

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный аграрный университет»

Факультет лесного хозяйства и экологии

На правах рукописи

_____.

Ахметгараев Фанис Радифович

**СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИБРЕЖНЫХ
ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ОЗЁР ГОРОДА КАЗАНИ**

Научно-квалификационная работа (диссертация)
на соискание квалификации "Исследователь. Преподаватель-исследователь"
по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленность
(профиль) программы 03.02.13 Почвоведение

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор Сабиров А.Т.

_____.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к представлению научного
доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной
работы (диссертации) на государственной итоговой аттестации
(протокол №12 от 21 мая 2020 г.)

И.О.зав. кафедрой, доцент

Губейдуллина А.Х.

Казань - 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	7
1.1.Изученность влияния рекреационной нагрузки на лесные биогеоценозы	7
1.2. Постановка вопроса	17
2.ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	19
2.1.Программа и методы исследований	19
2.2.Общая характеристика объектов исследования	23
3.ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ПОЧВ И НАСАЖДЕНИЙ ПРЕДКАМЬЯ	27
3.1.Характеристика экосистем озёр Глубокое и Лебяжье	27
3.2.Рельеф и гидрография	30
3.3. Климат	31
3.4.Почвообразующие породы	32
3.5.Почвы и растительность региона	34
4.СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИБРЕЖНЫХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ОЗЕР ГОРОДА КАЗАНИ	36
4.1.Мониторинг состояния почв прибрежных лесных биогеоценозов озёр	36
4.2.Песчаные подзолистые почвы	43
4.3.Бурые лесные почвы	49
4.4.Состояние почв в зоне влияния рекреационной нагрузки	54
5.БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	64
5.1.Флористический состав насаждений возле озёр	64
5.2.Санитарное состояние прибрежных лесных насаждений	72
4.МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВ ОКОЛО ОЗЕРА	76
ВЫВОДЫ	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	84

ВВЕДЕНИЕ

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

Вопросы экологического мониторинга приобретают глобальный характер, находя отклик в разных странах мира. Так, в 1973 году была создана Программа ООН по окружающей среде – ЮНЕП, в рамках которого организована Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС). В настоящее время в России действует Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов со своими республиканскими и областными подразделениями, одной из задач которых и является организация системы наблюдений и предупреждения загрязнения экосистем. Важно отметить, что если система контроля за атмосферным воздухом и водными ресурсами налажена и имеет достаточную методологическую и аналитическую базу, то система наблюдений за состоянием почвенного покрова, особенно лесных биогеоценозов при рекреационном лесопользовании, слабо развита или вовсе отсутствует. Необходимо так же учитывать региональные особенности функционирования лесных экосистем, факторы и условия почвообразования, направления и интенсивность антропогенного воздействия.

В пригородных зонах с увеличением интенсивности отдыха людей возросла рекреационная нагрузка на зеленые насаждения, что часто негативно отражается на состоянии компонентов экосистем. Наблюдается усыхание растений, деградация почвенного покрова. Система наблюдений за состоянием почвенного покрова, особенно лесных биогеоценозов при рекреационном ле-

сопользовании, слабо развита или вовсе отсутствует. Необходим экологический мониторинг рекреационных территорий с разработкой мероприятий по улучшению состояния окружающей среды. Необходимо так же учитывать региональные особенности функционирования лесных экосистем, факторы и условия почвообразования, направления и интенсивность антропогенного воздействия.

В настоящей работе показаны результаты изучения влияния рекреационной нагрузки на растительность и почвы сосновых экосистем в пригородной зоне города Казани. Результаты исследований помогут разработать практические рекомендации по сохранению и воспроизводству продуктивных хвойных насаждений. лесных ресурсов.

Научная новизна работы. Впервые приведена подробная характеристика морфологических признаков, физических, физико-химических свойств основных типов почв прибрежных рекреационных лесов озер города Казани. Дана оценка изменений почвенных показателей, степени деградации почв под влиянием рекреационных нагрузок.

Практическое значение результатов исследования. Полученные результаты предназначены для разработки практических мер по рациональному использованию почв рекреационных лесов. и повышению устойчивости лесов на деградированных и склоновых землях Республики Татарстан с созданием проектов типов лесных культур. Данные исследований являются научной основой при кадастровой оценке деградированных земель, картировании и бонитировки лесных почв рекреационных территорий.

Материалы исследовательской работы могут быть внедрены в учебный процесс ФГОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» и использоваться при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам «Почвоведение», «Мониторинг лесных экосистем».

Целью исследований является оценка состояния почвенного покрова прибрежных лесных биогеоценозов озер города Казани.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- изучить морфолого-генетические признаки, физические, физико-химические свойства основных типов почв прибрежных фоновых территорий озёр города Казани;
- исследовать продуктивность и санитарное состояние лесных насаждений в почвенно-грунтовых условиях региона;
- провести комплексное изучение почвенного покрова и растительности прибрежных рекреационных лесов;
- дать оценку изменений почвенных показателей под влиянием рекреационных нагрузок.
- разработать мероприятия по рациональному использованию и охране почв, повышению устойчивости рекреационных лесов.

Исследования в защитных лесных насаждениях проводились с 2016 по 2020 годы.

Положения, составляющие предмет защиты:

- 1.Морфолого-генетическая диагностика и характеристика свойств основных типов почв лесных биогеоценозов прибрежных ландшафтов озёр города Казани;
- 2.Состояние почвенного покрова лесных биогеоценозов в условиях рекреационной нагрузки.
- 3.Оценка степени деградации лесных почв.

Апробация. Основные результаты исследований, вошедшие в научно-квалификационную работу, докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Лесные экосистемы в условиях изменения климата: региональные и международные аспекты» (Йошкар-Ола, 2017), XVII Международной конференции молодых учёных «Леса Евразии – Леса Поволжья» (Казань, 2017), Всероссийской научно-практической конференции «Лесное хозяйство и рациональное использование природных ресурсов» (Казань, 2018), на 76–й Международной студенческой научной конференции

«Студенческая наука – аграрному производству» (Казань, 2018), на 77 и 78 студенческих (региональных) научных конференциях «Студенческая наука – аграрному производству» (Казань, 2019, 2020). По материалам диссертации автором подготовлены научные труды.

Личный вклад автора. Автором разработаны постановка проблемы, программа изысканий, выбраны полевые объекты. Выполнены полевые исследования с закладкой пробных площадей, проведены лабораторные анализы лесной подстилки и почв, камеральное вычисление показателей характеристики лесных насаждений, математическая обработка данных с применением компьютерных программ. Автором обобщены результаты исследований, изложены выводы, разработаны мероприятия по повышению устойчивости лесомедиоративных насаждений.

