничный	$A_0^1$	93.4	35.31	1.47	24.0
		$A_0^{11}$	86.2	32.04	1.43	22.4
		$A_0^{111}$	63.8	23.08	1.19	19.4
Е-14	Черничный	$A_0^1$	92.3	44.14	1.53	28.8
		$A_0^{11}$	86.9	39.56	1.47	26.9
		$A_0^{111}$	83.8	38.39	1.53	25.1
Е-15	Брусничный	$A_0^1$	91.3	36.69	1.29	28.4
		$A_0^{11}$	74.2	31.01	1.30	23.9
Е-64	Мшистый	$A_0^1$	93.7	36.60	1.49	24.6
		$A_0^{11}$	74.5	25.82	1.31	19.7
Е-158	Мшистый	$A_0$	69.1	31.44	1.68	18.7
Е-159	Мшистый	$A_0$	82.0	34.08	1.66	20.5
Е-114	Кисличный	$A_0^1$	89.7	34.77	2.11	16.5
		$A_0^{11}$	78.1	25.10	1.56	16.0
Е-213	Кисличный	$A_0^1$	92.5	43.36	1.15	37.7
		$A_0^{11}$	77.2	36.18	1.12	32.3
Е-10	Кислично-липняковый	$A_0^1$	90.9	43.78	1.43	30.6
		$A_0^{11}$	80.2	37.57	1.45	25.9
Е-27	Кислично-липовый	$A_0^1$	79.2	31.80	1.08	29.4
		$A_0^{11}$	61.5	23.22	1.07	21.7
Е-82	Кислично-липовый	$A_0^1$	88.4	31.49	1.49	21.1
		$A_0^{11}$	69.5	24.49	1.41	17.3
Е-100	Кислично-липняковый	$A_0$	87.6	30.46	1.50	20.3
Е-68	Снытьево-	$A_0^1$	85.0	43.44	1.86	23.4

	липовый	$A_0^{11}$	78.6	30.00	1.84	16.3
E-55	Снытьево-липовый	$A_0$	64.9	29.28	1.50	19.5
E-5	Снытьево-липовый	$A_0^1$	86.1	35.19	1.24	28.4
		$A_0^{11}$	64.5	25.26	0.92	27.5
E-89	Снытьево-липовый	$A_0$	65.7	27.56	1.09	25.3
E-1	Пролесниково-липовый	$A_0$	73.3	35.28	1.56	22.6
E-94	Пролесниково-липовый	$A_0^1$	90.3	-	1.87	-
		$A_0^{11}$	75.1	-	1.61	-
E-24	Дубово-лещиновый	$A_0^1$	90.8	33.12	1.34	24.7
		$A_0^{11}$	77.3	25.33	1.37	18.5
<b>Пихтарник</b>						
П-23	Припойменный	$A_0$	78.4	29.15	-	-
П-170	Кисличный	$A_0^1$	92.3	35.50	1.80	19.7
		$A_0^{11}$	83.4	28.65	1.76	16.3
П-124	Кислично-лещиновый	$A_0^1$	89.9	36.05	1.99	18.5
		$A_0^{11}$	82.3	26.40	1.74	14.8
П-125	Кислично-лещиновый	$A_0^1$	93.2	39.70	1.84	21.6
		$A_0^{11}$	82.3	36.50	1.71	21.3
П-36	Снытьево-лещиновый	$A_0^1$	90.8	41.80	1.54	27.1
		$A_0^{11}$	74.0	38.16	1.50	25.4
П-110	Пролесниково-лещиновый	$A_0^1$	93.7	-	1.50	-
		$A_0^{11}$	83.7	-	1.41	-
П-135	Кислично-липовый	$A_0^1$	89.0	33.89	1.81	18.7
		$A_0^{11}$	74.4	27.05	1.99	13.6
П-85	Снытьево-липовый	$A_0^1$	84.9	39.95	1.50	26.6
		$A_0^{11}$	63.3	29.49	1.58	18.7
П-112	Снытьево-липовый	$A_0^1$	88.7	39.24	1.52	25.8
		$A_0^{11}$	78.2	35.14	1.67	21.0
П-122	Снытьево-липовый	$A_0$	76.2	29.20	1.60	18.3
П-206	Снытьево-липовый	$A_0$	70.5	23.76	1.51	15.7
П-56	Пролесниково-липовый	$A_0^1$	89.5	32.83	1.63	20.1
		$A_0^{11}$	73.0	26.23	1.55	16.9
П-123	Пролесниково-липовый	$A_0$	76.5	31.15	1.67	18.7
П-211	Пролесниково-липовый	$A_0^1$	90.1	38.65	1.51	25.6
		$A_0^{11}$	80.1	34.19	1.56	21.9
П-212	Пролесниково-липовый	$A_0^1$	85.6	34.89	1.72	20.3
		$A_0^{11}$	73.8	27.92	1.35	19.9

Количество общего углерода в подстилках темнохвойных фитоценозов варьирует от 23 до 48%, имея относительно низкие величины в более разложившемся подгоризонте  $A_0^{11}$ . В этом же слое подстилки характерна наиболее высокая степень изменчивости содержания углерода: коэффициент вариации равен 14-17%. Важно отметить, что явных отличий между подстилками еловых и пихтовых фитоценозов по рассмотренным показателям не наблюдается.

Таблица 5

Статистические показатели потери при прокаливании (А), содержания углерода (В) и азота (С) в подстилках темнохвойных лесов (%)

Показатели подстилки	Горизонт	Основные статистические показатели						
		n	$X_{\min} \dots X_{\max}$	$X_{\text{ср}}$	$\sigma$	M	P, %	V, %
Еловые биогеоценозы								
А	$A_0^1$	21	85.0...94.2	89.9	3.37	0.74	0.8	3.7
	$A_0^{11}$	21	64.5...87.5	75.8	5.77	1.26	1.7	7.6
В	$A_0^1$	15	29.2...47.4	36.2	5.90	1.47	4.1	16.3
	$A_0^{11}$	15	23.2...37.6	29.0	4.78	1.20	4.1	16.5
С	$A_0^1$	11	1.08...2.11	1.49	0.33	0.11	6.7	22.1
	$A_0^{11}$	11	0.92...1.84	1.36	0.26	0.08	5.8	19.2
Пихтовые биогеоценозы								
А	$A_0^1$	10	84.6...93.7	89.6	2.86	0.74	0.8	3.2
	$A_0^{11}$	10	63.3...85.4	76.7	6.87	1.77	2.3	9.0
В	$A_0^1$	10	32.8...42.4	37.9	3.12	0.90	2.4	8.2
	$A_0^{11}$	10	26.2...38.2	31.1	4.44	1.28	4.1	14.2
С	$A_0^1$	11	1.50...1.99	1.67	0.17	0.05	3.1	10.3
	$A_0^{11}$	11	1.35...1.99	1.62	0.18	0.05	3.3	11.1
Ельник кислично-липовый (Е-12)								
В	$A_0$	10	22.7...29.7	25.8	3.83	1.21	4.7	14.8

Содержание общего азота в подстилках разных биогеоценозов колеблется в пределах 0.92 – 2.11%. В большинстве случаев характерно уменьшение азота в нижних слоях подстилок, что отмечали Н.П. Ремезов (1961), К.М. Смирнова и Б.Н. Громашева (1955). В самом органическом веществе, как указывают М.В. Винокуров и К.Ш. Шакиров (1964), содержание азота повышается в нижнем слое подстилки. Изменчивость количества азота в подстилках ельников равна 19-22%, а пихтарников 10-11%, что обусловлено, вероятно, произрастанием еловых лесов в почвенно-экологических условиях с более широкой

амплитудой, нежели пихтовых лесов. В целом, подстилки пихтовых фитоценозов, по сравнению с таковыми еловых, обладают относительно большим содержанием азота.

Сравнивая обеспеченность общим азотом подстилок различных биогеоценозов региона, можно отметить относительное увеличение данного элемента в подстилке дубовых и березовых фитоценозов. Это объясняется относительно высоким накоплением в листьях азота, чем в хвое (Родин, Базилевич, 1965).

Известно, что степень разложения органического вещества и насыщенности его азотом характеризуется отношением C:N. В подстилках еловых и пихтовых лесов величина C:N изменяется от 13.6 до 37.7 (в среднем 22.4) по данному показателю подстилки темнохвойных лесов близки к соснякам. Отмечается более замедленное разложение растительных остатков под пологом хвойных насаждений, нежели в дубовых и березовых фитоценозах. Подгоризонту  $A_0^{11}$  (и  $A_0^{111}$ ) характерны более узкие отношения, чем подгоризонту  $A_0^1$ , вследствие значительного разложения органического вещества в нижних слоях лесных подстилок.

Запасы углерода и азота в подстилках исследуемых фитоценозов варьирует в широких пределах: соответственно 2.8 – 28.3 т/га и 0.1 – 1.2 т/га. В составе исследованных темнохвойных лесов максимальные запасы биогенных элементов обнаружены в подстилках ельников черничных и брусничных, что обусловлено наибольшим накоплением здесь органической массы подстилок. Наименьшие запасы углерода и азота свойственны подстилкам ельников и пихтарников, произрастающих на коричнево-бурых лесных типичных почвах. Последнее свидетельствует об интенсивном биологическом круговороте веществ в данных лесных экосистемах. Являясь важным биохимическим барьером в лесных ландшафтах, подстилка соответствует закреплению на поверхности почвы углерода, выполняя тем самым концентрационные и энергетические функции. Следовательно, изменение условий гумификации органогенного горизонта, при смене состава растительности и почвенно-экологических условий, приводит к изменению летучих соединений в воздухе, тем самым и баланса углерода в окружающей среде.

### 2.3. Содержание химических элементов в подстилках

Образовавшиеся при минерализации лесной подстилки химические элементы поступают в минеральную часть почвенного профиля и оказывают прямое воздействие на состав и свойства почв. Исследование зольного состава подстилок темнохвойных биогеоценозов показало, что количество «сырой» золы варьирует от 6.3 до 38.5%. В подгоризонте  $A_0^{11}$  отмечается повышение данного показателя, что связано как минерализацией органического вещества, так и наличием минеральных примесей. Доля последних в подгоризонте  $A_0^1$  составляет 1.0 – 13.5%, а в подгоризонте  $A_0^{11}$  – 6.5-31.0%. Количество «чистой» золы изменяется в пределах 3.5-16.0%. В нижнем слое подстилки  $A_0^{11}$  изученных фитоценозов наблюдается увеличение «чистой» зольности, что вызвано значительной минерализацией органического вещества данного слоя и возможно связано, по Л.Г.Богатыреву и др. (1989), с частной адсорбцией элементов, поступающих в растворенном состоянии из верхнего подгоризонта  $A_0^1$ . Максимальная «чистая» зольность (16%) отмечена в наиболее минерализованном подгоризонте  $A_0^{11}$  подстилки ельника черничного (Е-4).

Среди зольных элементов преобладают Si и Ca, содержание которых в подстилке еловых и пихтовых фитоценозов соответственно равно 0.41-4.01% и 0.26-2.15%. При этом в подстилке еловых насаждений содержание кремния доминирует над кальцием, а в подстилке пихтарников в большинстве случаев преобладает кальций. Подстилке еловых биогеоценозов присуще относительно высокое количество Si. В более разложившейся части подстилки ( $A_0^{11}$ ) возрастает содержание кремния, являющееся результатом относительного накопления его в процессе минерализации органического вещества (Градусов, 1958; Татаринев, 1946; Айдинян, 1953). Содержание Ca относительно выше в подстилке пихтовых фитоценозов, чем еловых. В процессе трансформации растительных остатков в нижнем слое подстилки происходит уменьшение количества кальция, который является одним из наиболее подвижных биофильных элементов. Максимальные значения данного показателя отмечены в подстилке пихтарника пролесниково-лещинового (П-110) и пихтарника кислично-лещинового (П-125), произрастающих на коричнево-бурых

лесных почвах с близким залеганием карбонатов (29-47 см); а также в подстилке ельника пролесниково-липового на серой лесной почве, сформированной на карбонатных лёссовидных суглинках. Минимальные значения Са выявлены в грубогумусных подстилках ельников черничных, произрастающих на обедненных кальцием песчаных почвах. В структуре зольного вещества подстилок темнохвойных лесов автоморфного ландшафта на долю оксида кальция приходится от 4 до 28%. По нашим исследованиям, в ряду хвойных биогеоценозов региона наиболее обеднены кальцием сосновые фитоценозы, что связано с относительно низким содержанием данного элемента в хвое сосны, чем ели (Фирсова, Павлова, 1983; S.Venes, 1960).

На фоне некоторого преобладания алюминия над железом наблюдается относительно высокое варьирование величин этих элементов в подстилках темнохвойных биогеоценозов: от 0.21 до 1.16% для Al, от 0.16 до 0.81% для Fe. Распределение данных элементов по профилю подстилки показывает увеличение их содержания в нижней части ( $A_0^{11}$ ). Аккумуляцию полуторных оксидов по мере разложения подстилок отмечали Р. Кылли и М. Ингерма (1970). Оксиды алюминия и железа в составе «чистой» золы подстилок елово-пихтовых лесов составляют 3-16%.

Содержание Mg и K относительно Ca во всех типах леса значительно меньше и варьирует соответственно в пределах 0.08-0.99 % и 0.09-0.36%. в структуре зольного вещества подстилок доля MgO составляет 2-6%, а K<sub>2</sub>O – 1-3%. Благодаря большой подвижности и миграции по профилю подстилки, как абсолютное, так и относительное содержание данных элементов в подгоризонте  $A_0^{11}$  уменьшается, чем в  $A_0^1$ . Следует отметить относительно меньшее содержания магния в подстилках ельников черничных (Е-4, Е-50), произрастающих на иллювиально-гумусово-железистых подзолах. Значительное обеднение подстилки ельника черничного кальцием и магнием объясняется тем, что в кислой грубогумусной подстилке эти элементы хорошо растворимы и интенсивно выщелачиваются из нее (Зонн, 1954).

Незначительную долю в лесной подстилке составляют фосфор (0.05-0.12%) и натрий (0.01-0.04%). В структуре зольного вещества горизонта  $A_0$  на долю P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> приходится 1-3%, а на долю оксида натрия 0.1-0.4%. По характеру аккумуляции фосфора и натрия подстилки

фитоценозов довольно близки. В подгоризонте  $A_0^{11}$  подстилок автоморфного ландшафта характерно уменьшение содержания фосфора, что связано вымыванием легкорастворимых соединений данного элемента из нижнего слоя при минерализации органических остатков.

Результаты исследований показали, что по содержанию в подстилке биофильные элементы располагаются в абсолютном большинстве в следующий ряд:  $Ca > Al > Fe > Mg > K > P > Na$ . В ельниках черничных полугидроморфного ландшафта этот ряд выглядит таким образом:  $Al > Fe > Ca > Mg > K > P > Na$ . Данные по содержанию зольных элементов согласуются с результатами исследований других авторов. (Холопова, 1977; Градусов, 1958; Вайчис, 1975).

Представляет интерес отношение  $Ca : Fe$ , косвенно характеризующее вероятность образования комплексов органического вещества, связанного с кальцием или железом (Богатырев и др., 1989). Так, в подстилках еловых и пихтовых лесов, в условиях хорошо дренируемой территории, это отношение варьирует в пределах 1.1 – 8.3 (в среднем 5.0). В полугидроморфных условиях в горизонте  $A_0$  ельника черничного этот показатель снижается до 0.4-1.0, указывая на наименьшую вероятность образования устойчивых гумусовых кислот. В нижнем подгоризонте подстилки отмечено снижение отношения  $Ca : Fe$ , что показывает увеличение возможности формирования железоорганических соединений.

По запасам зольных элементов подстилки еловых биогеоценозов превалирует над подстилками пихтарников, что коррелирует с наименьшим накоплением в горизонте  $A_0$  пихтовых биогеоценозов органической массы. Наибольшими запасами суммы зольных элементов среди темнохвойных лесов выделяются ельники черничные (4079 – 3786 кг/га). Среди пихтовых биогеоценозов максимальная величина запаса суммы зольных элементов характерна для пихтарника снытьево-липового (1594 кг/га). Наименьшие запасы суммы зольных элементов выделены в подстилках пихтарников П-124, П-125, П-122 и П-123, произрастающих на коричнево-бурых лесных почвах Предкамья Татарстана. Благоприятные почвенно-экологические условия в данных биогеоценозах способствует интенсивному разложению подстилки и биологическому круговороту азота и зольных элементов внутри лесных экосистем.

Подстилки лесных биогеоценозов являются «кладовой» органических и зольных веществ, из которой растения усваивают часть элементов питания (Зонн, 1954). Целесообразно определение в данном биогоризонте подвижных элементов, оказывающих самое непосредственное воздействие на генезис и плодородие лесных почв.

Проведено изучение подвижных (в буферном растворе с  $\text{pH}=4.8$ ) и водорастворимых соединений фосфора, калия, а также щелочногидролизуемого азота и водорастворимого углерода в подстилках ельников и пихтарников региона. Исследования показывают, что количество подвижного фосфора в подстилках рассмотренных биогеоценозов варьирует в пределах 36-136 мг/100 г подстилки, калия - 65-258 мг, азота - 59-148 мг. Значительная изменчивость содержания подвижных элементов прослеживается и в ряду одноименных типов леса, что обусловлено компонентным составом подстилки, конкретными условиями минерализации органического вещества. Среди изученных элементов доминирует калий. Азот и фосфор имеют сравнительно близкие величины. В более гумифицированном подгоризонте  $A_0^{11}$  отмечено уменьшение фосфора и калия, вследствие выноса этих легкоподвижных элементов в нижние минеральные горизонты почвенным раствором (при участии органических кислот). Количество щелочногидролизуемого азота в нижнем подгоризонте, наоборот, повышается, что связано, по-видимому, переходом биогенного элемента из азотосодержащей органики в более доступную форму. Полученные данные по содержанию подвижных элементов согласуются с результатами исследований М.В. Вайчиса (1975), Э.П. Поповой (1983).

Содержание водорастворимых элементов питания широко варьирует в органогенном горизонте: от 11 до 132 мг/100 г для соединений калия. Причем водорастворимые соединения данных элементов составляют от 32 до 95% от подвижных форм. Это свидетельствует: о мобильности биофильных элементов в лесной подстилке, интенсивном вовлечении их в биологический круговорот; важном значении условий увлажнения (особенно поверхностного, периодически застойного) в генезисе почв и обеспеченности растений питательными веществами. Как и подвижные, водорастворимые соединения фосфора и калия меньше содержатся в нижних горизонтах, вследствие вымывания их и усвоения корнями растений. Количество

водорастворимого углерода составляет в пределах 0.465 – 1.884% от массы подстилки. Уменьшение его в нижних слоях связано, по-видимому, как с вымыванием атмосферными водами, так и формированием при гумификации трудорастворимых углеродосодержащих соединений. Количество водорастворимого растворимого углерода равно 2-4% от его общего содержания в подстилке. Следует отметить, что между подстилками пихтовых и еловых фитоценозов по содержанию подвижных соединений фосфора, калия и углерода достоверных различий не выявлено. Отмечено некоторое превалирование подвижного азота в подстилке пихтарников.