Объем и структура работы. Диссертация включает введение, 6 глав, выводы, заключение, библиографический список и приложения. Основной текст научной работы изложен на 93 страницах, включает 14 таблиц, 14 рисунков. Библиографический список содержит 113 работ, включая 8 на иностранных языках.

За руководство при выполнении диссертационной работы автор выражает огромную благодарность научному руководителю, доктору биологических наук, профессору Сабирову А.Т., а также сотруднику Казанского государственного аграрного университета к.с.х.н., доценту Галиуллину И.Р. за консультации.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1. Изученность влияния рекреационной нагрузки на лесные биогеоценозы

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

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

Наряду с водно-физическими свойствами почв изменяются и её физико-химические и биохимические показатели. Рядом авторов установлено сни-

жение количества гумуса, изменение состава и ухудшение биологической активности почв. Отмечается уменьшение содержания обменного кальция в уплотненных почвах.

Исследованиями установлено, что наибольшей деградации подвержены гумусовые горизонты почв, особенно слой 0 – 5 см. в конечном результате это приводит к сухостершинности и усыханию деревьев, т.е. деградации биогеоценоза. Следует учесть, что степень изменения свойств лесных подстилок и почв зависит от конкретных почвенно-экологических условий местности, структуры фитоценоза, объема нагрузки и характера организации территории под рекреационное использование.

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

Повышенная загазованность и запыленность воздуха, неблагоприятные физико-механические свойства почвы, асфальтовое покрытие улиц и площадей, наличие подземных коммуникаций и сооружений в зоне корневой системы, дополнительное освещение растений в ночное время, механические повреждения и интенсивный режим использования городских насаждений населением – все это оказывает постоянное негативное влияние на жизнедеятельность растений в условиях городской среды и приводит к преждевременному отмиранию деревьев, задолго до наступления естественной старости. Немалую роль в процессе деградации природной среды и ухудшения здоровья населения играет промышленное производство, и в частности химическая отрасль, которая только по объему сброса загрязненных сточных вод занимает второе место среди промышленных производств. И здесь становится актуальным

По прогнозам специалистов количество отдыхающих за городом будет продолжать увеличиваться (James, 1967; Романов, Рожков, 1974; Рысин, 1993). Около половины всех выезжающих на природу отдыхает в лесу (Романов, Рожков, 1974). В результате этого происходит деградация части пригородных лесов и лесов национальных парков. В Подмосковье почти 15% их находится в дигрессивном состоянии (Казанская, Ланина, Марфенин, 1974).

В Великобритании по широкой программе проводятся разнообразные научные исследования, в частности, изучается влияние рекреации на почву, растительный мир разных экосистем, разрабатываются способы их контроля и т. д. (Satchell, Marten, 1976), однако многие вопросы ещё не решены, и это тормозит развитие рекреационной «индустрии» в стране. Выход из сложившейся ситуации усматривается в многоцелевом использовании лесов: наряду с производством древесины нужно стремиться к улучшению качества окружающей среды, к сохранению ненарушенных территорий и к обеспечению рекреационного обслуживания (Crowe, 1975).

В Чехословакии в специально выделяемых рекреационных лесах, где устанавливается оборудование для отдыха, вырубается 10-15% деревьев, территория этих лесов зонировается (Mracek, 1975). Оценку рекреационной значимости отдельных биогеоценозов рекомендуется основывать на анализе растительности (Lacina, 1976), поэтому проводятся исследования механизма рекреационного воздействия на лесную растительность (Somsaket al, 1979), разрабатываются методы оценки посещаемости, необходимые для организации рекреационного лесопользования (Papanek, 1978).

Проведённые в лесах и лесопарках исследования по устойчивости различных компонентов лесных фитоценозов против рекреационной нагрузки. В работах В.Д. Зеликова, В.Г. Пшоновой, 1961; О.А. Каламкаровой, 1969; Р.А. Карписоновой, 1967; И.И. Смирнова, 1970; А.Р. Будрюнаса, 1971 и др. показано, что уплотнение почвы отрицательно влияет на жизнеустойчивость и состояние растительности всех ярусов фитоценозов.

Ослабление роста и преждевременное усыхание деревьев в лесопарках и жилых кварталах различных городов отмечалось многими исследователями (Зеликов, Пшонова, 1961; Федорова, 1970; и др.). И.В. Таран и В.Н. Спиридонов (1977) провели большую научную работу по выявлению устойчивости рекреационных лесов.

Уплотнение почвы в лесу – один из основных факторов, нарушающий её водно-физические свойства и тепловой режим. Под влиянием рекреационной нагрузки происходит нарушение и снижение запасов лесной подстилки, а также её иссушение. Наименее устойчивый ярус в рекреационных лесах – травяной покров. Под влиянием рекреационной нагрузки изменяется и обедняется его видовой состав, снижается обилие и проективное покрытие. Из покрова исчезают многие лесные виды и появляются сорные растения. Уплотнение почвы угнетает рост деревьев.

В лесах зелёных зон, лесопарках и парках наряду с климатическими факторами большое влияние на рост, состояние и долговечность отдельных деревьев и участков леса оказывают антропогенные факторы: загазованность и запылённость воздуха, уплотнение почвы и т.д. Н.Г. Кротова (1957, 1969); В.П. Тимофеев (1963); Л.О. Машинский (1960); С.С. Ружицкая (1967, 1970). В.Г. Нестеров и Ю.Д. Ишин (1969) установили, что комплекс городских условий отрицательно влияет на рост и состояние насаждений в парках и лесопарках Москвы.

Влияние антропогенных факторов на состояние, рост и структуру насаждений в зелёных зонах различных промышленных городов отмечалось неоднократно многими исследователями (Подзоров, 1967; Соколов, 1983; Таран, 1963, 1971; Таран и Спиридонов, 1977; Гальперин, 1972 и др.).

Известно, что при рекреации древостой повреждается меньше других ярусов (Зеленский, Жижин, 1974; Казанская, Ланина, 1975; Дыренков, 1983). Продуценти- консументо-редуцентные поколения в устойчивых лесах находятся в состоянии 100:1:5 (Алексеев, 2000). Тем не менее, на сильно уплот-

нённых почвах корни деревьев не могут развиваться нормально, уменьшается количество всасывающих корней. При значительных нагрузках деревья испытывают угнетение, снижая прирост по высоте и диаметру (Таранков, Бесполоенко, 1996; Щербина, Щербина, Рубанов, 1995).