Таблица 6  
Содержание подвижных химических элементов в лесных подстилках

№ ПП	Лесной биогеоценоз	Горизонт	Подвижные			Водорастворимые		
			фосфор	калий	азот	фосфор	калий	угле- род, %
			мг/100г подстилки					
Ельник								
Е-4	Черничный	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	70.8	142.5	67.2	62.0	115.1	1.265
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	52.0	88.5	84.0	37.8	62.2	0.829
		A <sub>0</sub> <sup>111</sup>	40.8	64.5	92.4	12.8	31.8	0.465
Е-14	Черничный	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	85.0	171.0	75.6	37.4	120.0	1.652
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	71.3	132.0	98.0	60.0	91.2	0.967
		A <sub>0</sub> <sup>111</sup>	36.3	105.0	117.6	24.8	64.8	0.870
Е-15	Брусничный	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	91.3	138.0	92.4	82.0	89.4	1.193
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	55.3	118.5	84.0	52.8	62.2	0.604
Е-64	Мшистый	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	91.3	160.5	81.2	75.6	115.0	1.244
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	55.3	85.5	86.8	37.8	59.1	1.088
Е-114	Кисличный	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	132.5	258.0	120.4	110.0	214.4	1.438
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	63.8	108.0	126.0	32.4	71.2	0.698
Е-213	Кисличный	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	91.3	236.0	58.8	65.0	218.1	1.288
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	77.0	145.3	72.8	52.8	89.1	0.906
Е-10	Кислично-липняковый	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	129.0	232.0	92.4	107.4	217.6	1.884
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	98.8	174.0	81.2	82.0	115.1	1.125
Е-27	Кислично-липовый	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	82.5	141.0	78.4	60.0	104.0	1.354
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	75.0	99.0	81.2	43.6	66.6	1.028
Е-82	Кислично-липовый	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	82.5	141.0	89.6	43.6	102.4	1.148
		A <sub>0</sub> <sup>11</sup>	36.3	67.5	95.2	20.0	34.9	0.598
Е-100	Кислично-липняковый	A <sub>0</sub>	88.8	142.5	98.0	60.0	95.2	1.238
Е-5	Снытьево-	A <sub>0</sub> <sup>1</sup>	67.5	176.8	92.4	37.0	86.3	0.520

	липовый	$A_0^{11}$	48.3	82.5	95.2	32.4	56.1	0.489
Е-37	Снытьево-липовый	$A_0^1$	106.3	213.0	98.0	100.0	142.4	1.454
		$A_0^{11}$	44.5	99.0	103.6	40.8	45.4	0.566
Е-89	Снытьево-липовый	$A_0$	55.3	109.5	64.4	52.8	96.8	0.811
Е-94	Пролесниково-липовый	$A_0^1$	125.5	201.0	91.3	117.0	169.6	1.056
		$A_0^{11}$	71.3	96.0	130.5	48.0	54.6	0.979
Е-24	Дубово-лещиновый	$A_0^1$	91.3	225.0	95.2	82.0	208.0	1.413
		$A_0^{11}$	79.0	108.0	114.8	37.8	100.0	1.025
Пихтарник								
П-23	Припойменный	$A_0$	67.5	132.0	67.2	48.0	92.4	0.877
П-170	Кисличный	$A_0^1$	102.5	168.0	117.6	97.4	139.2	1.040
		$A_0^{11}$	52.0	73.5	148.4	16.0	48.5	0.890
П-124	Кислично-лещиновый	$A_0^1$	102.5	174.0	119.3	75.6	152.0	1.423
		$A_0^{11}$	52.0	91.5	138.9	22.0	71.2	0.857
П-125	Кислично-лещиновый	$A_0^1$	82.5	148.5	98.0	37.8	51.5	0.597
		$A_0^{11}$	48.3	76.5	109.2	11.2	54.6	0.890
П-36	Снытьево-лещиновый	$A_0^1$	82.5	141.8	81.2	70.4	124.3	1.515
		$A_0^{11}$	79.0	115.5	103.6	37.8	78.4	1.251
П-110	Пролесниково-лещиновый	$A_0^1$	82.5	161.0	92.4	60.0	104.0	1.202
		$A_0^{11}$	48.3	65.6	145.6	27.0	37.6	0.816
П-135	Кислично-липовый	$A_0^1$	129.0	147.9	95.2	87.0	107.2	1.010
		$A_0^{11}$	95.0	89.3	109.2	60.0	59.1	0.775
П-85	Снытьево-лещиновый	$A_0^1$	98.8	150.5	94.1	60.0	110.4	1.114
		$A_0^{11}$	44.5	71.8	102.5	16.0	32.8	0.624
П-112	Снытьево-липовый	$A_0^1$	106.3	147.9	106.4	92.0	120.0	0.972
		$A_0^{11}$	91.3	138.3	123.2	48.0	63.7	0.832
П-122	Снытьево-лещиновый	$A_0$	63.8	75.3	112.0	43.6	50.0	0.777
П-206	Снытьево-лещиновый	$A_0$	75.0	134.8	105.3	43.6	103.0	1.049
П-56	Пролесниково-липовый	$A_0^1$	136.3	154.0	94.1	132.4	139.2	1.339
		$A_0^{11}$	71.3	85.8	113.7	48.0	57.5	0.673
П-123	Пролесниково-липовый	$A_0$	59.3	122.5	66.1	52.8	98.5	0.972
П-211	Пролесниково-липовый	$A_0^1$	121.5	196.0	88.5	112.0	175.7	0.949
		$A_0^{11}$	75.0	106.8	99.7	60.0	71.2	0.765
П-212	Пролесниково-липовый	$A_0^1$	129.0	234.5	96.9	122.5	204.8	1.279
		$A_0^{11}$	82.5	108.5	102.5	52.8	93.6	1.117

Запасы подвижных элементов в подстилках также варьируют в значительных пределах: фосфора – от 6 до 54 кг/га, калия – от 9 до

97кг/га, азота – от 7 до 85 кг/га. Причем вариация величин запасов подвижных элементов тесно связана с колебаниями запасов самих подстилок. В более молодых фитоценозах, а также в пихтовых лесах с подстилками типа муль и муль-модер наблюдается относительно низкое накопление подвижных элементов.

Сопоставление содержания подвижных соединений фосфора, азота и калия в подстилках темнохвойных лесов с таковыми других фитоценозов региона показало, что лишь азоту ельники уступают дубовым и березовым насаждениям. Присутствие в составе темнохвойных фитоценозов широколиственных пород и разнотравья способствует снижению этих различий.

Таблица 7

Запасы углерода, азота, фосфора и калия в подстилках  
еловых и пихтовых лесов

№ пп	Лесной биогеоценоз	Запас, кг/га				
		валовой		подвижный		
		углерод	азот	фосфор	калий	азот
		Ельник				
Е-4	Черничный	28298	1233	54	97	85
Е-14	Черничный	26660	998	44	95	71
Е-15	Брусничный	18357	715	41	74	51
Е-64	Мшистый	6669	306	17	28	20
Е-114	Кисличный	7895	524	29	53	38
Е-213	Кисличный	14699	423	34	75	27
Е-10	Кислично- липняковый	13249	474	39	70	30
Е-92	Липовый	7275	-	13	22	20
Е-27	Кислично- липовый	9621	382	29	44	30
Е-82	Кислично- липовый	9020	472	20	35	33
Е-5	Снытьево- липовый	11444	420	24	52	39
Е-12	Снытьево- липовый	4331	-	16	25	13
Е-89	Снытьево- липовый	2811	111	6	12	7
Е-1	Пролесниково- липовый	14747	652	19	54	45
Е-24	Дубово- лещиновый	4882	231	15	29	19

		Пихтарник				
П-23	Припойменный	2886	-	7	14	7
П-170	Кисличный	6452	363	16	25	29
П-124	Кислично- лещиновый	4157	265	11	20	20
П-125	Кислично- лещиновый	5115	239	9	16	15
П-36	Снытьево- лещиновый	9578	366	21	34	25
П-85	Снытьево- липовый	8067	367	17	27	25
П-122	Снытьево- липовый	3066	168	7	9	13
П-206	Снытьево- липовый	6736	428	23	40	32
П-56	Пролесниково- липовый	7651	419	28	33	31
П-123	Пролесниково- липовый	3302	177	7	14	8
П-211	Пролесниково- липовый	7426	317	21	32	21
П-212	Пролесниково- липовый	4271	208	15	24	15

#### 2.4. Физико-химические показатели горизонта А<sub>0</sub>

При исследовании генезиса и оценки плодородия почв лесных биогеоценозов важным аспектом является изучение физико-химических свойств подстилок, что отмечали в своих работах многие исследователи лесных экосистем (Степанов, 1929; Зайцев, 1935; Градусов, 1958; Роде, 1943; Кошельников, 1961; Винокуров, Шакиров, 1964; Соколов, Иваницкая, 1971; Богатырев, Щенина, 1989 и др.).

Проведено изучение физико-химических свойств подстилок рассмотренных темнохвойных биогеоценозов, со статистической обработкой величин рН солевой вытяжки горизонта А<sub>0</sub>. Данные исследования показывают, что по физико-химическим показателям подстилки изученных биогеоценозов различаются весьма существенно. В условиях автоморфного ландшафта подстилки еловых фитоценозов обладают слабокислой реакцией: рН солевой вытяжки в среднем составляет 5.2 и 5.3 (соответственно слоям А<sub>0</sub><sup>1</sup> и А<sub>0</sub><sup>11</sup>). Подстилки

пихтовых биогеоценозов характеризуются относительно меньшей кислотностью: среднее значение  $pH_{\text{сол}}$  в подгоризонте  $A_0^1$  равно 5.6, а в подгоризонте  $A_0^{11}$  – 5.7 (реакция близка к нейтральной), что обусловлено зольным составом опада пихтовых лесов и характером процессов его разложения, зависящее от условий среды. Следует отметить, что исследованные пихтовые биогеоценозы произрастают в основном на обогащенных основаниями коричнево-бурых и серых лесных почвах. Причем максимальные значения  $pH$  солевой вытяжки выявлены в пихтарнике снытьево-лещиновом (П-36) и снытьево-липовом (П-85) с широким участием в составе фитоценозов широколиственных пород и пышного разнотравья.

Таблица 8

Физико-химические показатели подстилок темнохвойных биогеоценозов

Лесной биогеоценоз, № ПП	Гори зонт	pH		Гидролитич.к исл.	Обменные катионы			Насыщенность основаниями, %
		водный	солевой		Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Su	
								мг.экв/100 г почвы
								<b>Ельник</b>
Черничный, Е-4	$A_0^1$	4.73	4.19	46.9	19.0	9.0	28.0	37.4
	$A_0^{11}$	4.38	3.67	77.2	18.4	10.5	28.9	27.2
	$A_0^{111}$	4.01	3.14	77.2	17.4	8.8	26.2	25.3
Черничный, Е-14	$A_0^1$	5.05	4.57	39.9	18.5	13.0	31.5	44.1
	$A_0^{11}$	5.20	4.71	47.6	21.4	14.2	35.6	42.8
	$A_0^{111}$	4.34	3.60	73.3	20.0	9.0	29.0	28.3
Брусничный, Е-15	$A_0^1$	5.66	5.33	34.7	41.8	13.3	55.1	61.4
	$A_0^{11}$	5.41	4.80	42.4	34.9	15.0	49.9	54.1
Мшистый, Е-64	$A_0^1$	5.50	4.89	43.1	33.4	11.2	44.6	50.9
	$A_0^{11}$	5.10	4.49	45.1	41.7	9.0	50.7	52.9
Кисличный, Е-114	$A_0^1$	5.77	5.22	37.3	27.2	17.4	44.6	54.5
	$A_0^{11}$	5.17	4.57	50.2	35.9	10.9	46.8	48.2
Кисличный, Е-213	$A_0^1$	5.28	4.77	34.1	24.4	14.4	38.8	53.2
	$A_0^{11}$	5.59	5.17	35.4	46.0	11.6	57.6	61.9
Кислично-липняковый, Е-10	$A_0^1$	5.40	5.04	33.4	28.9	11.1	40.0	54.5
	$A_0^{11}$	5.57	5.26	32.0	38.7	13.0	51.7	61.8
Кислично-липовый, Е-27	$A_0^1$	5.31	4.94	32.2	35.6	10.6	46.2	58.9
	$A_0^{11}$	5.45	5.01	29.6	37.5	12.2	49.7	62.7
Кислично-липовый, Е-82	$A_0^1$	5.63	5.12	29.6	35.1	10.4	45.5	60.6
	$A_0^{11}$	5.59	5.06	33.4	52.6	12.2	64.8	66.0
Кислично-липовый, Е-100	$A_0$	5.80	5.57	25.1	54.0	14.5	68.5	73.2

Снытьево-липовый, Е-5	A0 <sup>1</sup>	5.30	4.72	38.6	30.0	11.0	41.0	51.5
	A0 <sup>11</sup>	5.27	4.65	37.3	39.3	10.5	49.8	57.2
Снытьево-липовый, Е-37	A0 <sup>1</sup>	5.60	5.21	33.4	59.1	8.8	67.9	67.0
	A0 <sup>11</sup>	5.89	5.40	30.9	37.7	12.1	49.8	61.7
Снытьево-липовый, Е-89	A0	5.69	5.26	28.3	39.9	13.7	53.6	65.4
Пролесниково-липовый, Е-94	A0 <sup>1</sup>	5.67	5.34	31.2	45.6	12.4	58.0	65.0
	A0 <sup>11</sup>	5.96	5.46	30.2	63.2	14.0	77.2	71.9
Дубово-лещиновый, Е-24	A0 <sup>1</sup>	5.50	5.10	29.6	34.8	10.7	45.5	60.6
	A0 <sup>11</sup>	6.05	5.69	21.9	47.7	19.2	66.9	75.3
<b>Пихтарник</b>								
Припойменный, П-23	A0	5.71	5.34	29.6	46.8	12.4	59.2	66.7
Кисличный, П-170	A0 <sup>1</sup>	5.92	5.47	33.4	47.2	13.4	60.6	64.5
	A0 <sup>11</sup>	5.33	4.70	47.6	45.4	12.6	58.0	54.9
Кислично-лещиновый, П-124	A0 <sup>1</sup>	6.07	5.66	31.2	52.9	11.7	64.6	67.4
	A0 <sup>11</sup>	6.11	5.70	29.2	56.5	13.3	69.8	70.5
Кислично-лещиновый, П-125	A0 <sup>1</sup>	5.63	5.06	31.6	47.9	12.0	59.9	65.5
	A0 <sup>11</sup>	5.84	5.27	30.0	50.8	20.6	71.4	70.4
Снытьево-лещиновый, П-36	A0 <sup>1</sup>	5.76	5.56	26.3	53.4	15.0	68.4	72.2
	A0 <sup>11</sup>	6.21	5.99	20.6	54.4	16.6	71.0	77.5
Пролесниково-лещиновый, П-110	A0 <sup>1</sup>	5.81	5.40	22.5	53.0	15.5	68.5	75.3
	A0 <sup>11</sup>	5.94	5.66	21.2	54.6	21.4	76.0	78.2
Кислично-липовый, П-135	A0 <sup>1</sup>	6.19	5.76	25.7	53.6	14.2	67.8	72.5
	A0 <sup>11</sup>	6.26	5.90	23.2	66.6	16.0	82.6	78.1
Снытьево-липовый, П-85	A0 <sup>1</sup>	6.32	5.91	23.2	59.6	15.8	75.4	76.5
	A0 <sup>11</sup>	6.54	6.35	15.4	71.9	21.6	93.5	85.9
Снытьево-липовый, П-112	A0 <sup>1</sup>	6.23	5.81	22.5	53.7	12.0	65.7	74.5
	A0 <sup>11</sup>	6.06	5.65	23.9	59.4	14.1	73.5	75.5
Снытьево-липовый, П-122	A0	6.11	5.78	27.0	66.9	18.6	85.5	76.0
Снытьево-липовый, П-206	A0	6.21	5.66	26.7	46.1	10.5	56.6	67.9
Пролесниково-липовый, П-56	A0 <sup>1</sup>	5.57	5.18	36.0	37.9	13.3	51.2	58.7
	A0 <sup>11</sup>	5.96	5.10	33.4	73.9	10.6	84.5	71.7
Пролесниково-липовый, П-123	A0	5.98	5.47	28.3	57.1	10.8	67.9	70.6
Пролесниково-липовый, П-211	A0 <sup>1</sup>	6.02	5.64	25.7	51.5	7.1	58.6	69.5
	A0 <sup>11</sup>	6.07	5.72	24.4	61.7	9.0	70.7	74.3
Пролесниково-липовый, П-212	A0 <sup>1</sup>	6.10	5.79	15.9	46.6	9.9	56.5	78.0
	A0 <sup>11</sup>	5.97	5.60	15.2	54.7	11.3	66.0	81.3

Такая же тенденция распределения по типам леса характерна и для рН водной суспензии. Обращает внимание, что коэффициент вариации

величин  $pH_{\text{солевой}}$  вытяжки лесных подстилок в темнохвойных формациях составляет от 3 до 10%. Даже внутри одного биогеоценоза разница между минимальными и максимальными величинами  $pH_{\text{солевой}}$  вытяжки подстилок доходит до 1.3 – 1.6 ед.

Для проверки положения о самой кислой реакции лесных подстилок еловых биогеоценозов проведено исследование физико-химических показателей горизонта  $A_0$  и сосновых экосистем автоморфных ландшафтов Среднего Поволжья. Исследованиями установлено, что в ряду хвойных формаций (еловых, пихтовых и сосновых) наибольшей кислотностью обладают подстилки сосняков: средняя величина  $pH_{\text{сол}} = 4.5 - 4.7$  (среднекислая группа  $pH_{\text{сол}}$ ). И.М.Розанова (1960) также отмечает более высокую кислотность органогенного горизонта  $A_0$  в сосновых лесах.

Достоверность расхождения средних значений  $pH$  солевой вытяжки подстилок хвойных биогеоценозов изучали  $t$ -критерием Стьюдента:

$$t = \frac{(X_{\text{ср.1}} - X_{\text{ср.2}})}{\left(\sqrt{m_1^2 + m_2^2}\right)} > 3$$

где  $X_{\text{ср.1}}$  и  $X_{\text{ср.2}}$  - средние значения исследуемой величины;  
 $m_1$  и  $m_2$  – ошибки этой величины.

Исследования показали, что расхождение средних значений  $pH$  солевой вытяжки лесных подстилок статистически достоверно ( $t > 3$ ) между всеми хвойными формациями, с учетом подгоризонтов  $A_0^1$  и  $A_0^{11}$ .

Что касается кислотности различных слоев лесной подстилки, то она в одних случаях выше в подгоризонте  $A_0^1$ , в других случаях – в подгоризонте  $A_0^{11}$ . Это объясняется, по-видимому, особенностями лесорастительных условий конкретного участка, обуславливающие и условие разложения. Аналогичное распределение по биогеоценозам автоморфного ландшафта имеет величины гидролитической кислотности: в подстилке ельников она равна 22-50 мг.экв/100 г вещества (в среднем 34.1 мг.экв), несколько меньше ее значение в пихтовых лесах – 15-48 мг.экв (в среднем 26.5 мг.экв). Наименьшие значения гидролитической кислотности выявлены в ельнике дубово-лещиновом. Наиболее высокие величины обменной и гидролитической

кислотности наблюдается в подстилках ельников черничных (Е-4 и Е-14) в переувлажненных условиях. Разложение органических остатков в грубогумусной подстилке данных биогеоценозов происходит при преобладающем участии грибов и сопровождается сильным насыщением ионами  $H^+$  (Зонн, 1954). Подстилки сосняков в ряду хвойных биогеоценозов атмосферного увлажнения отличаются наиболее высокими значениями гидролитической кислотности – 36-52 мг.экв/100 г вещества ( в среднем 42.1 мг.экв).

По содержанию обменных катионов кальция и магния превалируют подстилки пихтовых фитоценозов (в среднем 68.6 мг.экв/100 г вещества), где выявлены и наиболее высокие величины степени насыщенности основаниями (в среднем – 72.1%). Относительно меньше содержат обменных оснований (в среднем 52.7 мг.экв) и насыщены ими (в среднем – 60.4%) подстилки еловых лесов, вследствие обедненности их по сравнению с пихтарниками валовым кальцием и магнием. По мнению С.В.Зонна и Н.И.Базилевич (1966), количество обменных катионов органических остатков большей частью соответствует их общему содержанию в золе подстилки. Минимальные значения обменных оснований и степени насыщенности основаниями определены в сильноокислых подстилках ельников черничных, а максимальные величины – в пихтарниках снытьево-липовых (П-85 и П-122). Относительно распределения обменных  $Ca^{2++}$  и  $Mg^{2++}$  по профилю органогенного горизонта можно отметить, что в нижних более измельченных и разложенных слоях в большинстве случаев происходит накопление оснований.

По физико-химическим показателям подстилки елово-пихтовых фитоценозов расположены между подстилками сосновых и лиственных биогеоценозов. По нашим исследованиям, горизонт  $A_0$  дубовых и березовых насаждений характеризуется близкой к нейтральной реакцией солевой вытяжки (в среднем  $pH_{сол.} = 5.9$ ) и более обогащен обменными катионами кальция и магния, что обусловлено более высоким содержанием оснований в опаде данных фитоценозов.

Таблица 9

Статистические показатели распределения рН<sub>сол.</sub> в подстилках  
темнохвойных биогеоценозов автоморфного ландшафта

Тип леса	Гори- зонт	Основные статистические показатели					
		n	X <sub>min</sub> ...X <sub>max</sub>	X <sub>ср</sub>	+/-m	+/-δ	V,%
<b>Ельники</b>							
липовые, кисличные, дубово-лещиновые, мшистые	A0 <sup>1</sup>	29	4.7...5.7	5.2	0.05	0.25	5
	A0 <sup>11</sup>	29	4.5...5.9	5.3	0.08	0.42	8
<b>Пихтарники</b>							
кисличные, липовые, лещиновые	A0 <sup>1</sup>	16	5.1...6.0	5.6	0.07	0.26	5
	A0 <sup>11</sup>	16	5.4...6.4	5.7	0.06	0.24	4
<b>Внутри типа леса</b>							
Е.кислично-липовый (Е-12)	A0 <sup>1</sup>	10	4.1...5.4	5.0	0.14	0.46	9
	A0 <sup>11</sup>	10	4.9...5.9	5.5	0.11	0.33	6
Е.снытьево-липовый (Е-89)	A0	11	4.3...5.9	5.3	0.14	0.47	9
П.снытьево-липовый (П-122)	A0	11	5.4...5.9	5.6	0.05	0.16	3
П.кислично- лещиновый (П-125)	A0	10	5.4...6.0	5.7	0.06	0.20	4
Е.мшистый (Е-64)	A0 <sup>1</sup>	11	4.6...5.3	5.0	0.06	0.21	4
	A0 <sup>11</sup>	11	4.2...5.8	5.1	0.15	0.49	10

## 2.5. Классификационное положение подстилок темнохвойных лесов Среднего Поволжья

В настоящее время внимание многих исследователей привлекают вопросы классификации лесных подстилок, основы которой были заложены датским ученым П.Э.Мюллером. Вопросы подразделения подстилок на типы и группировки освещены в трудах Н.И.Степанова (1929), И.А.Тюрина (1933), Н.П.Ремезова (1953), В.С.Шумакова (1958), С.Н.Кощелькова (1961), С.В.Зонна (1964, 1974), Л.Г.Богатырева и А.Д.Флесса (1983) и др. Важное значение лесных подстилок в диагностике лесных почв отмечает О.Г.Чертов (1988).