В рекреационных лесах довольно часто наблюдаются механические повреждения деревьев и подроста, что провоцирует развитие болезней и вредителей (Казанская, Ланина, Марфенин, 1974). По мнению Мелехова (1980), влияние деревьев друг на друга проявляется особенно сильно. Исследование (Зайцева, Михайлова, 1979) показали, что рекреационные нагрузки способствуют переходу ослабленных деревьев в категорию сильно ослабленных.

В рекреационных лесах, снижение радиального прироста при увеличении рекреационных нагрузок в различное время наблюдали многие исследователи: А.Р. Будрюнас (1971); В.П. Прохоров (1977); Г.К. Приступа (1977); Г.П. Кузьмина (1978); И.В. Таран, В.Н. Спиридонов (1981).

Хорошим индикатором условий произрастания древесных пород является текущий радиальный прирост. Он наиболее чутко реагирует на изменение полноты древостоя, даёт возможность приближенно определить объёмный прирост (Антанайтис, 1966; Кенставичюс, 1969).

Проблема сохранения сосняков лесопаркового пояса стоит в настоящее время весьма остро из-за того, что в условиях рекреационной нагрузки процессы естественного возобновления под пологом часто нарушаются. На примере трёх лесопарков показано, что в некоторых случаях причиной плохого возобновления сосны под пологом является недостаточное освещение, несмотря на регулярное проведение рубок ухода, которые создают условия для возобновления более теневыносливого елового подроста (Редькина, 1996).

Под влиянием рекреационных нагрузок изреживается подлесок, меняется его флористический состав (Балашова, 1973; Урушадзе, и др. 1983; Васильева-Немерцалова, Новоленко, Ружицкая, 1993).

Антропогенные факторы, непосредственно влияющие на напочвенный покров, - это, в первую очередь, рекреация, пастьба скота или её последствия. Кроме того значительное воздействие оказывает осветление нижних ярусов при разреживании древесного полога или затравливание подроста и подлеска. Наиболее чувствителен к рекреации напочвенный покров из лишайников. Мало устойчив, также травяной покров сложных боров, несколько меньше повреждаются зелёные мхи. Наиболее устойчивы кустарнички и особенно луговые растения, в первую очередь, злаки (Бодрюнас, 1976; Kellomaki, Saastamoinen, 1975; Hoogesteger, 1976; Маргус, 1977; Шелоухова, 1993; Ефремова, Иванова, 1995).

Вопросу влияния уплотнения почвы на состояние, жизнедеятельность травянистых растений и древесно-кустарниковых пород посвящены работы С.Ф. Курнаева, А.Д. Вакуров (1968), Н.Г. Кротовой (1957), Н.С. Казанской, В.В. Ланиной, (1975), В.Н. Спиридонова (1974, 1975) и др. Из анализа работ следует, что отношение различных травянистых растений к уплотнению почвы неодинаково (Смирнов, 1969, 1970). От уплотнения зависят не только исчезновение и появление многих видов растений на лесной территории, но и показатели жизнедеятельности растительности (Wagar, 1964; Falinski, 1975; Никитин, 1965; Карписонова, 1967; Казанская, 1972, 1973; Спиридонов, 1974; Ишин, 1965, Маргус, 1977 и др.).

При возрастании рекреационных нагрузок у большинства лесных растений заметно сокращается длина корневищ и, следовательно, они в значительной степени теряют способность быстро осваивать территорию. Несколько дольше при вытаптывании сохраняются более светолюбивые – клевер средний и зверобой пятнистый.

По ряду работ можно составить списки растений, обладающих разной степенью устойчивости к рекреации (Казанская, Каламкарлова, 1971, 1975, Burden, Randerson, 1972, Сандер, 1974, Спиридонов, 1974, Siebert, 1974; Dall, Weaver, 1974, Liddle, 1975, Казанская, 1975, Журавлева и др., 1976, Поляков и

др., 1997, Комаров, 1994, Миклеева, Пароненко, 1996). Наиболее устойчивыми к вытаптыванию скитаются следующие виды: -прилегающие к земле (розеточные, простёртые с низким ветвлением); -обладающие определёнными морфологическими признаками (листья сложенные в двое, плоская сторона листа обращенная к давящему действию, точка роста защищена землей, низкий узел кущения); -имеющие более или менее прочные ткани; -способные к быстрой регенерации; -хорошо и быстро размножающиеся; -выносящие плотные, плохо аэрированные почвы.

Почва и лесная подстилка. Одной из причин распада и деградации лесов является изменение водно-физических свойств почвы под влиянием вытаптывания. Первоначально эти процессы были изучены в насаждениях, подвергавшихся пастьбе скота, а в последние десятилетия и в рекреационных лесах. Несмотря на различия в воздействии на почву, пастьбы скота и рекреации, в их конечном результате есть много общего.

По мнению Л.О. Машинского (1960, 1975); В.Д. Зеликова, В.Г. Пшоновой (1961, 1962); Ю.Д. Ишина (1965), Р.А. Карписоновой (1967) и других, уплотнение почвы – один из основных факторов, влияющих отрицательно на состояние и рост насаждений в парках и лесопарках городов.

В свою очередь состояние насаждений и напочвенного покрова являются показателем уплотнения почвы. Результаты исследований В.Н. Спиридонова (1974) показывают, что массовое посещение лесов приводит к сильному уплотнению почвы и увеличению её объёмного веса в основном до глубины 10-15 см. В более глубоких горизонтах плотность почвы зависит, главным образом, от её механического состава. Согласно данным И.В. Тарана и В.И. Спиридонова (1977), при выпасе скота объёмный вес почвы в связи с уплотнением её поверхности повышается только до глубины 20 см.

Снижение запасов подстилки – основного источника элементов питания растений в лесу является одним из важнейших факторов, ухудшающих условия роста и состояния рекреационных насаждений (Казанская, 1971; Василье-

ва, 1973; Таран, Спиридонов, 1977). Запасы подстилки снижаются в результате сокращения количества опада благодаря изреживанию полога леса и более быстрой его минерализации на открытых участках.

Корни. Изменение физических свойств почвы приводит к тому, что площадь питания взрослых деревьев уменьшается в несколько раз. При этом наиболее жизнедеятельные сосущие корни дерева, стремясь захватить большую поверхность почвы, где существует большая возможность механических повреждений корней при хождении.

По данным Е.С. Надеждиной (1978), основная масса всасывающих корней в местах массового отдыха сосредотачивается в самом верхнем горизонте почвы. Рекреационные нагрузки вызывают здесь уплотнение, а на вытоптанных до определённого предела грунтах, уменьшается количество всасывающих окончаний (Спиридонов, 1974; Таран и др., 1976; Таран, Спиридонов, 1977). Среднее количество активных корневых окончаний сосны и берёзы после рекреации в 1,1-1,3 раза меньше, чем в почве естественного сложения.