В настоящей работе на основе полученного материала мы постарались классифицировать подстилки изученных темнохвойных биогеоценозов в рамках существующих терминологий: муть, модер, мор. Хотя многие авторы (Тюрин, 1933; Роде, Смирнов, 1972; Зонн, 1974; Дюшофур, 1970, Чертов, 1978; Eisenreich H, Nebe W, 1967, Сапожников, 1988 и др.) подразумевают под этими терминами всю совокупность

органического вещества, содержащегося в лесной подстилке и гумусовом горизонте, мы приняли их относительно лесной подстилки.

Таблица 10

Классификационное положение подстилок темнохвойных биогеоценозов района исследования

Тип и подтип (синонимы)		Строение и морфологическая характеристика	Тип леса (и условия увлажнения)
Муль (опадная, мягкогумусовая, сильноразложившаяся)		$A0^1(+A0^{11})$ , $A0^1-A0^{11}$ : почти полностью сохранивший форму опад предыдущего года, контрастный переход в горизонт $A1$ или с хорошо разложившимся слоем $A0^{11}$	Ельник липовый, дубово-лещиновый. Пихтарник липовый, лещиновый, припойменный (автоморфные)
Модер (переходная, среднеразложившаяся, среднегоумусовая)	муль-модер	$A0^1-A0^{11}(+A0^{111})$ : Слой $A0^{11}$ выражен, заметно измельчен и разложившийся, переход ясный; при наличии слабовыраженного слоя $A0^{111}$ переход заметный	Ельник липовый, кисличный. Пихтарник липовый, лещиновый, кисличный (автоморфные)
	модер	$A0^1-A0^{11}$ ; $A0^{111}$ - фрагментарный. Слой $A0^{11}$ выражен ясно, слабо измельчен, подстилка слабо уплотнена, связана мицелием, хорошо отделяется от минерального горизонта; при поверхностном переувлажнении имеется горизонт $A0A1$	Ельник кисличный, кислично-липняковый, мшистый, липовый. Пихтарник кисличный (автоморфные периодически поверхностно переувлажненные)
	мор-модер	$A0^1-A0^{11}$ ( $A0A$ ): Слой $A0^{11}$ выражен ясно, состоит из слаборазложившегося растительного материала, с чертами слоистости; пронизан ризоидами и мицелиями; $A0A1$ - тонкий слой землистой консистенции	Ельник брусничный, черничный (периодический избыточно увлажненные)
Мор		$A0^1-A0^{11}-A0^{111}-A0A1$ : Слой $A0^{11}$ слаборазложившийся с хорошо распознаваемыми растительными остатками, с войлочным или слоистым сложением, относительно плотный, связанный мицелием и ризоидами, с признаками торфянистости; $A0A1$ выражен, землистой консистенции; слои ясно отделяются по цвету и степени разложенности	Ельник черничный (полугидроморфные)

Основными критериями при выделении типов и подтипов подстилок были взяты следующие показатели: строение профиля, мощность, запас, кислотность подстилок, отношение мощности горизонта  $A_0$  к мощности гумусового слоя. Вычисленные Т-критерии Стьюдента показывают, что различия связано несколькими факторами: некоторой субъективностью при подразделении подстилок и степенью ее разложения.

Подстилка типа муть формируется в ельниках сложных, пихтарниках липовых, лещиновых с разнотравным напочвенным покровом, произрастающих в основном на коричнево-бурых лесных, серых лесных почвах, рендзинах. Мулевая подстилка образуется и в пихтарнике припойменном на дерновой аллювиальной почве. Подстилка типа муть часто однослойная, при подразделении на подгоризонты второй слой обычно гумифицирован. Данному типу подстилок присуща малая мощность, относительно низкий запас. Реакция солевой вытяжки близкая к нейтральной или слабокислая. В биогеоценозах с мулевым типом подстилки формируются довольно мощный гумусовый слой.

Подстилка подтипа муть-модер образуется в условиях атмосферного увлажнения, под пологом ельников и пихтарников липовых и кисличных, а иногда и пихтарников лещиновых. Формируется на различных почвах автоморфного ландшафта. Реакция солевой вытяжки варьирует от слабокислой до близкой к нейтральной. Подгоризонт  $A_0$ <sup>11</sup> в основном ферментативный, иногда в минеральную часть переходит со слоем гумификации.

Подстилка типа модер развивается под пологом ельников и пихтарников кисличных, ельников кислично-липняковых, мшистых, а иногда и липовых, формирующихся на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, типично-подзолистых, серых лесных почвах. Переходные среднеразложившиеся подстилки могут образоваться и на коричнево-бурых лесных оподзоленных почвах, в условиях периодического поверхностного переувлажнения, часто с формированием слоя  $A_0A_1$ . Данный подгоризонт отличается от таковых подстилок типов мор и мор-модер темно-бурой окраской и большей пылеватостью. Характерна более кислая реакция среды, нежели таковая подстилки типа муть. Реакция солевой вытяжки варьируют до среднекислой.

Подстилка подтипа мор-модер образуется в ельниках брусничных и черничных, в условиях грунтового периодически избыточного увлажнения. Подстилка имеет в основном кислую реакцию водной суспензии, среднекислую и сильнокислую реакцию солевой вытяжки, большие запасы органики. Она формируется на среднеподзолистых и сильноподзолистых песчаных почвах со слабовыраженным гумусовым горизонтом  $A_1A_2$ . Подгоризонт  $A_0^{111}$  обычно не выражен. Здесь начинает формироваться слой  $A_0A_1$  землистой консистенции и черной окраски.

Подстилка типа мор образуется в регионе в ельниках черничных, часто с примесью березы, со сфагново-чернично-зеленомошным напочвенным покровом, в выраженных полугидроморфных условиях. Присуще четкое разделение на все три подгоризонта:  $A_0^1 + A_0^{11} + A_0^{111}$  и плюс черный, землистый органо-минеральный слой  $A_0A_1$ . Грубогумусные подстилки наименее насыщены основаниями, сильнокислые, содержат наибольшие запасы органических веществ; формируется на подзолах или типично-сильноподзолистых почвах легкого гранулометрического состава.

Таблица 11

Параметры характеристики выделенных типов (подтипов)  
подстилок темнохвойных биогеоценозов района исследования

Тип и подтип подстилки	Мощность, см	Запас, т/га	pH водный	pH солевой	$A_0$ $A_1+AB(A_1A_2)$
Муль	<u>2.0</u>	<u>12.8</u>	<u>6.0</u>	<u>5.6</u>	<u>0.08</u>
	1.5-2.5	9.9-17.1	5.6-6.4	5.2-6.1	0.06-0.10
Муль-модер	<u>2.5</u>	<u>21.7</u>	<u>5.9</u>	<u>5.5</u>	<u>0.14</u>
	1.8-3.3	14.2-28.5	5.5-6.2	5.1-5.8	0.08-0.22
Модер	<u>3.2</u>	<u>32.4</u>	<u>5.5</u>	<u>5.1</u>	<u>0.20</u>
	2.4-4.0	20.4-41.8	5.1-5.9	4.6-5.5	0.10-0.39
Мор-модер	<u>5.0</u>	<u>46.5</u>	<u>5.1</u>	<u>4.6</u>	<u>1.67</u>
	4.0-6.5	36.6-55.6	4.7-5.5	4.0-5.1	0.83-2.50
Мор	<u>7.4</u>	<u>83.6</u>	<u>4.4</u>	<u>3.8</u>	<u>2.33</u>
	6.0-8.5	66.1-95.6	4.2-4.9	3.2-4.3	1.17-3.50

Для района исследования наиболее характерны подстилки типов муль, муль-модер и модер, а мор-модер и мор встречаются реже,

спорадически. Предложенное распределение подстилок приемлемо в основном для коренных типов темнохвойных лесов региона. С увеличением возраста и изменением полноты древостоев меняется характер формирования лесной подстилки. Изменения состава фитоценоза, условий увлажнения, способствующие изменению микроклимата под пологом леса, гидротермического режима в верхних горизонтах почв могут отразиться на смене классификационного ранга подстилки. В условиях региона, при сохранении типа леса, такие перемены могут привести к смене подстилок на подтиповом уровне, а в случае изменения типа биогеоценоза – и на уровне типа подстилки. Данное классификационное положение приемлемо и для других лесных биогеоценозов центральных районов Среднего Поволжья. При этом целесообразно указать формацию, в которой формируется органогенный горизонт. Например, пихтовая мулевая, еловая груборазложившаяся (мор). Учитывая, что каждый тип подстилки по-своему влияет на генезис и плодородие почв, лесовозобновление, продуктивность фитоценозов, предложенное классификационное положение имеет практическое значение для почвоведов, экологов, работников лесного хозяйства, лесоустроителей.

### **Выводы**

1. Влияние еловых и пихтовых лесов на генезис и свойства почв проявляется через особый биогеогоризонт — лесную подстилку, которая является генетической и динамичной частью почвенного профиля. Формирование данного органогенного горизонта зависит от деятельности биоценоза. Следовательно, её необходимо рассматривать, с одной стороны, как неотъемлемую часть почвенного, а с другой — считать самостоятельным компонентом лесной экосистемы, выполняющей важные экологические функции в системе почва-растение-почва.

2. Формирование подстилки темнохвойных лесов центральных районов Среднего Поволжья протекает под воздействием широкого спектра экологических факторов: климатических, почвенно-грунтовых, растительности, форм рельефа. При этом почвенно-климатические условия и фитоценозов являются прямого влияния, а полнота древостоя, сомкнутость полога, формы рельефа — косвенного

воздействия. Почвообразующие и подстилающие породы, в зависимости от глубины залегания и химического состава, могут иметь как прямое, так и косвенное влияние.

3. В ряду изученных темнохвойных биогеоценозов запасы подстилок различаются в зависимости от состава лесных фитоценозов и почвенно-экологических условий. От пихтовых фитоценозов к еловым и от автоморфных почв к полугидроморфным условиям наблюдается увеличение запасов подстилок и её мощности. В пределах одноименного типа леса и типа лесорастительных условий с возрастом древостоев и повышением их абсолютной полноты запасы подстилок также повышаются.

4. В подстилках биогеоценозов преобладающими биофильными элементами (кроме углерода) являются: азот, кремний, кальций; несколько меньше — алюминий, железо, незначительную долю занимают магний, калий, фосфор и натрий. Более высоким содержанием Са характеризуются пихтовые подстилки, а относительно низким — еловые. Последним присуща и наименьшая «чистая» зольность. Участие в составе темнохвойных фитоценозов широколиственных пород и пышного разнотравья повышает обогащенность подстилок основаниями и общую их зольность.

5. В однотипных биогеоценозах в переувлажненных местах обитания, а в автоморфных условиях — с возрастом древостоя повышаются запасы биофильных элементов в подстилках.

6. Елово-пихтовые подстилки района исследования в основном сильно и среднеразложившиеся, обогащены подвижными соединениями калия, фосфора и азота, в том числе и водорастворимыми. Это свидетельствует об активном участии биогеогоризонта лесных экосистем в обеспечении растений элементами питания и воздействии на процессы почвообразования.

7. В ряду изученных фитоценозов наиболее кислой реакцией обладают подстилки под еловыми насаждениями, особенно в полугидроморфных условиях, где формируются подстилки типа мор и мор-модер. Последним присуще и свойство высокого водопоглощения. Поэтому оподзаливающее влияние ели проявляется в основном в условиях периодического или сезонного избыточного увлажнения, при формировании агрессивных органических кислот, и в почвах,

формирующихся на относительно бедных почвообразующих породах. В почвах, развивающихся на более обогащенных основаниями материнских породах и в условиях непродолжительного переувлажнения, воздействие ели отражается в выщелачивании элементов из верхних горизонтов, лессивировании. В автоморфных почвах региона, сформировавшихся на породах богатых карбонатами (пермских глинах и мергелях, известняках, лессовидных суглинках), и под коренными еловыми фитоценозами, особенно при участии широколиственных пород, преобладают буроземообразование и усиленный процесс. Подстилки пихтовых биогеоценозов, характеризующиеся близкой к нейтральной (и слабокислой) реакцией, более высокой водопроницаемостью и насыщенностью основаниями, способствуют развитию в почвах процессы зависят в основном от характера разложения, обусловленное конкретным сочетанием экологических факторов среды.

8. Лесным подстилкам присуща динамичность, что позволяет при помощи различных мероприятий изменить их свойства, оказывая тем самым воздействие на генезис и плодородие почв, на возобновление и производительность древостоев. Это достигается смешением пород в фитоценозах, регулированием их полноты и сомкнутости полога, изменением условий увлажнения и активизацией биохимических процессов в верхних горизонтах почв различными лесокультурными и мелиоративными мероприятиями, сохраняя при этом почвозащитные и водорегулирующие свойства лесных подстилок.

### **Контрольные вопросы.**

1. С какой целью проводится изучение взаимосвязи почв и растительности в природных ландшафтах? 2. Какие способы исследования взаимосвязи почв и растительности в лесных экосистемах Вы знаете? 3. Расскажите о программе проведения комплексных лесоводственно-таксационных и почвенно-грунтовых исследований в лесных биогеоценозах (на примере еловых и пихтовых лесов). 4. Какова роль лесной подстилки в лесных экосистемах? 5. Расскажите о подстилке темнохвойных лесов Среднего Поволжья. 6. Как влияет подстилка еловых и пихтовых фитоценозов на почвы?

### 3. ТЕМНОХВОЙНЫЕ ЛЕСА И ПОЧВЫ

Изучению типологии лесных биогеоценозов Среднего Поволжья посвящено значительное число научных работ (Гордягин, 1921; Колпиков, 1966; Чистяков, Денисов, 1958, 1959; Данилов, 1966; Денисов, 1966; Порфирьев, 1950, 1977; Аглиуллин, Мурзов, 1986; Аглиуллин, 1991; Газизуллин, 1993; Гилаев, 1998, и др.). В этих работах много внимания уделено и изучению типов темнохвойных лесов. В своих исследованиях мы не ставили целью разработать типологию еловых и пихтовых биогеоценозов. В работе использовали типы леса, предложенные предшественниками (Сукачев, 1930, 1972; Жилкин, 1928; Порфирьев, 1950; Чистяков, Денисов, 1959; Краснобаева, 1976). Следует подчеркнуть, что разработка вопросов типологии лесных сообществ является важной предпосылкой организации рационального ведения лесного хозяйства, природопользования, основа создания регионального лесного кадастра (Гельтман, Ловчий, 1990).

Наряду с исследованием типов леса в лесоводстве в лесной биогеоценологии актуальны и вопросы изучения и типов лесорастительных условий. Тип лесорастительных условий определяется по почвам, почвообразующим породам, рельефу и условиям увлажнения (Благовидов, Бурков, 1959; Шумаков, Кураев, 1973; Коновалов, Шебалов, 1975). В практике лесного хозяйства широко используется тип лесорастительных условий, устанавливаемый по богатству и влажности почвогрунтов, предложенных П.С. Погребняком. Сходные, но более раздробленную эдафическую сетку предлагает и Д.В. Воробьев (1967). Почвенно-экологическая группировка места обитания разработана для лесов Литвы (Вайчес, Лабанаускас, 1972). О.Г. Чертов (1981) изучая почвенно-экологическую структуру лесных земель западной провинции южной тайги, основной единицей экологии лесных земель выделяет тип земель (тип лесорастительных условий). При этом основными факторами среды, определяющими тип лесных земель, являются: гранулометрический состав почв и почвообразующих пород, качества лесного гумуса, степень дренированности территории, рельеф.

В лесной экологии зарубежных авторов типу лесорастительных условий соответствует тип местообитания или местопроизрастания,

устанавливаемый по климату, почвообразующим породам, почвам, грунтовым водам, рельефу, форме гумуса (Ramann, 1893, Hartman, 1952; Nede, 1966; Спуур, Барнес, 1984; Wilde, 1958; Lemmon, 1971 и др.). Следует отметить, что в учениях зарубежных авторов при выделении типов местообитания все больше уделяется внимание экологическим аспектам, с определением экологического потенциала условий местопроизрастания.

С целью установления закономерностей взаимосвязей между растительностью темнохвойных биогеоценозов, почвами, почвообразующими породами и рельефом в условиях центральных районов Среднего Поволжья, как отмечалось выше, нами проведены комплексные исследования в основных типах елово-пихтовых лесов автоморфного и полугидроморфного ландшафтов, с определением лесоводственно-таксационных характеристик фитоценозов. Это позволило выявить сопряженность основных типов темнохвойных биогеоценозов и почв района исследования, дать почвенно-экологическую характеристику елово-пихтовых лесов, оценку потенциального плодородия лесных почв, определить количественные параметры влияния почвенных показателей на продуктивность древостоев.

Исследованиями установлено (табл.12), что каждому типу еловых и пихтовых биогеоценозов соответствует широкий экологический ряд типов почв. Проведем почвенно-экологическую и лесоводственную характеристику темнохвойных биогеоценозов рассматриваемого региона.

**Ельники черничные и брусничные** встречаются в районе Оршанско-Кокшагской волнистой равнины и Марийской песчаной низменности. На слабых понижениях равнинных мест, в условиях полугидроморфного ландшафта, сформированы ельники черничные. В древостое к ели примешиваются сосна, береза, реже осина. Подрост редкий, из тех же пород. Подлесок развит слабо, состоит из крушины, рябины, ракитника, жимолости, можжевельника. В живом напочвенном покрове преобладают черника и зеленые мхи, встречаются также ландыш, брусника, майник, а в микропонижениях - сфагнум. Класс бонитета древостоя - II-III, тип лесорастительных условий (ТЛУ) изменяется от А<sub>3</sub> до С<sub>3</sub>. Ельники черничные произрастают на

супесчано-песчаной элювиально-гумусово-железистых подзолах или на типичных среднеподзолистых или сильно подзолистых почвах. Почвообразующими породами является флювиогляциальные и древнеаллювиальные отложения, подстилаемые часто плотными суглинками породами. Для нижних горизонтов почв характерно оглеение. Подстилка типа мор, реже – мор-модер (табл.13).

Ельники брусничные занимают относительно повышенные места. В фитоценозе в примеси участвуют сосна, береза, осина. Древостой II-III класса бонитета. В подросте распространены те же породы. В подлеске – рябина, ракитник, можжевельник, реже – клён. В травяном покрове преобладают брусника, зелёные мхи, встречаются майник, медуница, черника, костяника, ландыш. Почва – типично-подзолистая рыхлопесчаного или супесчаного гранулометрического состава (ТЛУ – от  $A_2$  до  $C_2$ ). Подстилка типа мор-модер.

Почва ельников черничных и брусничных характеризуются маломощным гумусовым слоем ( $A_0A_1 + A_1A_2$ ) – 1 — 6 см, низким содержанием гумуса в лесных горизонтах – 0.2 — 1.3 %, формируются на почвообразующих породах со средне- и сильнокислой реакцией солевой вытяжки.

**Ельник мшистый.** Распространен в области Вятского Увала (южные районы Кировской области и северные районы Республики Марий Эл) и в районе Оршанско-Кокшагской волнистой равнины. Занимает ровные места. В составе древостоя явно доминирует ель (класс бонитета I-II) примешиваются пихта, сосна, береза. Подрост представлен елью и пихтой. Подлесок развит слабо, состоит из крушины, рябины, жимолости. В травяном покрове господствуют зелёные мхи, редко имеются майник, седмичник, осока, ландыш, грушанки. Ельники мшистые произрастают на бурых лесных и дреново-подзолистых почвах различного гранулометрического состава ( $C_2$ ). Более продуктивные фитоценозы формируются на коричнево-бурых лесных оподзоленных почвах, развитых на пермских породах ( $D_2$ ). Ельник мшистый встречается на почвах, сформированных на двучленных наносах нередко с подстилкой корбанатной породой. Характерна подстилка типа модер от слабо кислой до сильно кислой реакции  $pH_{\text{сол}}$ . Мощность гумусового слоя ( $A_1+AB(A_1A_2)$ ) достигает 15 — 23 см с вариацией содержания гумуса от 0.9 до 4.0%.