По мнению В.Д. Зеликова, В.Г. Пшоновой (1970) уплотнение почвы – это один из основных факторов, отрицательно влияющих на состояние и рост насаждений. Л.О. Карпочевский (1981), исследуя зависимость развития древостоя от плотности почвы, на третьей и четвёртой стадии рекреационной дигрессии отмечает заражение древостоев корневой губкой и стволовыми вредителями, а в пятой начало суховершинности до 10% деревьев.

По мнению В.А. Закамского (1977), важным фактором по определению рекреационной ёмкости становятся корневые системы. Глубиной их проникновения, степенью освоения или насыщенностью почвы корнями, определяют почвоукрепляющую и десукционную роль фитоценозов, а также возможность возвращения в биологическое звено оборота влаги глубинных горизонтов почвы и уменьшение фильтрации за пределы зоны аэрации.

М.Д.Евдокименко изучила пирогенные нарушения лесорастительной среды в сосняках Забайкалья и их лесоводственные последствия (2014). Со-

общаются результаты исследования послепожарной динамики микроклимата и гидротермического режима почв, проведенного в сосновых насаждениях. В первые годы после интенсивного пожара наблюдались контрастные различия в температуре поверхности почвы между пожарищем и контрольным участком, достигающие летом в ясную погоду около 20°C. Повышенный прогрев почвы прослеживался до глубины 120 см. Пирогенные потери влаги зависят от местоположения: умеренные характерны для пологих участков, критическое иссушение – для крутых склонов. Ухудшение лесорастительной среды после пожаров негативно отражается на продуктивности и структуре сосняков. Лесовосстановление на обширных гарях протекает преимущественно со сменой сосняков лиственными породами, а в сухой лесостепи отмечается локальное обезлесение. Методика выделения стадии дигрессии, а также описание этого процесса в разных типах леса приводится в работах (Казанская, Каламкарлова, 1970; 1971; 1975; Казанская, Ланина, Марфенин, 1977; Тихонов, 1983; Алексеев, 2000)

Согласно вышеуказанным работам, выделяют следующие стадии дигрессии: I стадия дигрессии характеризуется ненарушенной пружинящей под ногами подстилкой, полным набором травянистых видов, характерных для данного типа леса, многочисленным разновозрастным подростом. Сукцессионные и демутационные процессы при снятии фактора дигрессии восстанавливаются быстро.

II стадия дигрессии определяется тем, что намечаются тропинки, которые занимают ещё не более 5% площади, начинается вытаптывание подстилки и проникновение опушечных видов под полог леса. Коэффициент стабильности состояния 61-150 (удовлетворительное).

На III стадии дигрессии наблюдаются выбитые участки до 10-15% всей площади. Вместе с увеличением освещенности, связанным с изреживанием верхнего полога, подроста и подлеска происходит внедрение луговых и сор-

ных видов под полог леса. Нет всходов. Коэффициент стабильности состояния 51-60 (неудовлетворительное).

IV стадия дигрессии – лесной биогеоценоз приобретает своеобразную структуру, заключающуюся в чередовании куртин. Выбитые участки – 15-20% площади. Коэффициент стабильности состояния 10-50 (плохое).

V стадия дигрессии характеризуется тем, что выбитая площадь увеличивается до 60-100% территории. Площадь лишена растительности, сохраняются лишь пятна, фрагменты сорняков и однолетников. Подроста почти нет. Все взрослые деревья больные или с механическими повреждениями, у значительной их части корни обнажены и выступают на поверхность почвы. Коэффициент стабильности состояния менее 10,0 (саморазрушение).

Выделение стадии рекреационной дигрессии происходит в зависимости от отношения площади вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова к общей площади обследуемого участка, % (ОСТ 56-100-95). I стадия дигрессии – до 1,0%, II стадия дигрессии – от 1,1 до 5,0%, III стадия дигрессии – от 5,1 до 10,0%, IV стадия дигрессии – от 10,1 до 25,0%, V стадия дигрессии – более 25,0%

О создании светлых, здоровых городов-садов с чистым воздухом, в благоприятном для жизни людей природном окружении, давно мечтали утописты-гуманисты, строя планы идеальных городов. Планы создания идеальных, здоровых городов, связанных с природной средой, были предложены Т. Кампанелло (книга «Солнечный город»), Р. Оуэн («коллективный город-квартал»), Е. Говард (книга «Завтра городов-садов»).

Благоустройство и озеленение городов отображено в работах таких отечественных авторов, как Ю.П. Бочаров и О.К. Кудрявцев («Планировочная структура современного города»), М.Н. Болотова и В.А. Рыгалов («Благоустройство промышленных предприятий»), Я.Т. Кравчук («Формирование новых городов»), Л.Е. Бирюкова («Основы планировки и благоустройства населенных мест»), И.А. Николаевская («Благоустройство городов») и др.

1.2 Постановка вопроса

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

Зеленые насаждения около озер являются особо ценными природными объектами, выполняют различные экологические функции: водоохранные, почвозащитные, санитарно-оздоровительные. В городских фитоценозах произрастают различные виды растений, обитают разнообразные птицы, животные, здесь сохраняется биологическое разнообразие. Данные вопросы очень актуальны в теории и практике ландшафтной архитектуры и озеленения.

В настоящее время вопросы изучения ландшафтно-рекреационных систем населенных пунктов остаются недостаточно изученными. Требуют дальнейших исследований вопросы состояния древесных и кустарниковых растений, цветников. Следует продолжить изучение условий произрастания зеленых насаждений, дать оценку их декоративным качествам.

Объектом исследования являются ландшафтно-рекреационные системы прибрежных ландшафтов озер Лебяжье и Глубокое Республики Татарстан. Объект включает ценные древесные породы, кустарниковую растительность, разнообразные по составу травянистые растения. Ландшафтно-рекреационные системы того или иного населенного пункта требуют много-

летних исследований, выявлений антропогенного влияния, современной оценки и разработки научно-обоснованных мероприятий, направленные на формирование устойчивых и продуктивных зеленых насаждений.

Выбранная тема научно-квалификационной работы «Состояние почвенного покрова прибрежных лесных биогеоценозов озёр города Казани» является актуальной. Она обусловлена следующими положениями:

- озера Глубокое и Лебяжье являются место отдыха для горожан и приезжих людей. Высокая рекреационная нагрузка влияет на состояние ландшафтно-рекреационных систем. Целесообразно изучение современного состояния зеленых насаждений, почвенного покрова возле озера.

- оценка биоразнообразия видов растений требует более детального исследования. Результаты исследования позволят выявить видовой состав растений на объекте и разработать эффективные мероприятия по воспроизводству ценных насаждений.

- характеристика санитарного состояния и эстетических качеств зеленых насаждений на объекте является актуальным направлением. Здоровые и декоративные древесная и кустарниковая растения - являются залогом благоприятной санитарно-гигиенической городской среды.

- характеристика состояния почв на объекте исследования является актуальным вопросом. Почвенно-грунтовые условия являются важнейшим экологическим фактором и определяющим в существовании зеленых насаждений.

- не дана оценка рекреационному потенциалу территории. Выявление рекреационного потенциала объекта является неотъемлемой частью в исследовании для дальнейшей разработки научно-обоснованных мероприятий по повышению устойчивости ландшафтно-рекреационных систем.

Представляет большой интерес исследователей в изучении рекреационных лесов, их почвенного покрова, устойчивости к деградации.

2. ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Программа и методы исследований

В подготовительный период проводится учет рекреационных зон вблизи озер, определяется площадь лесов рекреационного пользования, устанавливается первоочередность территорий исследований. В подготовительный период определяется масштаб съемки (от 1:5000 до 1:500), составляется список генетических разностей почв в соответствии с имеющейся почвенной картой. В качестве картографической основы используются: 1) почвенные карты; 2) топографические карты; 3) планы лесонасаждений; 4) планшеты. По каждой исследуемой зоне собирают материал о растительности, геоморфологии, геологическом строении, почвообразующих породах, почвах. Важно установление показателя рекреационной нагрузки обследуемой территории Π (чел/ч. га), определяющий количество людей, прошедших через единичную площадь за единицу времени.

Полевое обследование степени деградации почвенного покрова рекреационных лесов начинают с рекогносцировочного обследования территории. Устанавливают границы изучаемой территории, выделяют зоны различной степени дигрессии (табл. 2.1) с учетом классификации степени вытоптанности почв (табл. 2.2). Следует учесть, что не все параметры изменения биогеоценоза могут совпадать с таковыми, приведенными в таблице 3, что связано с влиянием различных факторов: структуры фитоценоза, эдафических условий. В прилегающих не затронутых рекреацией участках выделяют фоновые территории, с аналогичными типами леса и почвенными условиями. Намечаются места закладки пробных площадей основных разрезов, траншей.

Детальное обследование территории начинается с нанесения на картографическую основу (например, на выкопировку лесоустроительного планшета) границ участков различной дегрессии и определения их площади. Далее на выделенных участках дегрессии и фоновых ландшафтов закладывают проб-

ные площади, где проводят полное (инструментальное) лесоводственно-таксационное описание фитоценоза (см. раздел), устанавливают состояние деревьев, зараженность их болезнями и вредителями.

Таблица 2.1

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

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

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

Таблица 2.2

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

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

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

-состояние фитоценоза, площадей различных степеней дигрессии, плотность сложения почв, их кислотность, структура подстилки контролируется через 1 – 2 года;

-определение содержания гумуса, гранулометрического состава, структуры почв, водных свойств проводится через 3 – 5 лет.

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

Для изучения механизма восстановления деградированных почв на участках различной степени дигрессии целесообразна закладка постоянных пробных площадей (10×20 м, 20×40 м), которые огораживаются и сохраняются на долгое время. Наряду с почвенно-экологическими исследованиями здесь изучают восстановление лесного фитоценоза.

На основе проведенных комплексных исследований составляются почвенная легенда и карта территории рекреации с указанием эродированных зон. Определяются допустимые рекреационные нагрузки, проектируется комплекс мероприятий по охране лесных экосистем.

Для изучения механизма восстановления деградированных почв на участках различной степени дигрессии целесообразна закладка постоянных пробных площадей (10×20 м, 20×40 м), которые огораживаются и сохраняются на долгое время. Наряду с почвенно-экологическими исследованиями здесь изучают восстановление лесного фитоценоза.

Объектами исследования являются лесные биогеоценозы, произрастающие на прибрежных территориях озер Лебяжье и Глубокое. Полевые исследования биогеоценозов проводились в 10 пробных площадях. Комплексные изыскания почв и растительности склоновых лесных экосистем проводилось путём стационарных и маршрутных исследований с закладкой постоянных и временных пробных площадей в соответствии с ОСТ 56-69-83. Полевое изучение почв в лесных биогеоценозах, анализ образцов почв и подстилок в лаборатории производилось по используемым в почвоведении

методикам (Аринушкина, 1970, Вадюнина, Корчагина, 1986, Сабиров, Газизуллин, 1996, Воробьева, 1998). На пробных площадях закладывались прикопки, полуямы и полные почвенные разрезы глубиной от 1 до 2 м (Розанов, 1983; Евдокимова, 1987). В почвенных разрезах взяты образцы почв в количестве 188 шт. В лаборатории ФГБУ «Центр агрохимической службы «Татарский» выполнены анализы образцов почв. При обработке данных применялись методы математической статистики (Дмитриев, 1972), с использованием пакета программ «STATISTICA». На пробных площадях определили таксационные показатели насаждений (Верхунов, Черных, 2007).

2.2. Общая характеристика объектов исследования

Объектом наших исследований являются почвы лесных биогеоценозов, сформированные в прибрежных территориях озер Глубокое и Лебяжье Республики Татарстан. Это сосновые и березовые фитоценозы на песчаных почвах. Пробные площади были заложены на распространенных типах хвойных лесов. Сопреженность типов леса и типов почв приведены в табл. 2.3. Приведем общую характеристику насаждений и почв изученных лесных биогеоценозов, заложенных в около озер.

Прибрежные лесные биогеоценозы озера Большое Лебяжье включают типы леса: сосняк крушиново-разнотравный и сосняк разнотравный (пробные площади 1 и 2). Лесные фитоценозы произрастают на дерново-слабоподзолистой связанно-песчаной и типично-слабоподзолистой связанно-песчаной почвах.

Лесные биогеоценозы прибрежных территорий озера Малое Лебяжье включают типы леса: сосняк крушиново-разнотравный, сосняк кленово-разнотравный и сосняк разнотравный (пробные площади 3-7). Лесные фитоценозы произрастают на бурой лесной связанно-песчаной, дерново-слабоподзолистой связанно-песчаной и дерново-слабоподзолистой супесчаной почвах.