Сопряженность основных типов темнохвойных биогеоценозов и почв района исследования

Тип леса	Почва	Почвообразующая порода	Класс бонитета ТЛУ*
Ельник черничный	Подзол песчаный иллювиально-гумусово-железистый	Древнеаллювиальный или флювиогляциальный песок	<u>II-III</u> B <sub>3</sub>
	Типично-подзолистая песчаная	Древнеаллювиальный или флювиогляциальный песок	<u>II</u> B <sub>3</sub>
	Типично-подзолистая супесчаная	Многочленный нанос	<u>II-III</u> B <sub>3</sub> - C <sub>3</sub>
Ельник брусничный	Типично-подзолистая песчаная	Древнеаллювиальный или флювиогляциальный песок	<u>II-III</u> B <sub>2</sub>
	Типично-подзолистая супесчаная	Многочленный нанос	<u>II</u> B <sub>2</sub> - C <sub>2</sub>
Ельник мшистый	Дерново-подзолистая супесчаная	Многочленный нанос	<u>II</u> C <sub>2</sub>
	Дерново-подзолистая суглинистая	Покровный суглинок	<u>I</u> C <sub>2</sub>
	Бурая лесная связанно-песчаная и супесчаная	Двучленный нанос	<u>II-I</u> C <sub>2</sub>
	Коричнево-бурая лесная оподзоленная суглинистая	Элювий-делювий пермских пород	<u>I</u> D <sub>2</sub>
Ельник кислично-липняковый	Дерново-подзолистая связанно-песчаная и супесчаная	Древнеаллювиальный псевдофибровый песчаный или супесчаный нанос	<u>II</u> B <sub>2</sub> - C <sub>2</sub>
		Древнеаллювиальное слоистое отложение	<u>II-I</u> C <sub>2</sub>
Ельник кисличный	Дерново-подзолистая суглинистая	Покровный или делювиальный суглинок	<u>I</u> C <sub>2</sub>

	Дерново-подзолистая супесчаная	Многочленный нанос	<u>II-I</u> C <sub>2</sub>
	Коричнево-бурая лесная оподзоленная суглинистая	Элювий-делювий пермских пород	<u>I- Ia</u> D <sub>2</sub>
Ельник липовый	Коричнево-бурая лесная суглинистая	Элювий пермских пород	<u>I- Ia</u> D <sub>2</sub>
	Коричнево-бурая лесная оподзоленная суглинистая	Элювий пермских пород	<u>II-I</u> C <sub>2</sub> - C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub>
	Бурая лесная супесчаная	Двучленный нанос	<u>II-I</u> C <sub>2</sub> - D <sub>2</sub>
		Древнеаллювиальный полиминеральный слоистый песок	<u>II</u> B <sub>2</sub> -C <sub>2</sub>
	Серая лесная суглинистая	Лёссовидный или облессованный делювиальный суглинок	<u>I- Ia</u> D <sub>2</sub> -C <sub>2</sub>
	Рендзина выщелоченная суглинистая	Элювий пермских известняков или мергелей	<u>I</u> D <sub>2</sub>
	Дерново-подзолистая суглинистая	Делювиальный или покровный суглинок	<u>II-I</u> C <sub>2</sub>
	Дерново-подзолистая супесчаная контактно-глееватая	Двучленный нанос	<u>II</u> C <sub>2</sub> - C <sub>3</sub>
Дерново-подзолистая грунтово-глееватая суглинистая	Покровный суглинок	<u>II</u> C <sub>3</sub>	
Ельник дубово-лещиновый	Серая лесная суглинистая	Лёссовидный суглинок	<u>I- Ia</u> D <sub>2</sub>
Ельник пойменный	Аллювиальная луговая суглинистая (супесчаная)	Современный аллювий	<u>II</u> B <sub>2</sub> -B <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> - C <sub>3</sub>
	Аллювиальная дерновая суглинистая	Аллювиальное слоистое суглинисто-супесчаное отложение	<u>II-I</u> C <sub>2</sub> -C <sub>3</sub>
Пихтарник кисличный	Коричнево-бурая лесная оподзоленная суглинистая	Элювий или элювий-делювий пермских пород	<u>I</u> D <sub>2</sub>

	Дерново-подзолистая суглинистая	Делювиальный суглинок	II-I C <sub>2</sub>
Пихтарник липовый	Коричнево-бурая лесная суглинистая	Элювий пород пермских	I- Ia D <sub>2</sub>
	Коричнево-бурая лесная супесчаная	Элювий песчаников пермских	I C <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>
	Серая лесная суглинистая	Лёссовидный или облессованный суглинок	I- Ia D <sub>2</sub>
	Рендзина выщелоченная суглинистая	Элювий мергелей пермских	I D <sub>2</sub>
Пихтарник лещиновый	Коричнево-бурая лесная суглинистая	Элювий пород пермских	I- Ia D <sub>2</sub>
	Рендзина выщелоченная суглинистая	Элювий известняков пермских	I D <sub>2</sub>
Пихтарник припойменный	Аллювиальная дерновая слоистая суглинистая	Аллювиальное слоистое суглинисто-супесчаное отложение	II C <sub>2</sub> - C <sub>3</sub>
Дубняк пихтовый пойменный	Аллювиальная луговая оподзоленная глинистая	Аллювиальное суглинисто-глинистое отложение	III D <sub>2</sub> -D <sub>3</sub>

\*ТЛУ - тип лесорастительных условий

**Ельник кислично-липняковый.** Распространен на Заволжской песчаной низменной и Оршанско-Кокшагской волнистой равнинах, а также в возвышенной части Вятского Увала на территории Марий Эл (Чистяков, Денисов, 1959). Занимает ровные или слабоволнистые места. В составе древесного полога к ели примешиваются пихта, береза, реже осина и сосна. Древостой II-I класса бонитета. Подрост состоит из пихты, ели. В подлеске доминирует липа, встречаются также рябина, клён, жимолость, бересклет. В травяном покрове распространены кислица, хвощ, копытень, костяника, ясменник, звездчатка, пролесник, чина весенняя, голокучник Линнея, майник, грушанки, сныть, сочевичник весенний. Ельник кислично-липняковый произрастает на свежих дерново-подзолистых связанно-песчаных и супесчаных почвах с псевдофибровыми прослойками в профиле (B<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>). Почвообразующие

породы – флювиогляциальные и древнеаллювиальные отложения. Подстилка среднеразложившаяся. Содержание гумуса в слое  $A_1+A_1A_2$  варьирует в пределах 0.8 - 1.7 %. Реакция ( $pH_{ксс}$ ) верхнего горизонта почв исследованных ельников кислично-липняковых равна 3.5 - 4.1, а почвообразующей породы — 4.4 - 5.0.

**Ельник кисличный** встречается в южных районах Кировской области и северных районов Мирий Эл, а также в районе Оршанско-Кокшагской волнистой равнины, на водораздельных пространствах. В составе древесного полога, состоящего в основном из ель, имеется в примеси пихта, реже – береза, сосна. Подрост из ели и пихты, реже из березы. Продуктивность высокая - I-Ia класс бонитета. В подлеске - рябина, жимолость, бересклет, клён, бузина, крушина. В живом напочвенном покрове доминируют кислица и зеленые мхи, распространены также пролесник, копытень, папортник, крапива, костяника, грушанки, малина, будра, майник. Ельник кисличный формируется и преимущественно на дерновоподзолистых ( $C_2$ ) и коричнево бурых лесных оподзоленных ( $D_2$ ). Подстилки типа мультимодер и модер; в гумусовом горизонте  $pH_{ксс} = 3.7 — 4.8$ , в почвообразующих породах  $pH_{ксс} = 3.4 - 7.3$ . Мощность слоя, пропитанного гумусовыми веществами, изменяется в широких пределах: от 9 до 32 см.

**Ельник липовый.** Имеет наибольшее распространение среди темнохвойных формаций региона, занимая водораздельные пространства, пологие склоны. К ели в составе древостоя преимущественно примешиваются пихта, липа, осина. Часто имеется второй ярус. В регионе древостой имеет высокий класс бонитета: в основном I-Ia. Подрост представлен пихтой, елью, липой. В подлеске встречаются рябина, бересклет, клён, лещина, жимолость, крушина. Травяной покров густой и богатый по видовому составу. Здесь распространены сныть, пролесник, кочедыжник женский, хвощ лесной, герань обыкновенная, крапива двудомная, звездчатка, медуница, копытень, щитовник мужской, реже – кислица, грушанки. Ельник липовый произрастает на широком диапазоне почв: от дерново-подзолистых и серых лесных почв до буроземов и выщелоченных рендзин.

Почвенно-экологическая характеристика темнохвойных  
биогеоценозов Среднего Поволжья

Тип леса	Почвенно-экологический показатель <sup>x</sup>					
	Тип подстилки	pH <sub>ксе</sub> подстилки	Мощность гумусового слоя <sup>xx</sup> , см: A1+AB (A1A2)	Содержание гумуса <sup>к</sup> (%) в слое <sup>кк</sup> A1+AB (A1A2)	pH <sub>ксе</sub> верхнего горизонта A1 (A1A2, A2)	pH <sub>ксе</sub> почвообразующей породы
Ельник черничный	Мор-модер, мор	<u>3,8</u> 3,2-4,3	<u>2</u> 1-6	<u>0,4</u> 0,2-0,7	<u>3,3</u> 3,0-3,8	<u>4,2</u> 3,6-4,8
Ельник брусничный	Мор-модер	<u>4,8</u> 4,6-5,1	<u>3</u> 2-5	<u>1,0</u> 0,6-1,3	<u>3,4</u> 3,2-3,6	<u>4,5</u> 4,1-4,7
Ельник мшистый	Модер	<u>5,0</u> 4,6-5,5	<u>18</u> 15-23	<u>2,7</u> 0,9-4,0	<u>3,7</u> 3,0-4,4	<u>4,7</u> 3,9-5,5
Ельник кисличный	Муль-модер, модер	<u>5,0</u> 4,7-5,2	<u>18</u> 9-32	<u>4,6</u> 3,4-6,9	<u>4,3</u> 3,7-4,8	<u>5,3</u> 3,4-7,3
Ельник липовый	Муль-модер, модер	<u>5,4</u> 4,7-5,8	<u>20</u> 6-38	<u>5,1</u> 2,0-7,8	<u>4,7</u> 3,8-5,8	<u>5,4</u> 3,7-7,4
Ельник кислично-липовый	Модер	<u>5,2</u> 4,9-5,4	<u>9</u> 6-15	<u>1,4</u> 0,8-1,7	<u>3,8</u> 3,5-4,1	<u>4,7</u> 4,4-5,0
Ельник дубово-лещиновый	Муль	<u>5,5</u> 5,3-5,6	<u>21</u> 15-24	<u>5,6</u> 4,6-8,1	<u>4,9</u> 4,6-5,3	<u>5,7</u> 4,3-7,1
Пихтарник кисличный	Муль-модер, модер	<u>5,2</u> 4,9-5,4	<u>18</u> 15-21	<u>4,1</u> 3,7-4,5	<u>4,4</u> 3,5-4,9	<u>5,8</u> 4,5-7,0
Пихтарник липовый	Муль, муль-модер	<u>5,7</u> 5,2-6,1	<u>23</u> 15-44	<u>4,8</u> 3,3-7,9	<u>5,0</u> 4,4-5,6	<u>5,9</u> 3,4-7,8
Пихтарник лещиновый	Муль, муль-модер	<u>5,6</u> 5,2-5,8	<u>26</u> 18-51	<u>4,9</u> 3,7-6,2	<u>5,1</u> 4,3-6,1	<u>6,6</u> 4,6-7,8

<sup>x</sup>В числителе - среднее значение, в знаменателе - границы варьирования средних показателей по биогеоценозам. <sup>xx</sup>В песчаных подзолах и типично-подзолистых почвах учитывается и горизонт A0A1. <sup>к</sup>Средневзвешенная величина. <sup>кк</sup>В песчаных подзолах и типично-подзолистых почвах учитываются горизонты A1A2, A2, Bhf1.

Елово-пихтовые формации на выщелоченных рендзинах менее распространены, чем на коричнево-бурых лесных почвах. Древозой на серых лесных суглинистых и коричнево-бурых лесных почвах имеет I-Ia класс бонитета. Эти почвы хорошо гумусированы, насыщены основаниями, характеризуются благоприятными водно-физическими и физико-химическими свойствами. Лесорастительные свойства коричнево-бурых лесных почв и рендзин с развитым профилем высокие. Подстилка типа муть-модер и модер, мощность гумусового слоя варьирует от 6 до 38 см. Показатель рНксе верхнего горизонта почв изменяется от 3,8 до 5,8. Ельник липовый формируется как на карбонатных, так и на бескарбонатных почвообразующих породах.

**Ельник дубово-лещиновый.** Распространен в южной части Вятского Увала и центральной части Предкамья Татарстана – в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Занимает равнинные, хорошо дренированные места. Древозой имеют высокий класс бонитета: I – Ia. ТЛУ – Д<sub>2</sub>. В древозое часто имеется примесь пихты, встречаются липа, осина, клен, дуб, вяз. Подрост из тех же пород. В подлеске крушина, жимолость, ива. В травяном покрове доминируют сныть, пролесник, малина, будра, борец, также встречаются копытень, кислица, звездчатка, седмичник, костяника, майник. Чаще всего произрастает на серых лесных почвах, развитых на лессовидных суглинках с реакцией солевой вытяжки в пределах 4.3-7.1. Подстилка типа муть. Мощность гумусового слоя в среднем варьирует в пределах 15-24 см со средневзвешанным содержанием гумуса в ней 4.6-8.1%.

**Ельник пойменный.** Имеет небольшое распространение. Формируется в поймах рек. Выявлен на аллювиальных дерновых слоистых и на аллювиальных луговых кислых почвах различного гранулометрического состава. На аллювиальных луговых почвах встречается оглеенность. В древозое встречается пихта. Класс бонитета – II-I, тип лесорастительных условий – В<sub>2</sub>-В<sub>3</sub>, С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub>. Подстилка преимущественно типа муть-модер.

Вдоль лесных ручьев, на супесчано-суглинистых иловато-глеевых почвах (С<sub>3</sub>), в условиях переменного, сравнительно проточного увлажнения развивается **ельник приручьевого (лог)**, встречающийся незначительно в регионе. Древозой II класса бонитета, где в примеси имеются осина, липа, береза, ольха. В подлеске – черемуха, калина,

крушина, смородина. В травяном покрове доминируют таволга, крапива двудомная, щитовник мужской, страусник, гравилат речной.

В нижних частях пологих склонов, понижениях с замедленным стоком вод, широких лощинах с избыточным увлажнением, на дерново-глеевых, перегнойно-глеевых и торфянисто-глеевых почвах развиты **ельники травяно-болотные** (С<sub>4</sub>). Класс бонитета I – III. Подлесок редкий из рябины и крушины. В живом напочвенном покрове встречаются сфагнум, кукушкин лен, осоки, папоротники, черника. Незначительные площади имеют ельники долгомошниковые и осоко-сфагновые на торфяно-глеевых и торфянисто-глеевых почвах (В<sub>4</sub>) с древостоями III – IV класса бонитета.

**Пихтарник кисличный.** Распространен в северной подзоне смешанных лесов и занимает ровные местоположения. В древесном пологе частый спутник – ель, встречаются также береза, сосна. В подросте ель, пихта; в подлеске – рябина, крушина, бересклет, клен остролистный. В живом напочвенном покрове преобладает кислица, имеются зеленые мхи, грушанки, чина весенняя, медуница, сныть, малина, копытень, звездчатка. Пихтарники кисличные формируются на буроземах и дерново-подзолистых почвах. Продуктивные, устойчивые и богатые по составу фитоценозы образуются на коричнево-бурых лесных почвах (Д<sub>2</sub>). Пихтарникам кисличным характерны: сильноразложившаяся и среднеразложившаяся лесная подстилка со среднекислой и слабокислой реакцией; 3.7-4.5% гумуса в слое А<sub>1</sub>+АВ (А<sub>1</sub>А<sub>2</sub>) мощностью 15-21 см.; от сильнокислой до щелочной реакция солевой вытяжки почвообразующей породы, сильноокислая среда в верхнем горизонте.

**Пихтарник липовый.** Доминирует среди пихтовых фитоценозов. Распространен в Предкамье Татарстана и на правобережье реки Вятки Кировской области на коричнево-бурых лесных почвах, развитых на элювии красноцветных пермских пород. Формируется также на серых лесных почвах и выщелоченных рендзинах. Древостой высокого класса бонитета: I-Ia. В древостое господствует пихта и ель, имеется липа, в примеси – осина, вяз, береза. Часто сформирован второй ярус из пихты и ели с примесью липы. Подрост благонадежный, из этих же пород. Подлесок, как правило, средней густоты, из рябины, крушины, бузины, лещины, клена, бересклета, жимолости. Степень покрытия поверхности

почвы живым напочвенным покровом варьирует в пределах 55-85%. Травяной покров состоит из сныти, малины, осоки волосистой, копытеня, чины, пролесника, крапивы двудомной, кислицы, будры, звездчатки. По сравнению с пихтарником кисличным уменьшается встречаемость кислицы. Весной более интенсивно развиваются эфемеры: хохлатка Галлера, медуница неясная.

Пихтарник липовый формируется в оптимальных почвенно-экологических условиях ( $D_2$ ), характеризуется интенсивным биологическим круговоротом веществ. Подстилка типа муть, муть-модер со слабокислой или близкой к нейтральной реакцией. Мощность слоя, пропитанного гумусом, колеблется в пределах 15-44 см, со средне-взвешанным содержанием гумуса 3.3-7.9%. Почвообразующие породы богаты соединениями фосфора, калия, часто насыщены карбонатами.

**Пихтарник лещиновый.** Распространен в северных и центральных районах Предкамья, на водораздельном плато. Древостои часто сложные, высокого класса бонитета: I – Ia. Спутником пихты выступает ель, иногда в примеси вместо ели принимают участие дуб и липа. Подрост из ели и пихты, реже из липы, дуба, осины. В подлеске господствует лещина, имеются также рябина, жимолость. Живой напочвенный покров богатый, состоит из сныти, кислицы, медуницы, щитовника мужского, хвоща лесного, чины весенней, копытеня, пролесника. Пихтарник лещиновый формируется как устойчивая экосистема на богатых коричнево-бурых лесных почвах и выщелоченных рендзинах с хорошо разложившейся подстилкой. Почвам присущ довольно мощный гумусовый слой (18-51 см) со значительным содержанием гумуса (3.7-6.2%). Реакция  $pH_{кис}$  верхнего горизонта изменяется от сильнокислой до близкой к нейтральной, а почвообразующие породы – от среднекислой до щелочной.

**Пихтарник припойменный.** Имеет незначительное распространение в поймах рек. Исследован на выровненной поверхности первой надпойменной террасы Малая Кокшага Республики Марий Эл. В составе древостоя преобладает пихта сибирская, которая часто произрастает совместно с елью, дубом и липой. Древостой пихты обычно II класса бонитета. Почва – аллювиальная дерновая тяжелосуглинистая, развитая на слоистых суглинисто-песчаных отложениях. Тип лесорастительных условий –  $C_2-C_3$ . В центральной

пойме реки Малая Кокшага, где талые воды лишь в редкие годы затопляют местность, изучен **дубняк пихтовый пойменный**. Здесь древостой пихты III класса бонитета сформировался под пологом дуба. В составе древостоя встречаются также липа и осина. Почва – аллювиальная луговая слабоподзоленная легкоглинистая. Тип лесорастительных условий – Д<sub>2</sub>-Д<sub>3</sub>.

Следует отметить, что пихтарники припойменные служат не только источником получения древесного сырья, а выполняют также важные водоохраные и почвозащитные экологические функции.

Граница распространения ельников и пихтарников в районе исследования определяется орфографическими и почвенно-гидрологическими условиями. Еловые фитоценозы приурочены к слаборасчлененным, плоским, хорошо увлажненным водоразделам. Пихта сибирская произрастает преимущественно на более дренированных участках, на коричнево-бурых лесных почвах. По мере улучшения дренажа возрастает доля участия пихты сибирской в составе фитоценоза. В районе исследования, северо-восточнее г. Набережные Челны ель и пихта переходят на левый берег Камы и формируют смешанные насаждения в лесном массиве Кзыл-Тау.

В северной части района исследования, в области Вятского Увала, преобладают ельники липовые и мшистые с древостоями I – II класса бонитета, преимущественно на дерново-подзолистых и коричнево-бурых лесных оподзоленных почвах. В Марийской песчаной низменности произрастают ельники черничные и брусничные II-III класса бонитета на подзолистых почвах легкого гранулометрического состава. По мере передвижения к югу происходит смена природных зон, в почвах уменьшаются процессы выщелачивания, оподзоливания, усиливаются гумусообразование и аккумуляция биофильных элементов. Этому способствует возрастание в составе ельников и пихтарников широколиственных пород, разнотравья и распространение более богатых по составу и менее выщелоченных почвообразующих пород: элювия пермских отложений и лессовидных суглинков. В подзоне хвойно-широколиственных лесов доминируют ельники и пихтарники липовые, ельники дубово-лещиновые, пихтарники лещиновые I-Ia класса бонитета, формируясь в основном на серых лесных, коричнево-бурых лесных, реже – на дерново-подзолистых почвах.