Рис.2.1. Прибрежная зона озера "Глубокое" с высокой степенью вытоптанности



Рис.2.2. Прибрежные территории озера "Лебяжье" с высокой рекреацией

Таблица 2.3

Общая характеристика объектов исследования
прибрежных территорий озер

№ ПП	Тип биогеоценоза	Под- стилка	Почва, ТЛУ ^x	Почвообразу- ющая порода	Стадия депрессии
1	2	3	4	5	6
Прибрежные лесные биогеоценозы озера Большое Лебяжье					
1	Сосняк кру- шиново- разнотравный	Модер	Дерново-слабо-под- золистая связанно- песчаная, В ₂	Древнеаллю- виальный пе- сок	Первая
2	Сосняк раз- нотравный	Муль- модер	Типично-слабо-под- золистая связанно- песчаная, В ₂	Древнеаллю- виальный пе- сок	Вторая
Прибрежные лесные биогеоценозы озера Малое Лебяжье					
3	Сосняк кру- шиново- разно-травный	Муль- модер	Бурая лесная свя- занно-песчаная, С ₂	Двучленные отложения	Первая
4	Сосняк кру- шиново- разнотравный	Модер	Дерново-слабо- подзолистая связан- но-песчаная, В ₂	Древнеаллю- виальный пе- сок	Вторая
5	Сосняк клено- во- разнотравный	Модер	Дерново-слабо- подзолистая связан- но-песчаная, В ₂	Древнеаллю- виальный пе- сок	Третья
6	Сосняк клено- во- разнотравный	Модер	Дерново-слабо- подзолистая супес- чаная, В ₂	Древнеаллю- виальный пе- сок	Четвертая
7	Сосняк разно- травный	Модер	Дерново-слабо- подзолистая связан- но-песчаная, В ₂	Древнеаллю- виальный пе- сок	Пятая
Прибрежные лесные биогеоценозы озера Глубокое					
8	Сосняк клено- во- разнотравный	Муль- модер	Бурая лесная свя- занно-песчаная, С ₂	Двучленные отложения	Первая
9	Сосняк кру- шиново- разнотравный	Муль- модер	Бурая лесная свя- занно-песчаная, С ₂	Двучленные отложения	Вторая

Окончание таблицы 2.3					
1	2	3	4	5	6
10	Березняк рябиново-разнотравный	Муль	Дерново-слабо-подзолистая связанно-песчаная, В ₂	Древнеаллювиальный песок	Третья
11	Сосняк крушиново-разнотравный	Муль-модер	Бурая лесная связанно-песчаная, С ₂	Двучленные отложения	Четвертая
12	Сосняк разнотравный	Модер	Дерново-слабо-подзолистая супесчаная, В ₂	Древнеаллювиальный песок	Пятая

^xТЛУ - тип лесорастительных условий.

Лесные биогеоценозы возле озера Глубокое включают типы леса: сосняк кленово-разнотравный, сосняк крушиново-разнотравный, сосняк разнотравный и березняк разнотравный (пробные площади 8-12). Фитоценозы произрастают на бурой лесной связанно-песчаной, дерново-слабоподзолистой связанно-песчаной и дерново-слабоподзолистой супесчаной почвах.

На основе характеристики лесных насаждений пробных площадей видно, что хвойные и лиственные экосистемы, сформированные из сосны обыкновенной и березы повислой, произрастают на двух типах почв:

- подзолистых,
- бурых лесных.

Подзолистые почвы включают два подтипа:

- типично-подзолистые,
- дерново-подзолистые.

Почвы развиты на древнеаллювиальных песчаных отложениях и двучленных отложениях. Это часто глубокие рыхлые песчаные отложения, иногда подстилаемые суглинистыми породами. Тип лесорастительных условий различный: В₂, С₂. Сосновые и березовые насаждения имеют различный возраст. Нами выбраны сосновые и березовые фитоценозы свыше 45 летнего возраста, когда формируются более устойчивые экосистемы со своим микроклиматом и присущим им биоразнообразием растительности и фауны.

3.ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРЕДКАМЬЯ

3.1.Характеристика экосистем озер Глубокое» и Лебяжье

Название городского лесопаркового хозяйства "Лебяжье" распространено на все городские лесопарки, подчиняющиеся МУП Треста водного и зеленого хозяйства "Горводзеленхоз" г. Казани. В Кировском районе расположена основная площадь городского лесопаркового хозяйства (3211 га), непосредственно называемая "Горлесопарк "Лебяжье". В Московском районе г.Казани лесопарковая зона примыкает к поселку Левченко (185 га), в Советском районе горлесопарк занимает склоны долины реки Ноксы у поселков Нагорный и Карьеры, в городском микрорайоне "Азино" по улице Чишмяле (198 га).

В Приволжском районе городскому лесопарку принадлежит территория леса у п. Мирный (90 га). Территория "Горлесопарка "Лебяжье" расположена в подзоне южной тайги на четвертой (наиболее древней) террасе р. Волга.

Рельеф характеризуется сглаженными склонами, сложен в основном четвертичными отложениями, состоящими из песков, супесей и суглинков мощностью 40-60 м. Четвертичные отложения перекрывают известняки и гипсы пермской системы. Почвы лесопарка в основном дерново-подзолистые.

Гидрография горлесопарка представляет собой крупную разветвленную овражно-балочную сеть, ложбины которой состоят из многочисленных котловин с образовавшимися в них озерами и болотами. Всего в лесопарке насчитывается 122,2 га (3%) водных угодий: 81,2 га озер и 41 га болот. Наиболее значимы две группы озер - Лебяжье и Глубокие. Питание озер преимущественно снеговое. Основной приток весенних вод поступал в озера из овражно-балочной сети через Ремплерскую балку и Осиновскую ложбину. В процессе строительства дорог и промышленных сооружений в 70-х годах XX века верхние части балок и оврагов были отрезаны от основной сети, и водный баланс Лебяжьих озер оказался нарушенным. Озера Малое Лебяжье, Большое Лебяжье и Сухое Лебяжье соединены между собой протоками. Весной они

широко разливаются, затапливая пойму и прибрежную полосу леса. За последние сорок лет основные морфометрические характеристики озер существенно изменились, особенно Малого Лебяжьего и Сухого Лебяжьего. Они сильно обмелели, сократились в размерах, в них резко убывла вода. В настоящее время уровень воды в озерах поддерживается искусственным путем - подачей воды из озера Юдинский карьер. Площади водного зеркала в межень сократились на Малом Лебяжьем озере в 2 раза (с 7,7 до 3,7 га), на Сухом Лебяжьем более чем в 2 раза (с 23,0 до 10 га). Площадь озера Большое Лебяжье изменилась незначительно (с 22,0 до 19,2 га). Значительно изменилась средняя глубина у Сухого Лебяжьего озера (на 44%) и в настоящий момент она составляет 0,5 м. Современные глубины озер Большое Лебяжье и Малое Лебяжье достигают 0,9 м. Особенно большие изменения наблюдаются в объемах воды озер: Малое Лебяжье за 40 лет "усохло" на 53,5%, Большое Лебяжье на 34,5%, Сухое Лебяжье на 73,5%.