В еловых лесах, одной из причин наблюдаемой повсеместно большей выщелоченности и оподзоленности почв под пологом сомкнутых насаждений, как считает Е.С. Мигунова (1993), является сильное притенение почвы мощным пологом и лесной подстилкой насаждений, что препятствует восходящему движению почвенных растворов и периодическому иссушению почв. Это стимулирует нисходящие токи и вынос легкорастворимых соединений за пределы корнеобитаемого слоя. Просушивание является важным условием для перехода вновь образующихся свободных гумусовых веществ в состояние необратимой прочной связи их с минеральной частью почвы. В рассматриваемом регионе вышесказанное присуще ельникам черничным, где образованиемощной лесной подстилки, препятствующий периодическому просушению почвы, и кислый характер опада способствует возникновению в лесных почвах процесса подзолообразования. А в почвах еловых биогеоценозов автоморфных условий центральных районов Среднего Поволжья характерно превалирование биогенно-аккумулятивных процессов над выщелачиванием и оподзоливанием. Лесная растительность, как и степная, способствует аккумуляции большей части зольных элементов на поверхности раздела между фито- и педосферой.

Исследования, проведенные нами в широком спектре лесных биогеоценозов Среднего Поволжья показывают, что на одних и тех же почвах могут формироваться разнообразные типы леса (еловые, сосновые, липовые, березовые). И, наоборот, под одинаковыми типами леса часто встречаются различные генетические типы почв, что связано с богатством почвообразующей породы, рельефом, условиями увлажнения. По-видимому, можно говорить об определенном уровне сопряженности типов леса и почв, обусловленное преимущественно различными подходами при их классификации. При типологической классификации лесов применяют в основном фитоценологический подход, а при классификации типов почв – генетический, с учетом направленности и степени проявления протекающих в почвенной среде процессов. При лесорастительной оценке почв ведущими факторами являются гранулометрический состав почв, богатство почвообразующей породы, наличие подстилки, условия увлажнения (особенно грунтовыми водами).

#### 4. ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА СВОЙСТВА ПОЧВ

Лес, воздействуя на компоненты природных систем, выполняя защитные экологические функции, во многом определяет устойчивость ландшафтов. Лесные насаждения воздействуют на плодородие и генезис почв через подстилку, распространение корневых систем в почвенном профиле в грунтовой толще, созданием микроклиматических условий под пологом древостоя.

В прибрежных территориях реки Волги в Предволжье Республики Татарстан с целью изучения влияния лесных фитоценозов на свойства почв нами выбраны три парные природные системы, которые включают примыкающие друг к другу биогеоценозы:

1. Липняк кленово-разнотравный - луг разнотравный. Липовый биогеоценоз (ППЗ), сформированный на серой лесной тяжелосуглинистой почве на делювиальных суглинках, исследован в квартале 19 Свяжского участкового лесничества Приволжского лесничества.

2. Сосняк рябиново-разнотравный - пашня. Сосновое насаждение (ПП11), произрастающее на коричнево-бурой лесной тяжелосуглинистой почве на красноцветных пермских отложениях, расположено в квартале 11 Шеланговского участкового лесничества Приволжского лесничества.

3. Дубняк кленово-злаковый - луг разнотравный. Дубовый фитоценоз (ПП19) сформированный на коричнево-бурой лесной тяжелосуглинистой почве на карбонатных пермских породах, изучен в квартале 70 Кляринского участкового лесничества Тетюшского лесничества.

В лесных насаждениях, на лугах и пашне в полевых условиях отобраны в 10-кратной повторности образцы почв на глубине 0-10 см и 10-20 см, в которых в лабораторных условиях определены структурный состав почв и содержание гумуса.

Лесорастительные свойства, физические показатели почвы во многом определяются её структурным составом. Данные анализа структурного состава почв рассматриваемых биогеоценозов констатируют явные различия по содержанию фракции агрегатов размером более 10 мм в верхних почвенных горизонтах. Точность опыта

варьирует в пределах 1,1-10,0%. Среднее количество структурных отдельностей фракции размером более 10 мм на пахотных угодьях составляет 41,9-66,1%. Это показывает обилие крупных агрегатов в почвах пашни. На луговых сообществах величина рассматриваемого показателя снижается до значений 26,4-35,8% вследствие улучшения здесь структурообразования в почвах. Почвам лесных экосистем свойственно явное уменьшение содержания фракции размером более 10 мм (7,6-17,6%).

Отмечается значительная вариация величин содержания различных фракций агрегатов. Неоднородность почвенного покрова свойственна как между экосистемами, так и внутри них. Коэффициент вариации содержания фракций структурных отдельностей верхних горизонтов почв изменяется в широких пределах (табл.14): в лесных экосистемах - от 7,9 до 31,4%, в лугах разнотравных 3,3-31,4%, на пашне – от 8,7 до 33,3 %. Показатель точности опыта (P) не превышает 10%, в лесных экосистемах P=2,6-9,9 %, в луговых сообществах P=1,1-10,0%, на пашне P=2,4-9,1 %.

Для благоприятного роста растений в почвенном покрове агрономически ценными агрегатами являются структурные отдельности размером от 0,25 до 7 (10) мм (Ковда и др., 1988). В почвах вычислены средние показатели суммы агрегатов размерами от 1 до 5 мм (рис.1). Содержание данных агрегатов в слое 0-20 см явно доминируют в лесных фитоценозах и составляют 43,7-53,7%. На лугах разнотравных количество фракций размером 1-5 мм снижается до 26,0-35,0%, на пашне – до 14,2-27,6%.

При анализе влияния лесных фитоценозов на свойства почв использовали  $t_{расч}$ -критерий Стьюдента. На основе  $t_{расч}$ -критерия Стьюдента ( $t_{расч} > 3,92$ ) подтверждена достоверность различий средних значений количества фракций более 10 мм и 1-5 мм между парными биогеоценозами. Для структурных отдельностей размером более 10 мм параметры искомого критерия равны 5,92-21,49, а для агрегатов размером 1-5 мм составляют 5,05-29,15.

Таблица 14

Статистические показатели (n=10) содержания фракций структурных отдельностей (%) верхних горизонтов почв прибрежных биогеоценозов

Размер структурных отдельностей, мм	Глубина взятия образца, см	Основные статистические показатели (n=10)				
		$X_{\min...X_{\max}}$	$X_{\text{ср}}$	+ $\delta$	+m	V, %
1	2	3	4	5	6	7
<b>Липняк кленово-разнотравный</b>						
>10	0-10	5,0-10,5	7,6	2,3	0,7	30,3
	10-20	7,3-15,0	10,1	2,8	0,9	27,5
10-7	0-10	5,8-12,3	8,6	2,7	0,9	31,4
	10-20	4,6-8,3	6,6	1,2	0,4	18,2
7-5	0-10	10,1-19,3	15,8	4,2	1,3	26,3
	10-20	12,9-18,2	15,7	1,9	0,6	12,1
5-3	0-10	12,3-27,0	22,1	5,5	1,7	24,9
	10-20	20,9-25,5	22,9	1,8	0,6	7,9
3-2	0-10	10,7-18,8	14,5	2,7	0,9	18,8
	10-20	11,5-17,3	13,7	2,3	0,7	16,6
2-1	0-10	10,6-18,5	14,5	3,2	1,0	22,1
	10-20	11,4-16,4	14,5	1,9	0,6	13,1
<b>Луг разнотравный</b>						
>10	0-10	18,5-34,9	27,5	7,3	2,3	26,5
	10-20	17,7-40,9	26,4	8,3	2,6	31,4
10-7	0-10	9,9-13,1	12,1	1,2	0,4	9,9
	10-20	8,9-14,0	10,8	2,0	0,6	18,5
7-5	0-10	13,6-19,9	15,5	2,4	0,8	15,5
	10-20	12,6-16,0	14,1	1,2	0,4	8,5
5-3	0-10	13,8-16,6	15,5	1,1	0,3	7,1
	10-20	12,5-17,8	15,0	2,1	0,7	14,0
3-2	0-10	9,4-11,9	10,4	1,1	0,3	10,6
	10-20	7,2-12,5	10,7	2,0	0,6	18,7
2-1	0-10	6,2-10,2	8,1	1,7	0,5	21,0
	10-20	6,0-11,6	9,3	2,0	0,6	21,5
<b>Дубняк кленово-злаковый</b>						
>10	0-10	7,1-14,0	10,9	3,3	1,0	30,4
	10-20	10,6-16,0	13,0	2,0	0,6	15,4
10-7	0-10	4,3-9,0	5,8	1,8	0,6	31,0
	10-20	4,9-6,7	5,6	0,7	0,2	12,5
7-5	0-10	8,3-19,0	13,3	4,0	1,3	30,1
	10-20	11,2-19,5	15,5	3,6	1,1	23,2
5-3	0-10	19,1-25,2	22,2	2,6	0,8	11,7
	10-20	19,7-32,7	27,0	5,3	1,7	19,6

3-2	0-10	6,4-11,6	7,9	2,0	0,6	25,3
	10-20	8,6-11,0	10,1	1,0	0,3	9,9
2-1	0-10	11,5-20,2	15,1	3,0	1,0	19,8
	10-20	13,1-20,2	16,4	3,1	1,0	18,9
<b>Луг разнотравный</b>						
>10	0-10	18,0-46,6	35,5	10,6	3,3	29,9
	10-20	23,8-50,4	35,8	10,3	3,3	28,8
10-7	0-10	4,8-9,1	6,6	1,8	0,6	27,3
	10-20	5,6-11,6	8,0	2,5	0,8	31,3
7-5	0-10	6,0-10,1	8,0	1,7	0,5	21,3
	10-20	6,6-13,0	9,3	2,5	0,8	26,9
5-3	0-10	8,9-9,7	9,2	0,3	0,1	3,3
	10-20	7,9-13,7	10,5	2,4	0,7	22,9
3-2	0-10	3,4-5,6	4,4	0,8	0,3	18,2
	10-20	2,8-6,5	4,9	1,3	0,4	26,5
2-1	0-10	11,1-13,8	12,4	1,1	0,3	8,9
	10-20	7,7-14,7	12,8	2,8	0,9	21,9
<b>Сосняк рябиново-разнотравный</b>						
>10	0-10	6,3-12,6	9,8	2,6	0,8	26,5
	10-20	12,4-22,8	17,6	4,1	1,3	23,2
10-7	0-10	5,2-11,0	7,3	2,2	0,7	30,0
	10-20	6,4-13,8	11,1	3,2	1,0	28,8
7-5	0-10	11,6-20,7	14,7	3,3	1,0	22,5
	10-20	13,2-17,0	14,7	1,5	0,5	10,2
5-3	0-10	20,6-27,7	23,5	2,4	0,7	10,2
	10-20	17,7-23,3	20,0	2,2	0,7	11,0
3-2	0-10	11,0-16,4	12,7	2,0	0,6	15,7
	10-20	8,8-11,2	9,9	0,9	0,3	9,1
2-1	0-10	13,8-19,6	17,5	2,1	0,7	12,2
	10-20	11,7-16,6	13,8	2,0	0,6	14,3
<b>Пашня</b>						
>10	0-10	52,3-72,5	66,1	7,8	2,5	11,8
	10-20	34,8-55,3	41,9	7,9	2,5	18,8
10-7	0-10	6,8-10,5	8,4	1,3	0,4	15,5
	10-20	11,5-14,4	12,7	1,1	0,3	8,7
7-5	0-10	5,8-10,0	7,3	1,6	0,5	21,9
	10-20	11,3-14,7	12,6	1,3	0,4	10,3
5-3	0-10	5,0-10,1	7,0	1,8	0,6	25,7
	10-20	9,7-18,6	14,1	3,2	1,0	22,7
3-2	0-10	2,3-5,1	3,3	1,1	0,3	33,3
	10-20	3,9-8,8	6,4	1,7	0,5	26,6
2-1	0-10	3,2-5,2	3,9	0,9	0,3	21,8
	10-20	4,3-10,1	7,1	2,0	0,6	28,2

В пахотных угодьях, вследствие доминирования комковатых почвенных агрегатов, выявлено наименьшее количество структурных отдельностей размером 0,25-1 мм: в среднем 3,1% в слое 0-10 см и 4,2% в слое 10-20 см. В почвах луговых и лесных биогеоценозов прибрежных территорий величина данного показателя возрастает до 7,3-18,9% и 9,0-15,5% соответственно.

Повышение структурообразования в почвах лесных биогеоценозов доказываемся величинами коэффициента структурности (рис.2). Наименьшее среднее значение данного показателя выявлено на пашне:  $K=0,5$  в слое 0-10 см и  $K=1,4$  в слое 10-20 см. На луговых экосистемах коэффициент структурности почв увеличивается соответственно до 1,6-2,3 и 1,5-2,3. Отмечается равномерность образования структурных отдельностей в почвах лугов по всему слою 0-20 см. Более выраженная оструктуренность присуща почвам лесных насаждений -  $K=4,1-8,8$  в слое 0-10 см и  $K=4,2-6,7$  в слое 10-20 см. Интенсивное структурообразование отмечается в горизонтах A1, A1A2 и AB лесных почв. В составе исследованных почвенных разновидностей биогеоценозов выраженной оструктуренностью характеризуется серая лесная тяжелосуглинистая почва, развитая под пологом липняка кленово-разнотравного ППЗ.

Почвы обладают оптимальными параметрами структурного состояния, когда количество агрегатов размером от 0,25 до 10 мм составляет 70-80% по сухому просеиванию (Бондарев, Кузнецова, 1988). По шкале оценки структурного состояния почв, предложенной С.И.Долговым и П.У.Бахтиным (Ганжара и др., 2002), хорошую и отличную структуру имеют почвы, которые содержат более 60% агрегатов размером 0,25-10 мм сухого просеивания. Основываясь на вышеизложенных параметрах можно констатировать, что благоприятным структурным состоянием обладают лесные почвы (79-89%). Немного уступают им почвы луговых экосистем (60-69%), относительно низкие величины содержания агрегатов фракции 0,25-10 мм обнаружены в пахотных горизонтах (33-57%). Гумусовые горизонты серых лесных и коричнево-бурых лесных почв обладают относительно низкую плотность сложения, выраженной комковато-зернистой структурой (превалирует фракция 3-5 мм), что свидетельствует о благоприятном водно-воздушном режиме почв, хорошей

водопроницаемости корненасыщенного слоя.

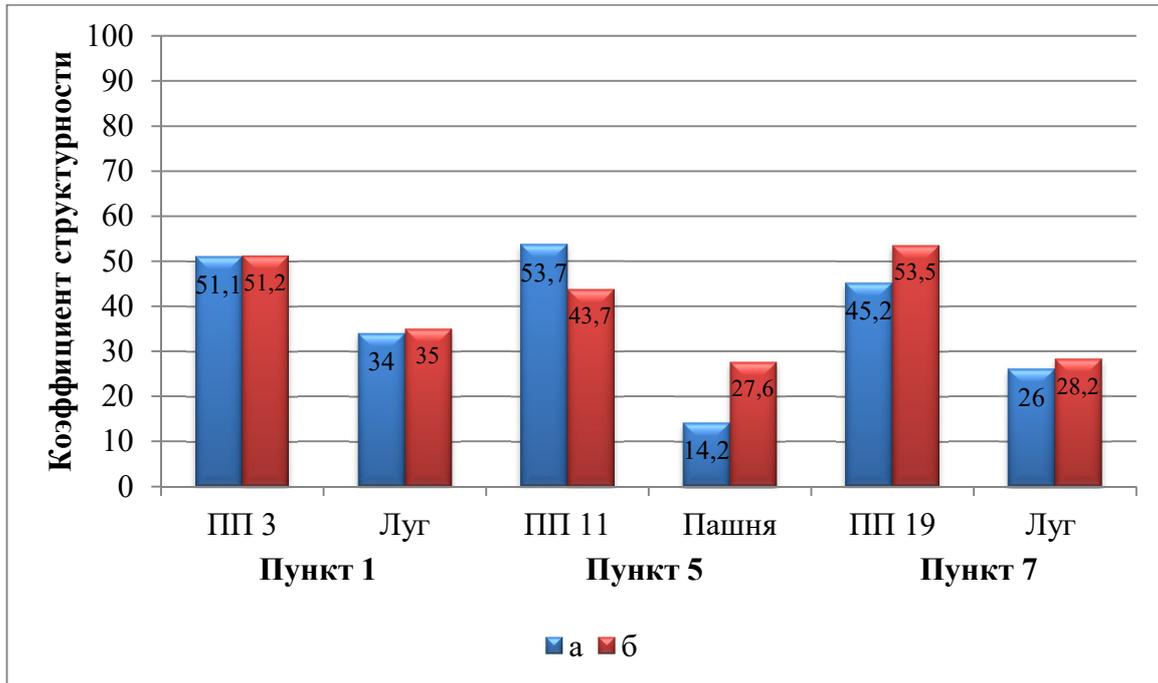


Рисунок 1 - Средние величины суммы агрегатов размером 1-5 мм, %.  
а – в слое почвы 0-10 см, б – в слое почвы 10-20 см

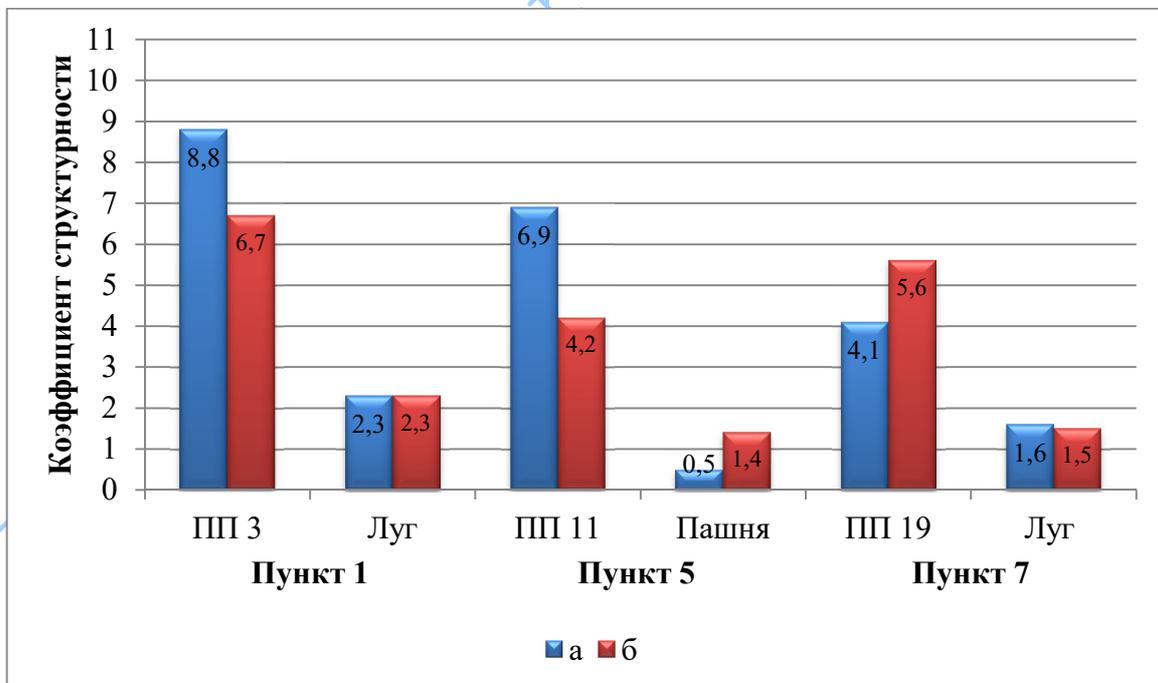


Рисунок 2 - Средние величины коэффициента структурности почв:  
а – в слое почвы 0-10 см, б – в слое почвы 10-20 см

Продуктивность лесной растительности и почвенное плодородие во многом определяются содержанием органического вещества в почвах (Газизуллин, 2005; Сабиров, Газизуллин, 2001; Ковда и др., 1988). В составе исследованных природных систем более интенсивно процессы гумусонакопления протекают в почвах лесов. В верхнем горизонте (0-10 см) коричнево-бурой лесной почвы дубового фитоценоза обнаружено наибольшее среднее содержание гумуса - 7,4% (приложение 13). В направлении снижения данной величины следуют серая лесная почва липового насаждения (5,7%) и коричнево-бурая лесная почва соснового фитоценоза (4,3%). В луговых сообществах среднее содержание гумусовых веществ в верхнем слое почв уменьшается до 3,6 и 4,0%, в пахотных угодьях - до 2,6%. В парных экосистемах в слое почв 0-10 см отмечается достоверное повышение количества органического вещества (приложение 14) под пологом лесных насаждений ( $t_{расч} > 3,92$ ). По сравнению с лугами разнотравными под пологом лесной растительности и в слое почвы 10-20 см наблюдается достоверное возрастание содержания гумуса. Оценивая распределение органического вещества в верхних слоях почв можно констатировать, что в лесных и луговых биогеоценозах отмечено более резкое уменьшение содержания гумуса по профилю почв по сравнению с пахотными горизонтами. В почвах пашни из-за механической обработки и перемешивания, наблюдается относительно равномерное содержание гумуса по всему слою 0-20 см.

Изменение содержания органического вещества в верхних слоях почв внутри природных систем оценивается коэффициентом вариации: в лесных биогеоценозах данный показатель колеблется в интервале 10,3-17,9%, в луговых экосистемах равна 11,0-26,4%, на пашне составляет до 12,2% (таблица 6.2). Точность опыта при определении содержания гумусовых веществ варьирует в пределах 3,2-8,2%. Вследствие насыщения почв лесных экосистем гумусом, кальцием происходит коагуляция почвенных частиц и образование прочных почвенных агрегатов. Это особенно проявляется в почвенных разновидностях с карбонатной материнской породой. В лесных почвах по сравнению с лугом и пашней наблюдается возрастание количества органического вещества и ценных структурных отдельностей размером 1-5 мм. Более значительное воздействие на увеличение содержания гумуса в почвах оказывают дубовые и липовые насаждения естественного

происхождения с богатым разнообразием растений, относительно меньшее - сосновые культуры.

Таблица 15

Статистические показатели (n=10) содержания гумуса (%) верхних горизонтов почв прибрежных экосистем

Глубина взятия образца, см	Основные статистические показатели					
	$X_{\min...X_{\max}}$	$X_{\text{ср}}$	+ $\delta$	+m	V,%	P,%
Липняк кленово-разнотравный						
0-10	4,5-6,8	5,74	0,77	0,24	13,4	4,2
10-20	3,0-4,5	3,77	0,47	0,15	12,5	4,0
Луг разнотравный						
0-10	3,0-4,4	3,62	0,40	0,13	11,0	3,6
10-20	1,7-2,8	2,32	0,37	0,12	15,9	5,2
Сосняк рябиново-разнотравный						
0-10	3,7-4,8	4,26	0,45	0,14	10,6	3,3
10-20	2,3-3,8	3,01	0,54	0,17	17,9	5,6
Пашня						
0-10	2,3-3,3	2,64	0,32	0,10	12,1	3,8
10-20	2,0-2,8	2,29	0,28	0,08	12,2	3,5
Дубняк кленово-злаковый						
0-10	5,6-8,1	7,39	0,76	0,24	10,3	3,2
10-20	3,0-5,2	4,34	0,72	0,23	16,6	5,3
Луг разнотравный						
0-10	2,9-5,4	4,00	0,83	0,26	20,8	6,5
10-20	1,2-3,3	2,20	0,58	0,18	26,4	8,2

В почвах естественных лесных сообществ по сравнению с интенсивно используемыми сельскохозяйственными угодьями содержание гумуса увеличивается в 1,5-1,9 раза. Содержание в почвах суммы структурных отдельностей размерами 1-5 мм в слое 0-20 см доминирует в лесных фитоценозах, снижаясь на лугах разнотравных и пашне. Отмечается повышение образования структурных отдельностей под пологом лесных насаждений, что подтверждено и параметрами коэффициента структурности почв. Леса прибрежных территорий, наряду с выполнением защитных функций, способствуют накоплению гумусовых вещества в верхних почвенных горизонтах, структурообразованию в них, сохранению плодородия и разнообразия лесных почв в лесостепной зоне Предволжья.

## 5. ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ

Важным аспектом исследования почв лесных экосистем является оценка их лесорастительных свойств. Оценка уровня плодородия лесных почв производят или на основе изучения различных свойств самой разновидности или по продуктивности и составу лесной растительности. При первом подходе рассматривают различные свойства почв: морфологические, водно-физические, физико-химические, химические и биохимические, выражая их в баллах. При этом, за 100 баллов принимается почвенная разновидность с оптимальными показателями. По нашим исследованиям (Газизуллин, Сабиров, 1988), в условиях Среднего Поволжья основными морфологическими признаками, определяющими лесорастительные свойства почв являются: характер формирования лесной подстилки и качество органического вещества; мощность и строение профиля почв; мощность и степень выраженности аккумулятивного и подзолистого горизонта; гранулометрический и структурный состав; глубина залегания карбонатов, подстилающей породы, уровня грунтовых вод; наличие оглеения, его выраженность и глубина залегания и т.д. К важными показателями, отражающим уровень плодородия почв относятся также: богатство почвообразующих пород, содержание гумуса, азота, подвижных элементов, насыщенность основаниями, кислотность, биологическая активность почв. При этом учитываются биоэкологические особенности лесообразующей породы в отношении плодородия почв.

Исходя из вышеизложенного, дана оценка потенциального плодородия лесных почв темнохвойных биогеоценозов на основе вычисления запасов гумуса, соединений фосфора и калия для слоя 0-50 см и 0-100 см, а азота - для слоя 0-30 см почвы. О важной значимости содержания элементов питания в лесных почвах с точки зрения их плодородия указывают многие авторы (Ткаченко, 1952; Зонн, 1954; Зайцев, 1964; Ремезов, Погребняк, 1965; Зеликов, Колюкаева, 1973; Вайчис, 1975; Карпочевский, 1981; Газизуллин, 1993 и др.). При оценке трофности лесных местообитаний Е.С. Мигунова (1979, 1993) предлагает использовать обеспеченность почвогрунтов фосфором и калием, определяемым в вытяжке К.Е. Гинзбург.

Данные исследований показывают, что относительно низким потенциальным плодородием обладают иллювиально-гумусово-железистый подзол и типично-сильнопodzолистая почва песчаного гранулометрического состава. Близка к ним и бурая лесная связано-песчаная почва на кварцевых песках. Причем в подзолах основная масса питательных веществ находится в лесной подстилке, являясь возможно, главным источником питания растений (Пономарева, 1964; Добровольский, 1989). Наиболее высокими запасами гумуса и азота выделяются следующие почвы: темно-серая лесная, аллювиальная дерновая, коричнево-темно-бурая лесная и коричнево-бурая лесная типичная. По содержанию калия в вытяжке Гинзбург преобладает коричнево-темно-бурая лесная почва на элювии пермских пород. Коричнево-бурой лесной оподзоленной почве также присуще высокое плодородие. По запасам подвижных соединений фосфора и калия почвы, сформировавшиеся на суглинистых породах, явно доминируют над песчаными почвами. Причем дерново-подзолистые почвы не уступают по данным показателям серым лесным почвам и суглинистым буроземам. Это связано, с одной стороны, относительным богатством почвообразующих пород (покровных суглинков, облессованных покровных суглинков) дерново-подзолистых почв, с другой стороны, формированием их в кислой среде, способствующей переходу в подвижное состояние соединений фосфора и калия минералов. Это говорит о том, что имеющаяся в настоящее время генетическая классификация почв, названия почвенных разновидностей не отражают истинное плодородие почв лесных биогеоценозов.

Бурая лесная супесчаная почва на полиминеральных песках (разрез Е-100), подстилаемая элювием пермских пород, в ряду почв легкого гранулометрического состава обладает наибольшими запасами соединений фосфора и калия. В целом, на более высокой ступени потенциального плодородия находятся коричнево-бурые лесные и серые лесные почвы, где формируются основные пихтовые фитоценозы. Дерново-подзолистые суглинистые и бурые лесные супесчаные почвы на двучленных наносах позволяют выращивать высокопродуктивные еловые и елово-пихтовые насаждения.

Важным показателем плодородия почв являются и их биохимические свойства. Интенсивность биологических процессов,

протекающих в почве, наглядно отражает количество выделяющейся на неё углекислоты (Галстян, 1963).

По нашим исследованиям (Сабиров, 1990, 1997; Сабиров, Шарафутдинова, 1999), в подстилках елово-пихтовых биогеоценозов автоморфного ландшафта количество выделившегося  $\text{CO}_2$  варьирует в пределах 499-965 мг/ (кг.ч). Данные величины являются усредненными для всего слоя  $\text{AO}^1 + \text{AO}^{11}$  ( $\text{AO}^{111}$ ). Снижение в некоторых случаях изучаемого показателя до 318 мг/ (кг.ч) объясняется включением в анализ слоя  $\text{AOA1}$ , содержащего значительные минеральные примеси. Коэффициент вариации величин интенсивности дыхания в подстилках елово-пихтовых лесов изменяется в пределах 15-20%. Относительно низкая интенсивность дыхания присуща сильноокислым грубым подстилкам ельников черничных и брусничных, произрастающих на песчаных подзолах и типично-подзолистых почвах. Следует отметить, что интенсивность дыхания лесной подстилки зависит, в первую очередь, от характера и свойства опада, чем от трофности почв. Биогенность верхних минеральных горизонтов лесных почв во многом зависит от состава растительности и свойств органогенного горизонта  $\text{AO}$ .

В минеральном слое более интенсивно биохимические процессы протекают в гумусовом горизонте. В горизонте  $\text{A1}$  изученных серых лесных и коричнево-бурых лесных почв количество выделившегося  $\text{CO}_2$  варьирует от 22 до 116 мг/ (кг.ч) (в среднем 39-56 мг  $\text{CO}_2$ ). Биогенность нижних горизонтов ( $\text{AB}$ ,  $\text{A2gB}$ ,  $\text{A2B}$ ,  $\text{Bt}$ ) резко снижается до 2-17 мг  $\text{CO}_2$ / (кг.ч), на что влияет низкое содержание здесь органического вещества и микроорганизмов. В отдельных случаях отмечается увеличение потенциальной биологической активности в горизонтах  $\text{B3}$ ,  $\text{BC}$ , вследствие накопления здесь затеков гумуса и карбонатов. Минеральные горизонты имеют высокую степень вариации выделения  $\text{CO}_2$ : до 50-77% (Сабиров, Шарафутдинов, 1999). Значительная биологическая активность (36-65 мг  $\text{CO}_2$ / (кг.ч) характерна также гумусовым горизонтам выщелоченной рендзины и бурой лесной супесчаной почвы на полиминеральных песках.

В ряду подзолистых почв наибольшей биологической активностью обладают дерново-подзолистые суглинистые, с максимальными значениями в гумусовом горизонте: от 41 до 151 мг  $\text{CO}_2$ / (кг.ч). Высокие

величины интенсивности дыхания горизонта А1 дерново-среднеподзолистых и дерново-сильноподзолистых почв связано с насыщением их растительными остатками (детритами), служащие хорошим субстратом для развития деятельности микроорганизмов при создании оптимальных гидротермических условий. В обедненной органикой и элементами питания элювиальном горизонте А2 биогеонность резко снижается до 6-8 мг СО<sub>2</sub>/ (кг.ч). В песчаных подзолах и типично-подзолистых почвах вся минеральная толща выделяется низкой биологической активностью (5-26 мг/ (кг.ч), с наибольшими величинами изучаемого показателя в иллювиальных горизонтах Vf1 и Bhf1, вследствие накопления здесь вымытого органического вещества.

Для успешного развития растительности значимым фактором является обеспеченность почв подвижным азотом, где важную роль играют процессы аммонификации (Попова, 1983). Целесообразно при этом выявление потенциальных возможностей почв к накоплению подвижного аммония. Содержание его в исходных образцах подстилок темнохвойных лесов региона оставляет 361-549 мг/кг. После компостирования (с целью создания благоприятных для разложения органических веществ гидротермических условий) количество подвижного аммония возросло в основном до 737-1050 мг/кг. Это свидетельствует о высокой потенциальной аммонифицирующей способности подстилок темнохвойных лесов региона.

В минеральной части профиля количество подвижного азота в исходных образцах гумусового горизонта серых лесных и коричнево-бурых лесных почв составил от 44 до 136 мг/кг, а после 7 дней компостирования повысилось от 79 до 285 мг/кг. Вниз по профилю интенсивность аммонификации снижается: содержание подвижного азота в горизонтах А2gВ, А2В, Вt после компостирования было на уровне 28-57 мг/кг.

При компостировании в оптимальных гидротермических условиях способность накапливать аммиак значительно возрастает и в гумусовой части профиля выщелоченной рендзины и бурой лесной супесчаной почвы (от 31-61 мг/кг до 51-168 мг/кг).

Высокая аммонифицирующая способность характерна и для горизонта А1 дерново-среднеподзолистых и дерново-

сильнопodzolistых почв: содержание аммонийного азота в почвенных образцах после компостирования возросло в 3 раза (до 146-238 мг/кг). Это связано с обогащенностью гумусового горизонта полуразложившимися растительными остатками, компостирование которых, по-видимому, и привело к весомой прибавке доступных растениям соединений азота. Однако необходимо подчеркнуть малую мощность (5-9 см) горизонта А1 рассматриваемых почв. В оподзоленных горизонтах А2 и А2В прибавка аммонийного азота составила всего 2-4 мг/кг, при исходной величине 20-30 мг/кг.

Наименьшей аммонифицирующей способностью обладают песчаные подзолы и типично-подзолистые почвы. Минеральная часть профиля очень инертна: содержание подвижного азота и после компостирования составляет всего 13-33 мг/кг.

Можно констатировать, что в целом среди изученных почв более высокой биологической активностью (если оценивать по всему почвенному профилю) и большими потенциальными запасами подвижного азота обладают коричнево-бурые лесные и серые лесные почвы.

Уровень плодородия лесных почв оценивается также и по продуктивности произрастающих на них лесных насаждений. При этом выявляется математическая зависимость между таксационными показателями древостоев и свойствами почв, отдельными факторами условий местобитаний, с вычислением коэффициентов корреляции и построением математико-статистических моделей продуктивности. Изучению вопроса количественной оценке факторов мест обитания и определению связей между производительностью древостоев и свойствами почв посвящено немало научных работ (Nebe, 1966; Hofmann, 1968; Lehmann, Griesse, 1970; Рудкаускас, 1972; Зеликов, 1971; Вайчис, 1975; Чертов, Рябинин, Мельницкая, 1976; Чертов, 1981; Шарафутдинов, 1997; Гиладев, 1998 и др.). При этом в качестве индикатора плодородия почв рекомендуется использовать верхнюю высоту древостоя (Лосицкий, Чуенков, 1980; Антанайтис, Дялвутас, Мажейка, 1985, Газизуллин, 1993 и др.). При составлении моделей продуктивности еловых древостоев западной провинции подзоны южной тайги О.Г.Чертов (1981) также использует верхнюю высоту. При разработке уравнений зависимости продуктивности насаждений от

почвенно-экологических факторов в качестве показателя древостоя также применяется средняя высота и класс бонитета.

Для выявления зависимости продуктивности древостоев ельников и пихтарников от почвенных показателей была проведена математическая обработка данных с использованием многофакторных регрессионных уравнений по методу наименьших квадратов. В качестве анализируемых почвенных показателей были приняты: мощность гумусового слоя (A1+AB(A1A2), см; содержание гумуса в слое 0-30 см,%; рНксе горизонта С; средневзвешанное содержание K<sub>2</sub>O и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в вытяжке Гинзбург в слое 0-150 см, %; средневзвешанное содержание подвижного K<sub>2</sub>O и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в слое 0-50 см, мг/100 г; средневзвешанное содержание суммы обменных Са и Mg в слое 0-50 см, мг/100 г; содержание физической глины - в иллювиальной части профиля, а при подстилании тяжелой породой - среднее из суммы частиц в горизонтах В и Д, %; степень гидроморфизма почвы - по оглеению в баллах: 1 - отсутствие глееватости, 2 - слабая глееватость, включая и поверхностное, 3 - значительная, но не сплошная глееватость, включая и реликтовость, 4 - наличие сплошного глеевого горизонта; глубина залегания карбонатов - по баллам: 1 - отсутствие карбонатов, 2 - на глубине 50-90 см, 3 - на глубине 80-120 см, 4 - на глубине 120 и более см. В ходе составления уравнений были оставлены ведущие признаки по t - критерию Стьюдента на 0,05 уровне значимости. Линейные аналитические модели зависимости продуктивности древостоев еловых лесов от почвенных показателей имеют следующие параметры.

I уравнение:

$$H_v = 8.704 + 0.160A + 0.087X_9;$$

(D=0.69, F=28.3)

Где H<sub>v</sub> – верхняя высота, м; А – возраст, лет; X<sub>9</sub> – содержание физической глины в иллювиальной части профиля, %. Доля участия возраста на образование общей дисперсии верхней высоты составляет 39.2%, а физической глины – 60.8%.

При совместном действии содержания общего K<sub>2</sub>O по Гинзбург (X<sub>4</sub>) и физической глины модель продуктивности имеет следующий вид:

II уравнение:

$$H_v = 8.100 + 0.164A + 3.072X_4 + 0.060X_9;$$

(D=0.70, F=19.8)

В этой модели наибольшее влияние на изменение верхней высоты ели имеет содержание общего калия – 36.7%.

При учете совместного влияния мощности гумусового слоя (X1) и физической глины модель продуктивности выглядит так:

III уравнение:

$$Hв=6.102 + 0.181A + 0.075X1 + 0.076X9;$$

(Д=0.73, F=22.0)

Влияние мощности гумусового слоя на общую дисперсию высоты составляет 53.6%, а физической глины – 28.5%. Данное уравнение показывает возрастание верхней высоты ели при увеличении мощности гумусового слоя и почвенных частиц диаметром меньше 0.01 мм.

IV уравнение:

$$Hв=6.345 + 0.180A + 0.067X1 + 0.064X3 + 1.866X4 + 0.064X9;$$

(Д=0.73, F=12.6).

Данная модель показывает прямую зависимость возрастания верхней высоты еловых древостоев при увеличении мощности гумусового слоя, содержания общего К<sub>2</sub>O по Гинзбург, физической глины, уменьшении кислотности материнской породы (X3).

Математическое уравнение зависимости продуктивности древостоев пихтовых лесов от почвенных показателей имеет следующее выражение.

I уравнение:

$$Hв=8.023 + 0.159A + 0.066X9;$$

(Д=0.64, F=27.8)

Совместное влияние возраста и физической глины на общую дисперсию верхней высоты пихтовых древостоев составляет 64.2%. В отличие от ельников, в пихтарниках увеличивается доля влияния на изменение высоты возраста (88.6%), нежели физической глины (11.4%).

При многовариантном выборе статистической программой ведущих факторов, оказывающих влияние на рост пихты, выделились следующие: мощность гумусового слоя, содержание средневзвешанного подвижного Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> в слое 0-50 см (X7), содержание средневзвешанного значения суммы обменных Са и Mg в слое 0-50 см (X8) и физической глины. Построенная линейная многофакторная модель по этим признакам имеет следующий вид:

II уравнение:

$$H_v = 2.331 + 0.188A + 0.174X_1 + 0.276X_7 - 0.134X_8 + 0.100X_9;$$

(D=0.84, F=13.6).

Данная модель отражает увеличение верхней высоты пихты при повышении мощности гумусового слоя, физической глины, подвижного фосфора и одновременном уменьшении содержания обменных оснований в слое 0-50 см. Последнее можно объяснить следующим образом.

Проведенные нами исследования показывают явную приуроченность продуктивных и устойчивых елово-пихтовых и пихтовых лесов к местам выхода на дневную поверхность пермских отложений (Газизуллин, Сабиров, Гилаев, Минниханов, 1997). На произрастание темнохвойных лесов в Европейской части России на карбонатных породах отмечают многие авторы (Ткаченко, 1954; Зайцев, 1931, 1964; Курнаев, 1973; Фалалеев, 1982 и др.). Следовательно, обогащенность почвенного профиля карбонатами благоприятно сказывается на росте пихты. Однако, по-видимому, с некоторого определенного уровня, в условиях перенасыщенности карбонатами, влияние катионов кальция и магния не сказывается на продуктивности древостоев. При сильнощелочной среде некоторые элементы минерального питания становятся слабоподвижными и малодоступными, например соединения фосфора. Это свойственно для рендзин и коричнево-бурых лесных почв, наиболее занятых пихтовыми лесами. На серых лесных почвах увеличение содержания обменного кальция в гумусовом горизонте приводит к возрастанию бонитета пихтовых древостоев, что отмечено и А.М.Гилаевым (1998).

Области использования моделей имеют следующие границы: возраст 50-90 лет – для ели, 50-80 лет – для пихты, мощность гумусового слоя 1-40 см; Значение  $pH_{ккс}$ =3.4-7.8; содержание  $K_2O$  в вытяжке Гинзбург в слое 0-150 см – 0.02-0.90%, подвижного  $P_2O_5$  в слое 0-50 см – 0.5-13 мг/100 г, суммы обменных оснований в слое 0-50 см – 1-45 мг.экв/100 г, физической глины в иллювиальной части профиля 6-72 %.

Таким образом, на продуктивность еловых древостоев положительно воздействуют содержание физической глины в иллювиальной части профиля, обогащённость почвообразующей породы основаниями (следствие - меньшая кислотность), содержание общего калия (вытяжка Гинзбург) в слое 0-150 см, мощность гумусового слоя.