Озеро Сухое Лебяжье практически превратилось в сплошное болото, прикрытое тонкой пленкой воды. Вода в озерах гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого типа, очень мутная, средней минерализации, очень мягкая, желтого цвета, без запаха, прозрачность 7 см. В Большом Лебяжьем озере отмечено 128 таксонов водорослей рангом ниже рода из 7 отделов. Трофический статус озера изменяется от мезотрофного до гипертрофного. Отмечено 85 видов планктонных организмов. В Малом Лебяжьем озере выявлено 106 видов фитопланктона и 81 вид зоопланктона.

Видовое разнообразие среднее. Индекс сапробности соответствует - мезосапробной зоне, качество воды удовлетворительно чистая. В Сухом Лебяжьем озере отмечено 90 таксонов организмов фитопланктона рангом ниже рода из 7 отделов. Озеро характеризуется чрезмерным зарастанием макрофитами, относится в мезотрофно-эвтрофному типу с классом качества воды удовлетворительной чистоты, -мезосапробной зоны. В озере обнаружено 79 видов планктонных организмов. Ихтиофауна озер включает 3 вида рыб, из которых

любительское промысловое значение имеет золотой карась. Восточнее Лебязьих озер расположены карстовые озера, называемые Большое Глубокое и Малое Глубокое, у которых в последнее время отмечена тенденция сокращения площади водного зеркала и обмеления.

Озеро Большое Глубокое имеет длину около 900 м, ширину 150-170 м, наибольшую глубину 13,5 м, площадь водного зеркала 10,4 га, объем воды 705,8 тыс.м³. Озеро Малое Глубокое, расположенное в 1 км северо-западнее Большого Глубокое озера, имеет форму неправильного треугольника. Восточная часть озера покрыта сплавной, занимающей почти 40% озера. Длина озера 240 м, максимальная ширина у края сплавины более 100 м, средняя ширина 60 м, максимальная глубина 4,6 м, средняя глубина 1,7 м. Площадь озера со сплавной 1,6 га, без сплавины 1,0 га. Объем открытой части озера около 2,1 тыс.м³. Вода в озерах гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого типа, очень мягкая, средней минерализации, прозрачность 20-30 см.

Состав фитопланктона Малого Глубокое озера на 44,4% представлен зелеными водорослями, видовой состав которых полностью формирует планктонные виды. По показаниям фитопланктона вода озера относится к третьему классу качества. В Малом Глубоком отмечено 16 видов зоопланктона. В фитопланктоне Большого Глубокое озера отмечено 73 вида водорослей, относящихся к 7 отделам. Характерной особенностью является высокая частота встречаемости в течение всего года десмидиевых водорослей при невысокой численности и биомассе. Выявлено 47 видов зоопланктона. Из общей площади (3211 га) городского лесопаркового хозяйства "Лебязье" лесом покрыто 3079 га территории. Это участки хвойного (соснового), смешанного (хвойно-широколиственного) и широколиственного (липового) леса. На территории лесопарка отмечено 399 видов высших сосудистых растений, выявлено 20 видов деревьев и 17 видов кустарников. Биологическое разнообразие территории озера Лебязье требует охраны и изучения с привлечением специалистов различного направления в области лесной биогеоценологии и экологии.

3.2.Рельеф и гидрография

Протяженность Республики Татарстан с севера на юг – 290 км, с запада на восток – 460 км, ее общая площадь составляет 67,8 тыс. кв.км. Республика входит в Среднее Поволжье и расположена в восточной части Восточно-Европейской равнины. Территория Республики Татарстан представляет холмистую равнину, включающую разнообразные природные экосистемы: лесные, луговые, агроценозы. Посредством долин рек Волги и Камы территория республики разделена на крупные физико-географические части: Предволжье – к западу от Волги, Предкамье – к востоку от Волги и к северу от Камы; и Закамье – к югу от Камы, которые отличаются друг от друга геоморфологическими условиями.

Предкамье представляет собой возвышенное плато водораздела рек Волги и Камы с абсолютными высотами от 170 до 190 м. и отдельными участками превышающими данные значения. Расчленённость территории возрастает притоками Волги, Вятки и Камы, многочисленными речками, балками и оврагами. В регионе на приводораздельных склонах развиты делювиальные суглинки, а на плакорах распространен элювий перми с карбонатами. На юго-западных районах Предкамья в древней долине реки Волги расположена низменная террасово-аккумулятивная равнина, сложенная древнечетвертичными песчаными наносами.

По литературным данным мы ознакомились с основными экологическими условиями Предкамья Республики Татарстан, которые способствуют формированию почв и растительности темнохвойных экосистем. Нами изучены труды Винокурова, Колоскова, Фаткуллина (1962), Ступишина (1964), Газизуллина, Сабирова (1995) и др. ученых.

Регион отличается присутствием сложной гидрографической сети, которая способствует эрозионным процессам и расчленению территории. Реки Предкамья принадлежат Волжскому бассейну. Волгой дренируется западная часть региона. Она принимает Казанку и за пределами территории

республики Илеть, левым притоком которой является р. Ашит, дренирующая северо-западную часть Предкамья. Значительная часть территории дренируется реками Камой и Вяткой. В реку Каму со стороны Предкамья впадают Бетька, Меша, Шумбутка, Берсутка, Вятка, Тойма, Иж. С рекой Вяткой соединяются Шошма, Бурец, Шия и другие мелкие речки.

Реки с середины ноября до второй половины апреля покрыты льдом. В летнее время наблюдается понижение уровня воды в реках вследствие усиления испаряемости с водной поверхности из-за повышения температуры воздуха. В весеннее время отмечается паводок с затоплением поймы. На склонах холмов и глубоких оврагов, в долинах рек в местах выхода водоносных слоев на дневную поверхность характерно образование родников и ключей. В водоносных пластах татарского и казанского ярусов пермской системы часто содержатся пресные подземные воды.

3.3. Климат

Климат района проведения исследований умеренно-континентальный. Зима продолжительная и холодная, а лето жаркое, короткое и довольно влажное. Средняя годовая температура воздуха варьирует от $+3^{\circ}$... $+3,1^{\circ}\text{C}$. Самый теплый месяц – июль ($+19,2^{\circ}\text{C}$... $+19,7^{\circ}\text{C}$). Максимальные температуры летом достигают $+37^{\circ}$... $+42^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц года – январь ($-14,2^{\circ}\text{C}$... $-27,5^{\circ}\text{C}$). Абсолютный минимум температуры воздуха опускается до -44° ... -48°C , в отдельных пунктах до -50° ... -52°C . Глубина промерзания почвы доходит до 126-158 см (А.А. Молчанов, 1960).