Последнее отражает и благоприятные водно-воздушные свойства верхних горизонтов, где и распространена основная масса корней ели. Пихтовые древостои больше отзываются на мощность гумусового слоя, количество физической глины, содержание подвижного фосфора в слое 0-50 см и карбонатность породы. Если оценить уровень плодородия почв региона по продуктивности произрастающего на них древостоя, можно констатировать, что наиболее высокими лесорастительными свойствами относительно елово-пихтовых лесов обладают коричнево-бурые лесные и серые лесные почвы.

Исследования почв и растительности правобережья реки Волги показывают, что высоким потенциальным плодородием обладают коричнево-бурые лесные и серые лесные почвы. Коричнево-темно-бурая лесная почва и типичная рендзина обладают наибольшими запасами гумусовых веществ в слоях 0-30 и 0-60 см, достигая 186-191 т/га и 307-334 т/га (табл.16). Далее следует темно-серая лесная почва: соответственно 154 и 234 т/га. На третьей ступени по накоплению органического вещества в верхних горизонтах находятся рендзина выщелоченная, серая лесная и коричнево-бурая лесная почвы: 108-123 (в слое 0-30 см) и 141-166 т/га. Наименьшие запасы гумуса выявлены в аллювиальной луговой почве. При этом доля органического вещества в верхнем 30 см слое составляет 57-76% от всех его запасов в слое 0-60 см. Наименьшие запасы аммиачного азота в слое 0-30 см присущи аллювиальной луговой почве (15,5 кг/га). На более высокой ступени по данному показателю находятся выщелоченная рендзина, серая лесная и коричнево-бурая лесная почвы (20,0-20,9 кг/га). Запасы доступного для питания растений азота в верхних горизонтах почв наиболее накапливаются в типичной рендзине, темно-серой лесной и коричнево-темно-бурой лесной почвах: 26,4-37,0 кг/га.

Количество подвижных соединений фосфора в верхнем 50 см слое изученных почв варьирует от 0,19 до 1,48 т/га. Величина данного показателя в метровом слое наименьшее в аллювиальной почве (0,32 т/га), возрастая в рендзинах до 0,95-2,04 т/га и серых лесных почв и буроземов до 1,91-5,40 т/га. Запасы подвижного калия в слоях 0-50 и 0-100 см составляют соответственно 0,42-2,92 т/га и 1,04-4,82 т/га достигая максимального значения в метровой толще типичной рендзины ПП18.

Таблица 16

## Запасы питательных веществ в почвах прибрежных лесов

№ ПП	Почва	Гумус*	Подвижные		Аммиачный азот***, кг/га
			фосфор**	калий**	
т/га					
3	Серая лесная тяжелосуглинистая	108,0	0,55	0,67	20,90
		141,5	1,91	1,58	
17	Темно-серая лесная тяжелосуглинистая	153,99	1,48	1,40	34,53
		233,72	5,40	2,50	
19	Коричнево-бурая лесная тяжелосуглинистая	123,39	0,19	0,63	20,93
		164,19	2,15	1,33	
12	Коричнево-темно-бурая лесная тяжелосуглинистая	185,71	0,66	1,08	26,41
		306,57	3,15	1,88	
7	Рендзина выщелоченная тяжелосуглинистая	117,43	1,11	0,42	19,95
		166,11	2,04	1,04	
18	Рендзина типичная тяжелосуглинистая	190,82	0,58	2,92	36,99
		333,54	0,95	4,82	
14	Аллювиальная луговая тяжелосуглинистая	60,54	0,21	1,12	15,45
		89,52	0,32	1,98	

## Примечания

- \* В числителе - данные для слоя 0-30 см, в знаменателе - для слоя 0-60 см
- \*\* В числителе - данные для слоя 0-50 см, в знаменателе - для слоя 0-100 см
- \*\*\* Данные для слоя 0-30 см

В прибрежных лесных почвах запасы подвижного меди в верхнем 50 см слое варьирует в пределах 27,5-85,8 кг/га, подвижного цинка - от 6,9 до 16,2 кг/га, подвижного марганца - от 209,5 до 509,1 кг/га, величины данных показателей в метровом слое возрастают соответственно до 49,9-140,2 кг/га, 17,3-29,3 кг/га, 284,5-949,1 кг/га (рис.3). Значительное варьирование подвижных элементов в лесных почвах обусловлено как химическим составом почвообразующих пород, так и генезисом самих почвенных разновидностей.

Коричнево-бурые лесные почвы, сформированные на богатых оксидами железа и карбонатами красноцветных пермских отложениях, и серые лесные почвы, образованные на лессовидных суглинках, обладают более высокими лесорастительными свойствами. Эти почвы хорошо гумусированы, насыщены обменными основаниями, доступными для питания растений элементами.

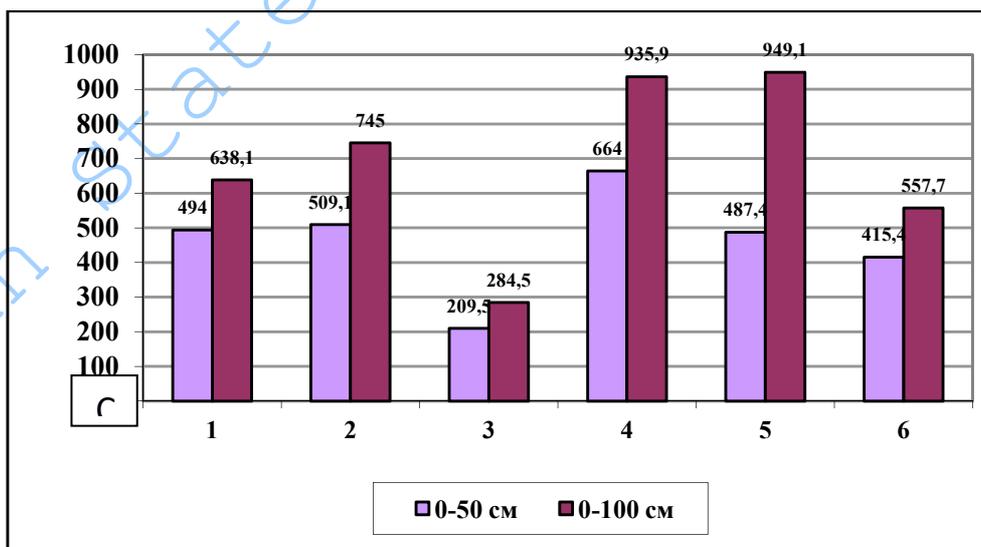
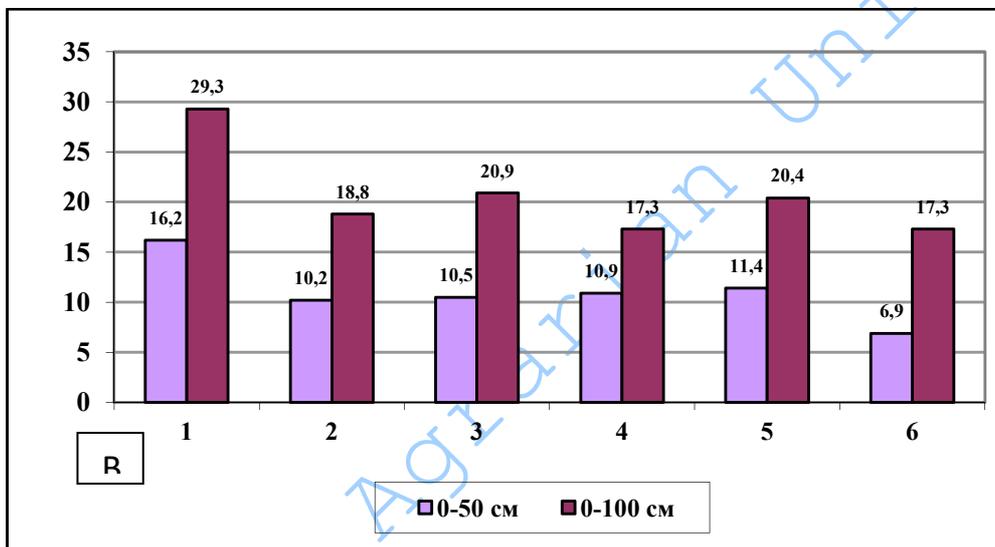
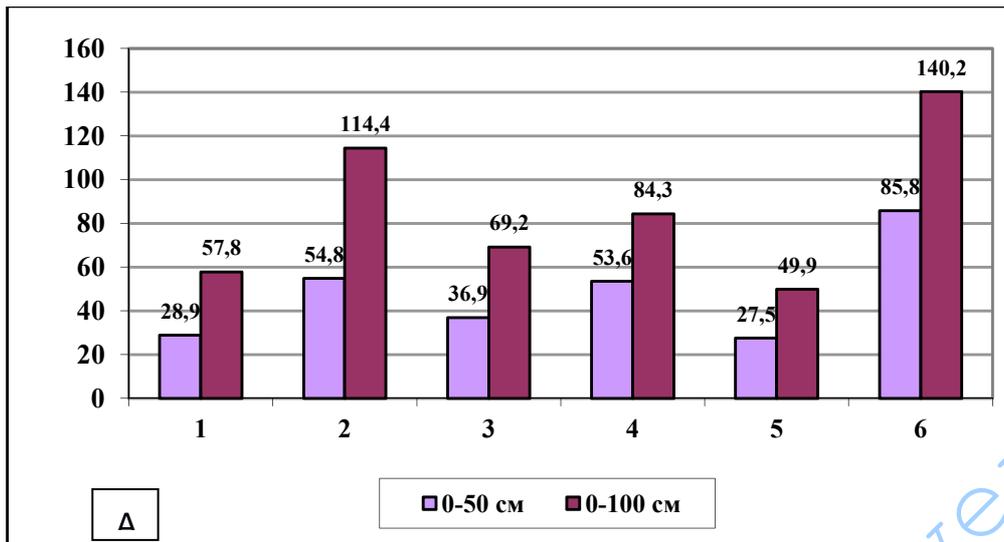


Рисунок 3 - Запасы подвижных соединений (кг/га) меди (А), цинка (В), марганца (С) в прибрежных лесных почвах: 1 - серая лесная (ППЗ), 2 - темно-серая лесная (ПП17), 3 - коричнево-бурая лесная (ПП19), 4 - коричнево-темно-бурая лесная (ПП12), 5 - рендзина выщелоченная (ПП7), 6 - рендзина типичная (ПП 18)

Бурозёмы и серые лесные почвы характеризуется благоприятными водно-физическими, физико-химическими свойствами для произрастания лесной растительности. Аккумуляция тонкодисперсных частиц, органического вещества, обменных оснований в горизонте А1, наличие богатой почвообразующей породы в профиле почв усиливает их плодородие, повышает биоразнообразие растительного покрова. Относительно низкое потенциальное плодородие присуще аллювиальной почве. В лесных экосистемах значительное количество питательных веществ сосредоточено в подстилке, которая непосредственно влияет на формирование травяного покрова, подроста.

Лесоводственно ценным структурным состоянием обладают коричнево-темно-бурые, коричнево-бурые лесные почвы и выщелоченные рендзины; далее следуют темно-серые лесные, серые лесные почвы. Благоприятные физические свойства, наряду с богатством химического состава, способствуют высокой продуктивности лесных фитоценозов, эффективно выполняющие водоохраные, защитные функции.

Исследования показали определенную приуроченность видов растений к различным типам почв, их трофности и условиям увлажнения (приложение 10). В ивовых фитоценозах на аллювиальных луговых почвах (в полугидроморфных условиях) встречаются такие виды трав, как зюзник высокий и зюзник европейский, которые предпочитают развиваться на богатых азотом, влажных или временно затопленных почвах. В ивняках выявлен подмаренник болотный, произрастающий на почвах богатых калием. На обеспеченных азотом почвах встречаются воронец колосистый, крапива двудомная. Астрагал солодколистный успешно развивается на гумусированных почвах.

Мятлик обыкновенный, бодяк огородный предпочитают насыщенные фосфором почвы. Луговик дернистый и черноголовка обыкновенная произрастают на бедных калием и фосфором почвах. Влажные глинистые почвы предпочитает мать-и-мачеха. Ландыш майский выявлен в хвойных и лиственных лесах. Создавая куртины, ландыш майский часто произрастает в дубняках на богатых нейтральных почвах и при хорошей увлажненности. На наиболее кислых почвах произрастают луговик дернистый, фиалка трехцветная, хвощ полевой, на нейтральных почвах - люцерна, сныть обыкновенная,

воронец колосистый, астрагал солодколистный, на богатых известью щелочных почвах - ветренница лесная. Влажную местность избегает гравилат городской, о чем свидетельствует его встречаемость в липняке кленово-разнотравном ППЗ, дубняке кленово-злаковом ПП19, произрастающие на пологом склоне и вершине очень высокого берега.

Распределение растений по отношению к свету (таблица 5.19), проведенное на основе полевых наблюдений и литературных источников показывает, что 68% видов относятся к гелиофитам, а остальные 32% принадлежат к теневыносливым и тенелюбивым растениям. По отношению к влаге преобладают растения умеренно увлажненных местообитаний (79%), растения избыточно увлажненных условий занимают 8%, сухих местообитаний - 13%. Относительно к тропности почвы в прибрежных фитоценозах преобладают растения умеренно плодородных почв (62%), растения богатых почв занимают 34%, бедных почв - 4%.

Таблица 17

Распределение видов растений по отношению  
к экологическим факторам

	Экологические факторы								
	свет			влага			плодородие почвы		
экологическая группа	гелио-фит	сцио-гелио-фит	сцио-фит	гигро-фит	мезо-фит	ксеро-фит	эутро-фы	олиго-трофы	мезо-трофы
количество видов	117	46	8	13	135	23	58	6	107
%	68	27	5	8	79	13	34	4	62

В условиях лесостепи Предволжья на серых лесных и коричнево-бурых лесных почвах прибрежных территорий распространены лиственничные и сосновые насаждения Ia-I класса бонитета искусственного происхождения (с запасом древесины до 241-440 м<sup>3</sup>/га), устойчивые и богатые по видовому составу растительности, что свидетельствует о высоком плодородии данных почв. Рендзины также обладают довольно высокими лесорастительными свойствами, особенно на выровненных участках при развитом профиле и нормальном увлажнении. В этих условиях на рендзинах формируются продуктивные (I-II класса бонитета) леса. На склонах различной крутизны, на почвах с

близким залеганием плотных карбонатных слоев (40-50 см) класс бонитета древостоев немного ниже и они менее устойчивы к ветровалу. На аллювиальных почвах отмечается периодическое затопление талыми водами, что приводит к снижению продуктивности фитоценозов и повышению фауности деревьев. В ряду аллювиальных почв лесные насаждения с более высоким классом бонитета и удовлетворительным санитарным состоянием формируются в условиях хорошего дренажа.

В правобережье реки Волги в лесах сформирован широкий спектр почвенных разновидностей, обусловленный особым сочетанием экологических условий почвообразования. В береговой зоне преобладают бурозёмы и рендзины, в прибрежных территориях более распространены серые лесные почвы. Аллювиальные луговые почвы наблюдаются реже, в прибрежных ложбинах. В лесных биогеоценозах, сформированных в северных границах лесостепной зоны, установлено интенсивное разложение лесной подстилки. В этих условиях на обогащенных карбонатами, соединениями железа, алюминия пермских отложениях образуются коричнево-бурые лесные почвы. Лесная растительность, как фактор почвообразования, является источником накопления гумусовых веществ в прибрежных почвах, сохранению их разнообразия при возрастающем антропогенном воздействии на ландшафты. Насыщенность лесных почв гумусом (до 6-8%), питательными элементами, высокая оструктуренность способствуют развитию фитоценозов с богатым разнообразием видов растений.

### **Контрольные вопросы.**

1. Расскажите о почвенно-экологических условиях формирования еловых биогеоценозов Среднего Поволжья. 2. На каких почвах произрастают пихтовые экосистемы? 3. Дайте характеристику фитоценозов темнохвойных лесов Среднего Поволжья. 4. Как производится лесорастительная оценка почв? 5. Расскажите о показателях почв, определяющих их лесорастительные свойства. 6. Какие почвенные показатели оказывают наиболее значимое воздействие на продуктивность лесных насаждений? Как они влияют?

## 6. ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Важнейшей задачей, стоящей перед лесным хозяйством России, является непрерывное повышение продуктивности лесов, их устойчивости, при одновременном сохранении биоразнообразия лесных экосистем. Необходимо организовать многоцелевое и неистощительное пользование лесными ресурсами. Важно сохранение экологических и хозяйственных функций лесов при возрастающем антропогенном воздействии. Это возможно лишь при эффективном использовании плодородия лесных почв, защите их от деградации. В Лесном Кодексе Российской Федерации (1997) отмечено, что одним из целей воспроизводства лесов является обеспечение рационального использования земель лесного фонда.

Проведенные нами многолетние исследования в центральных районах Среднего Поволжья подтверждают сложность и уникальность лесных биогеоценозов с разнообразным растительным и почвенным покровом. Наличие широкого спектра плодородных почв и богатых почвообразующих пород является основой существования биоразнообразия лесных экосистем, стабильного функционирования природных систем региона в целом. Поэтому важно сохранить разнообразие и плодородие естественных лесных почв.

Можно выделить следующие принципы рационального использования и охраны лесных земель (на примере лесных биогеоценозов Среднего Поволжья).

**1. Принцип информационной обеспеченности** при рационализации землепользования. Создается региональная информационная система состояния лесных экосистем. Объектом исследования принимается тип лесного биогеоценоза. При этом изучаются основные типы лесных биогеоценозов региона со всей совокупностью комбинаций растительности и почвенных разновидностей.

В лесных экосистемах проводится почвенное картирование с изучением генезиса и свойств почв, с детальной характеристикой почвообразующих и подстилающих пород. Это позволит создать банк данных почвенных показателей района исследования. Далее проводится

математическая обработка данных. Информационную систему почвенных показателей следует подготовить по **физико-географическим районам**, с дифференцированием по типам лесных биогеоценозов и почв. Целесообразно изучить как высокобонитетные, так и низкопродуктивные лесные насаждения, что поможет создать банк данных как положительных, так и неблагоприятных лесорастительных свойств почв. База данных составляется как для почв естественных (фоновых) экосистем, так и для деградированных лесных земель под влиянием антропогенного фактора. Создание банка данных почвенных показателей поможет решить теоретические, так и практические вопросы лесной биогеоценологии, экологии, лесного хозяйства:

- дать оценку потенциального плодородия лесных почв;
- разработать карты типов лесорастительных условий в пределах лесохозяйственных предприятий, что позволит эффективно проектировать и провести лесовосстановительные, лесомелиоративные и лесохозяйственные работы;
- провести почвенно-экологический мониторинг в лесных ландшафтах;
- создать кадастр лесных земель региона с их экологической и экономической оценкой;
- выявить закономерности взаимосвязи между почвенными показателями и продуктивностью, устойчивостью и биологическим разнообразием лесных фитоценозов; построить статистические модели продуктивности лесных земель;
- оптимизировать территориальное размещение лесобразующих пород в соответствующих из биоэкологии почвенно-грунтовых условиях.

**2. Принцип полного (максимально возможного) использования** плодородия лесных почв. Так, восстановление темнохвойных лесов должно производиться с учетом их биологических особенностей. Породный состав, структура и продуктивность древостоев должны соответствовать почвенно-экологическим условиям (с учетом эколого-экономических принципов предприятий). Наиболее оптимальными лесорастительными свойствами, соответствующими биоэкологическим требованиям пихты сибирской в условиях региона, являются коричнево-бурые лесные почвы, сформировавшиеся на пермских элювиальных

глинах и элювии мергелей. На данных почвах формируются высокопродуктивные и устойчивые пихтовые и елово-пихтовые фитоценозы. Благоприятными лесорастительными свойствами в отношении пихты обладают также серые лесные почвы и рендзины.

Еловые фитоценозы в условиях региона формирует высокобонитетные насаждения на серых лесных, коричнево-бурых лесных почвах, рендзинах. Ельники успешно произрастают также на дерново-подзолистых суглинистых почвах. В качестве главной лесобразующей породы ель (наряду с сосной, березой, липой) может выступать и на бурых лесных и дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных почвах, развитых на двучленных и многочленных отложениях четвертичных террас рек Камы и Вятки. Довольно продуктивные фитоценозы совместно с сосной и березой формирует ель и на бурых лесных песчаных почвах с близким залеганием (55-85 см) карбонатных пермских пород, развитых на юго-востоке Кокшаго-Шорского карстово-полесского района Марий Эл. На дерново-подзолистых связанно-песчаных и бурых лесных супесчаных почвах с псевдофибровыми и ортзандовыми прослойками произрастают еловые древостои II класса бонитета. В этих условиях, с учетом хозяйственного значения древесины ели и в целях сохранения биоразнообразия лесных экосистем, возможно формирование темнохвойных фитоценозов с участием сосны, березы, а в подлеске – можжевельника, рябины, липы, ракитника. На типично-подзолистых песчаных почвах главной породой следует считать сосну обыкновенную, а ель может участвовать в примеси или во втором ярусе.

Значительные площади в регионе заняты низкопродуктивными и низкотравными древостоями дуба, осины, вяза, клена, липы, что свидетельствует о недостаточной эффективности использования плодородия лесных почв и биоклиматического потенциала. Причем выращивание расстроенных дубовых древостоев с оборотом рубки свыше 100 лет на плодородных почвах надолго выводит их из рационального хозяйственного пользования. Природные условия региона позволяют выращивать ценные и высокопродуктивные насаждения. Следовательно, низкопродуктивные насаждения подлежат реконструкции, с дальнейшим формированием на данных почвах высокопродуктивных и устойчивых хвойно-лиственных фитоценозов.

С практической точки зрения, для эффективного использования лесных земель необходима организация и ведение лесного хозяйства на почвенно-типологической основе с учетом зональных условий.

### **3. Принципы сохранения и повышения плодородия лесных земель.**

В почвах, при выращивании на них продолжительное время чистых и сомкнутых еловых насаждений, начинают происходить негативные явления: увеличивается деятельность грибов, повышается кислотность, становится меньше содержание обменных оснований. Это отражается на уменьшении гумусонакопления, водопрочности агрегатов, на снижении плодородия почв. Данное явление особенно присуще в полугидроморфных условиях и на супесчано-песчаных почвах. Пихтовые фитоценозы обладают более благоприятным воздействием. Чистые еловые и пихтовые древостои часто подвержены болезням, неустойчивы. Необходимо стремиться формировать смешанные и сложные насаждения, где к ели и пихте, в зависимости от типа лесорастительных условий, примешиваются почвоулучшающие породы: липа, дуб, береза. В составе фитоценоза важно участие клена остролистного (во втором ярусе или в подлеске). Доля участия широколиственных пород должна составлять от 20 до 50%. Хозяйственно и экологически целесообразна примесь сосны и лиственницы. В подлеске также необходимы почвоулучшающие кустарники: лещина, бересклет, рябина, ракитник, можжевельник. Причем в ельниках мшистых, черничных и брусничных эффективно рыхление лесной подстилки и верхнего горизонта почв, что поможет усилению биологической активности почвенной микрофлоры, ускорению минерализации органических остатков, обогащению почв элементами питания и естественному возобновлению ели (и пихты). Этому же способствует и снижение полноты до 0.75-0.85 рубками в густых темнохвойных лесах.

Следует создавать смешанные елово-широколиственные культуры. Показателен опыт Камского лесхоза Республики Татарстан, где на серых лесных почвах успешно произрастают культуры ели и дуба, взаимно дополняя друг друга и способствуя сохранению плодородия почв. Пихтовые культуры следует производить совместно с елью, липой, дубом в наиболее оптимальных для её произрастания почвенно-экологических условиях. На дерново-подзолистых и бурых лесных

песчаных и супесчаных почвах междурядья культур ели следует вводить люпин многолетний, который значительно улучшает лесорастительные свойства почв (Зайцев, 1964; Смирнов, 1968; Газизуллин, 1978).

С целью рационального использования земель лесного фонда, плодородия почв активно создавать культурценозы на вырубках, гарях, пустырях, овражно-балочных участках. Очень негативные последствия на лесных землях наблюдается при подготовке лесокультурных площадей со сплошной корчевкой пней, когда физически деградируется (механически уничтожается) весь гумусовый горизонт почв. Необходимо стремиться к бережливому отношению к плодородному слою почвы, сохраняя его в хозяйственном пользовании.

На деградированных землях воспроизводство темнохвойных лесов следует производить густыми посадками культур. Это ускорит формирование лесной подстилки, восстановление плодородия почв и биологического круговорота веществ. Лесоразведение на склонах резко снизит проявление процессов эрозии.

В ельниках кислично-липняковых, мшистых, брусничных, произрастающих на подзолистых и бурых лесных почвах легкого гранулометрического состава, при очистке мест рубок ухода и на лесосеках целесообразно измельчение и разбрасывание порубочных остатков. Это способствует увеличению запасов органического вещества почв, уменьшению физического испарения влаги из почвы (Побединский, 1967; Смирнов, 1968; Газизуллин, 1978).

Повышение лесорастительных свойств лесных почв может осуществляться и внесением удобрений (органических, минеральных, органо-минеральных), биологических препаратов, известкованием. Удобрения используются в основном питомниках, также на лесокультурных площадях, лесосеменных участках. Для восстановления почвенного плодородия и снятия почвоутомления в питомниках применяются различные севообороты.

**4. Принцип многоцелевого, но экологически обоснованного использования** лесных земель. Предусматривается применение лесных земель не только для получения древесного сырья, но и продуктов побочного пользования, при развитии подсобного хозяйства – овощей, зерновых. Важно эффективное использование плодородия лесных почв при создании лесных ландшафтов для зон отдыха, культур из

интродуцированных пород. На лесных площадях целесообразно выращивание лекарственных растений, плодовых и технических кустарниковых пород. При всяком землепользовании важно соблюдение экологической приемлемости технологий производства.

5. Рационализация землепользования в лесных биогеоценозах связана непосредственно и с *охраной лесных земель*. Необходимость охраны лесных земель основывается на следующих принципах:

- сохранения почвенно-экологической основы воспроизводства лесных ресурсов, существования видового разнообразия лесных фитоценозов и биоты;
- уникальностью почв как природных образований (и имеется опасность утраты генетических разновидностей почв);
- долгосрочностью формирования почвенного плодородия, особенно гумусного состояния.

При организации охраны лесных земель необходимо решить следующие задачи:

- организовать экологический мониторинг лесных земель;
- сохранить плодородие почв, защитить их от деградации при хозяйственном использовании;
- сохранить площади естественных лесных почв.

В связи с возрастанием антропогенного пресса на лесные биогеоценозы региона необходим контроль за состоянием лесных земель путем организации глубокого почвенно-экологического мониторинга. Особенно это ощутимо в Республике Татарстан, где высокая урбанизация, мощная промышленность, интенсивное сельское и лесное хозяйство сочетаются с малой лесистостью территории (16.9%). По результатам многолетних исследований нами разработаны методологические основы мониторинга лесных земель, на примере лесных экосистем центральных районов Среднего Поволжья (Сабилов, Газизуллин, 1996). При выборе методик исследований и контролируемых показателей пользовались также существующие методические разработки (Добровольский, Гришина, 1985; Аммосова, Орлов, Садовникова, 1989; Гришина, Копчик, Моргун, 1991; Зайдельман, 1992; Соколова, Дронова, 1993).

При организации мониторинга лесных земель создается информационная система, которая включает банк данных о лесных

экосистемах региона (растительности, животном мире и т.д.), составе и свойствах почв и почвообразующих пород (по имеющейся на данный момент информации). В различных лесных биогеоценозах региона организуется сеть пунктов контроля (природные биогеоценозические индикаторы):

а) почвенно-экологические стационары для долгосрочного и сезонного контроля за состоянием почв (Гришина, Копцик, Моргун, 1991) и растительности; формируют на лесных опытных станциях, ботанических садах, заповедниках, около городов, где возможно проведение постоянных исследований;

б) постоянные пробные площади для периодического контроля за изменением свойств почв и состоянием фитоценозов; закладывают в различных типах лесных биогеоценозов, рекреационных лесах, на участках лесозаготовок, лесных землях, поврежденных химическому загрязнению и т.д.; на каждую постоянную пробную площадь составляется паспорт с физико-географической и почвенной характеристикой; пробные площади отмечаются на планшете и подлежат защите со стороны служб лесного хозяйства;

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

Экологический мониторинг проводится в пределах лесничеств, что поможет рационально организовать работу, дать оценку степени деградации земель и проектировать эффективные мероприятия по устранению тех или иных негативных последствий антропогенного воздействия на лесные почвы.

Проводится фоновый мониторинг почв лесных биогеоценозов, который должен охватывать: физико-географические районы, основные почвенные разновидности и типы лесных биогеоценозов региона.

В работе «Мониторинг лесных земель» (1996) приведены программа, методика исследований и контролируемые показатели при проведении почвенно-экологического мониторинга в лесных биогеоценозах, подверженных антропогенному воздействию: промышленному химическому загрязнению, рекреационному воздействию, нефтезагрязнению, загрязнению пестицидами,

удобрениями и промышленными отходами, влиянию лесохозяйственных машин, водохранилищ.

На основе проведенных исследований создается или дополняется имеющийся банк данных показателей свойств почв (и состояния фитоценозов), составляется картографический материал с почвенным очерком, оценивается степень загрязнения, деградации почвенного покрова антропогенным воздействием, выявляются оптимальные и критические уровни контролируемых показателей, вырабатываются мероприятия по охране и рациональному использованию лесных почв.

На территориях лесничеств республик Татарстан и Марий Эл, в различных лесных биогеоценозах заложены более 100 постоянных пробных площадей, где проводятся периодические биогеоценологические исследования.

Лесные биогеоценозы региона, в том числе и лесные почвы, испытывают интенсивную и разнообразную антропогенную нагрузку. Так, при проведении лесозаготовительных работ широко используются различные технологии и тяжелые машины. При применении научно обоснованных технологий происходит и снижение водопроницаемости почв. При наличии уклона увеличивается поверхностный сток, что способствует эрозии почв и нерациональному использованию влаги для роста и развития растений. При этом последствия техногенной трансформации почв зависят от типа лесного биогеоценоза и условий увлажнения. Показателен опыт Сабинского лесничества, где используется способ несплошных рубок в березовых, еловых, сосновых и липовых насаждениях, произрастающих на коричнево-бурых и серых лесных почвах. Здесь проводят выборку технически спелых деревьев несколько приемов с заложением пасек и волоков, что позволяет сохранять не только ценный еловый подрост, но и плодородный почвенный покров, способный к тому же и быстро восстанавливаться. Поэтому необходимы экологически приемлемые технологии и машины лесозаготовок, минимально нарушающие лесные почвы.

Леса региона, особенно зеленой зоны городов и поселков, мест отдыха, подвержены значительной рекреации, что приводит к нарушению функционирования фитоценозов и педосферы. Деградируется лесная подстилка, повышается плотность сложения, уменьшается воздухоемкость и биологическая активность почв

(Газизуллин, Сабиров, 1992). Трансформация почвенного покрова особенно ярко проявляется в почвах тяжелого гранулометрического состава, которым при уплотнении присуще образование верхней корки мощностью 4-7 см. При этом резко снижается плодородие почв, структура почвенного покрова приобретает однотипность, что отражается на уменьшении биоразнообразия флоры и фауны лесов. В этих условиях требуется регулирование рекреационной нагрузки, устройство строго определенной тропиной сети (в том числе и с твердым покрытием).

Трансформация почвенного покрова наблюдается и на приопушечной полосе лесных биогеоценозов (до 70-100 м), которая часто используется под выпас скота. Это особенно характерно для лесов Предкамья Татарстана. Наряду с деградацией верхних горизонтов лесных почв происходит уничтожение елового и пихтового подроста, задернение лесных земель. Вследствие этого применяется искусственное лесовосстановление, что трансформирует естественный ход почвообразования на антропогенный. В этих условиях, где защиты почвенного покрова и естественного лесовозобновления, необходим строгий запрет на пастьбу скота в лесных биогеоценозах (особенно в малолесных районах). Лишь в специально отведенных небольших площадях (полянах, редколесьях) можно разрешить регулирующую пастьбу скота.

Уничтожение плодородных и уникальных почв происходит вследствие отчуждения лесных земель под промышленное и жилищное строительство, что категорически недопустимо. Почвы загрязняются городскими сточными водами, отходами, промышленными выбросами (Сабиров, Гаврилина, 1993). Однако вопросы химической деградации лесных почв региона остаются слабо изученными.

Наряду с защитой биологического разнообразия растений и животных, насущным является и сохранение разнообразия естественных почв, как основы функционирования лесных экосистем. В табл.18 приведены почвы лесных биогеоценозов Среднего Поволжья, которые нуждаются в хранении в виде природных эталонов.

Можно выделить несколько аспектов решения этой проблемы:

а) Создание заповедных территорий с естественными почвами. В Среднем Поволжье данную роль отчасти выполняют: природные

национальные парки «Марий Чодра», Нижняя Кама», заповедник «Большая Кокшага», Волжско-Камский государственный заповедник, памятник природы, ботанические заказники, ботанические сады региона. Однако они не всегда включают зональные группы почв.

Таблица 18

Основные эталонные и редкие почвы лесных биогеоценозов  
центральных районов Среднего Поволжья

Почвы	Почвообразующая порода	Основные районы распространения
<b><i>I. Широко распространенные почвы</i></b>		
Типично-подзолистые	Древнеаллювиальные и флювиогляциальные пески и супеси	Марийская песчаная низменность
Дерново-подзолистые	Покровные глины и суглинки, глинистые и суглинистые коренные породы Древнеаллювиальные пески и супеси	Центральная и северо-восточная части Республики Марий Эл, Предкамье Татарстана Марийская песчаная низменность
Серые лесные лесной зоны	Лессовидные суглинки	Прелкамье Татарстана
Подзолисто-болотные	Покровные глины и суглинки, древнеаллювиальные и флювиогляциальные пески и супеси	Центральная часть и песчаная низменность Республики Марий Эл
<b><i>II. Значительно распространенные почвы</i></b>		
Коричнево-бурые лесные	Глинистые и суглинистые пермские породы	Районы Вятского Увала, Предкамье Татарстана
Бурые лесные	Древнеаллювиальные супесчано-песчаные отложения и двучленные наносы	Юго-восточная часть Республики Марий Эл, четвертичные террасы Камы, Вятки
Аллювиальные	Аллювиальные слоистые суглинисто-супесчаные отложения	Поймы рек
Подзолы	Древнеаллювиальные и флювиогляциальные пески и супеси	Марийская песчаная низменность
Ренизины	Известняки, мергеля, доломиты	Районы Вятского Увала, Предкамье Татарстана

Поэтому необходимо специальное заповедывание лесных земель, содержащие редкие и особо ценные почвенные разновидности, не допуская антропогенного влияния.

б) Отбор почвенных образцов и монолитов для дальнейшего их хранения в музеях, в специальных хранилищах в качестве исходных образцов природных образований. Это эталоны основных типов лесных почв региона.

в) рациональное и экологически обоснованное использование плодородных и редких почв, обеспечивая их нормальное функционирование и восстановление плодородия, естественного состояния.

Параллельно с решением задачи сохранения естественных почв необходимо создание Красной книги почв лесных биogeоценозов с учетом региональных особенностей почвообразования. На основе картирования устанавливаются площади основных типов лесных почв региона, степень их деградации. Определяется представительство типичных для района исследований естественных почв в имеющихся заповедных объектах. Выявляются редкие почвы (с незначительной площадью), отражающие специфику регионального почвообразования. Выделяются особо охраняемые почвы, которые в силу влияния антропогенного фактора дошли до грани исчезновения. В районе исследования из числа редких почв нами выделены: рендзины и коричнево-темно-бурые лесные почвы в елово-пихтовых биogeоценозах, темно-серые лесные почвы под еловыми и сосновыми лесами.

### **Контрольные вопросы.**

1.Какие принципы рационального использования лесных земель Вы знаете? 2.Расскажите о принципе сохранения и повышения плодородия лесных земель. 3.На каких принципах основывается необходимость охраны лесных земель? 4.Расскажите об организации почвенно-экологического мониторинга в лесных биogeоценозах. 5.Какие пути сохранения разнообразия естественных лесных почв Вы можете назвать?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Взаимосвязь между составом, продуктивностью лесных биогеоценозов и почвенно-экологическими условиями сложная, многогранная, определяется сочетанием почвенных, климатических факторов и взаимоотношениями растений внутри фитоценоза. При этом следует также учитывать фактор динамичности экосистемы, включающий развитие как растений, так и эволюцию почв, изменение почвенных показателей во времени.

Оценивая взаимосвязь между почвами и типами хвойных лесов, можно констатировать об определенном уровне их сопряженности, что связано с различными подходами при классификации типов леса и типов почв. При типологической классификации лесов применяют в основном фитоценологический подход с учётом состава растительных сообществ. При классификации типов почв используют генетический подход, учитывая направленность и степень проявления протекающих в почвенной среде процессов. На биологическое разнообразие и продуктивность лесных фитоценозов оказывают влияние гранулометрический состав почв, богатство почвообразующей породы, наличие подстилающего слоя, условия увлажнения.

Комплексные исследования взаимосвязи почвенного покрова и лесной растительности позволят разработать эффективные мероприятия по повышению продуктивности и устойчивости лесных насаждений, увеличению биологического разнообразия лесных экосистем. Крупномасштабное картирование почв в лесных биогеоценозах позволит создать карты типов лесорастительных условий (ТЛУ) лесничеств. С позиции практики лесного хозяйства тип лесорастительных условий является основной единицей, характеризующей производительность лесных земель.

Изучение закономерностей взаимовлияния фитоценозов и почв становится одним из определяющих аспектов и при создании объектов ландшафтной архитектуры. Формирование декоративных зеленых насаждений в соответствии с их требованиями к почвенным условиям местности повышает устойчивость растений в природных ландшафтах и урбанизированных территориях.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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 физических свойств почв/ А.Ф.Вадюнина, З.А.Корчагина.- 3-е изд., перераб. и доп.– М.:Агропромиздат, 1986.-416 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. Почвоведение. Общее учение о почве: учебное пособие / А.Х.Газизуллин. - М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. - 484 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.

Гришина, Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. М.: Изд-во МГУ, 1986. - 244 с.

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. 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.

Евдокимова, Т.И. Почвенная съемка: Учеб. пособие / Т.И. Евдокимова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ, 1987. - 272 с.

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

Зонн, С.В. Состояние и перспективы изучения педосферы лесного биогеоценологического покрова / С.В.Зонн // Роль почвы в лесных биогеоценозах: Чтения памяти академика В.Н.Сукачева, XII. – М.: Наука, 1995. – С.5-21.

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. Роль биоценоза в формировании почв / Л.О. Карпачевский // Роль почвы в лесных биогеоценозах: Чтения памяти академика В.Н.Сукачева, XII. – М.: Наука, 1995. – С.38-52.

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

Киреев, Д.М. Индикаторы лесов / Д.М.Киреев, П.А.Лебедев, В.Л.Сергеева. – СПб.: СПбГЛТУ, 2011. – 400 с.

Киреев, Д.М. Лесное ландшафтоведение: текст лекций / Д.М. Киреев. – СПб.: СПбГЛТУ, 2012. – 328 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.

Лебедева, Н.В. Биологическое разнообразие / Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволуцкий. – М.: ВЛАДОС, 2004 – 432 с.

Мелехов, И.С. Лесоведение: Учеб. для вузов / И.С. Мелехов. – М.-Л.: МГУЛ, 1999. - 398 с.

Молчанов, А.А. Влияние леса на окружающую среду / А.А.Молчанов. – М.: Наука, 1976. - 359 с.

Николайкин, Н.И. Экология: учеб. для вузов / Н.И.Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова – 4-е изд., испр. и доп.–М.: Дрофа, 2005.

– 622 с.

Орфанитский, Ю.А. Основы лесного почвоведения / Ю.А. Орфанитский. – М.: Колос, 1982. - 87 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.

Родин, А.Р. Лесомелиорация ландшафтов: Учебное пособие для студентов по направлению 656200 / А.Р. Родин, С.А. Родин, С.Л. Рысин. 4-е изд. доп., испр. - М.: МГУЛ, 2002. - 126 с.

Сабилов, А.Т. Взаимосвязь почв и растительности в природных ландшафтах: Учебное пособие/ А.Т.Сабилов. Казань: Изд-во «ДАС», 2001.–102 с.

Сабилов, А.Т. Почвенно-экологические условия произрастания еловых и пихтовых фитоценозов Среднего Поволжья / А.Т.Сабилов, А.Х.Газизуллин.- Казань: Издательство «ДАС», 2001. - 207 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.

Ульданова, Р.А. О влиянии прибрежных лесных фитоценозов на формирование свойств почв// Р.А.Ульданова, А.Т.Сабилов/ - Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». - 2015. - Том 25, Выпуск 3. С.11-16.

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

Чертов, О.Г. Экология лесных земель: (почвенно-экологическое исследование лесных местообитаний) / О.Г.Чертов. – Л.: Наука, 1981. – 192 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1.ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОЧВ И ФИТОЦЕНОЗОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ .....	5
2.ЛЕСНАЯ ПОДТИЛКА КАК ОСОБЫЙ БИОГЕОГОРИЗОНТ .....	16
2.1.Параметры характеристики лесных подстилок .....	16
2.2.Состав органического вещества лесной подстилки .....	21
2.3.Содержание химических элементов в подстилках .....	26
2.4.Физико-химические показатели горизонта АО .....	33
2.5.Классификационное положение подстилок темнохвойных лесов Среднего Поволжья .....	38
3.ТЕМНОХВОЙНЫЕ ЛЕСА И ПОЧВЫ .....	45
4.ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА СВОЙСТВА ПОЧВ ...	58
5.ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ .....	66
6.ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ЛЕСНЫХ ПОЧВ .....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	91
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	92

**Сабиров Айрат Тагирзянович  
Ульданова Раиля Анасовна**

**ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ  
И ПОЧВ**

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