Относительная влажность воздуха в регионе в зимние месяцы равна 75-80%. Средняя продолжительность теплого периода (с температурой воздуха выше 0°C) составляет 205 дней. Вегетационный период (температура выше 5°C) длится в среднем 130-135 дней – с конца апреля по первую декаду октября. В районе исследований сумма активных температур (выше 10°C) составляет 2070° - 2130°C . Продолжительность безморозного периода равна

115-140 дням. Присущи поздние весенние заморозки. Наиболее морозоопасными участками являются понижения рельефа, сырые низинные участки. За год на территорию региона выпадает в среднем 520 мм осадков. Средняя мощность снежного покрова составляет 44 см, который лежит с середины ноября по середину апреля. В Предкамье количество выпадающих осадков может приводить к сквозному промачиванию почвенных горизонтов, что особенно проявляется под пологом леса. По степени увлажнения территория региона относится к зоне умеренного увлажнения.

Локальные условия рельефа, гидрографии, распространение растительности также оказывают влияние на климат, создавая местные микроклиматические условия.

3.4. Почвообразующие породы

Горные породы, распространенные на территории Предкамья, сформированы преимущественно пермскими и четвертичными отложениями. Пермские отложения района представлены горными породами верхней перми, подразделяющимися на казанский и татарский ярус. В качестве рельефообразующих на северо-западе Республики Татарстан выступают отложения казанского яруса. В западной части района отложениям казанского яруса присуще значительное содержание карбонатных пород и гипса; известковых доломитов, глинисто-мергельных пород с прослойками гипса, к востоку к карбонатным породам включаются красноцветные песчаники, аргиллиты и алевроиты. В Предкамье на характер рельефа и подземные воды существенно влияют отложения казанского яруса. Однако они выступают на небольшой площади. Породы казанского яруса выделяются более стойкостью и прочностью к процессам размыва, нежели отложения татарского яруса.

Породы татарского яруса имеют широкое распространение и представлены в основном пестроцветными мергелями, аргиллитами, алевролитами, коричнево-красными, зеленовато-серыми глинами и песками. Породы татарского яруса при слабой водопроницаемости способствуют

формированию пологих склонов. Данные отложения активно участвуют в качестве почвообразующих пород в различных частях Предкамья.

Коренные породы значительной части территории региона перекрыты толстым слоем четвертичных отложений. Они представлены элювиальными, элювиально-делювиальными, делювиальными, покровными, лессовидными, аллювиальными, эоловыми образованиями. Их мощность варьирует от нескольких сантиметров до десятков метров.

Почвообразующие породы региона можно подразделить на следующие группы: элювиальные продукты выветривания коренных осадочных пород, четвертичные наносы и современные наносы. В Предкамье в качестве почвообразующих из элювиальных коренных пород чаще выступают пермские красноцветные глины и суглинки, бурые и коричневые пески и супеси, реже встречаются известняки.

Пермские красноцветные глины и суглинки распространены на водораздельных плато и в верхних частях склонов. Буроватую и коричневатокрасно-бурю окраску, обычно имеют менее выщелоченные глины и суглинки, сильно выщелоченные породы приобретают желто-бурю окраску с коричнево-красным оттенком. Пермские элювиальные глины характеризуются мелкопризматической и крупноореховой структурой. На элювиальных пермских глинах формируются обладающие высоким плодородием коричнево-бурые лесные почвы (Газизуллин, 1993, 1995).

Лессовидные суглинки и глины, так же располагаются в основном на водораздельных плато. Лессовидные отложения обладают благоприятными физическими свойствами, насыщены карбонатами, имеют богатый химический состав и образуют плодородные почвы. Они представлены тонкопористой породой, со светлой палево-желтой или желто-бурой окраской. Древнеаллювиальные пески и супеси серовато-желтой или светло-серой окраски, а также эоловые отложения распространены в Предкамье в

надпойменных террасах Волги, Вятки, Камы и их крупных притоков. В поймах рек характерны современные аллювиальные отложения.

Элювий пермских супесей и песков небольшими пятнами встречается среди пермских глин и суглинков. Они часто являются почвообразующей породой для бурозёмов, выступают и в качестве подстилающей породы. В составе четвертичных наносов в регионе развиты делювиальные отложения, покрывающие пологие склоны водоразделов. Элювиально-делювиальные образования обычно суглинистого и глинистого гранулометрического состава; коричневато-бурой или желтовато-бурой окраски. Делювиальные и элювиально-делювиальные образования являются достаточно богатой элементами питания для растений почвообразующими породами.

3.5. Почвы и растительность региона

По лесорастительному районированию СССР (Курнаев, 1973) регион севернее линии Казань-Арск-Мамадыш относится к зоне смешанных лесов. Данная зона делится на две части: северную подзону с преобладанием хвойных пород и южную подзону с равным участием хвойных и широколиственных пород. При лесохозяйственном районировании территории Татарстана сотрудниками ВНИИЛМ (Аглиуллин, Мурзов, 1986) Предкамье было отнесено к Предкамскому району зоны хвойно-широколиственных лесов.

Почвенный покров Предкамья республики довольно пестрый, что связано с разнообразием почвообразующих пород. На глубоких древнеаллювиальных песках встречаются дерново-подзолистые и типично-подзолистые почвы. На древнеаллювиальных песчаных и супесчаных отложениях четвертичных террас Камы и Вятки преобладают бурые лесные песчаные и супесчаные почвы, часто на двучленных наносах, на песках подстилаемых элювием пермских глин, мергелей или лессовидными суглинками. Дерново-подзолистые почвы на делювиальных суглинках

наиболее распространены в северных и северо-западных частях Предкамья. Незначительное распространение имеют рендзины на щебнистых карбонатных породах. Почвы региона обеспечивают выращивание высокопродуктивных и богатых разнообразием растений лесных фитоценозов.

По своему происхождению, физическим и химическим характеристикам, а так же плодородию почвы Предкамья существенно различаются. В лесных биогеоценозах распространены коричнево-бурые лесные почвы, сформированные на пермских красноцветных глинах и элювии песчаников; серые лесные почвы, сформированные на лессовидных суглинках (Газизуллин, 1993, 1995, 2005; Сабиров, 1990, 2001).

Природные условия Предкамья благоприятны для произрастания основных лесных формаций страны. Здесь проходит юго-западная граница ареала пихты сибирской и ели сибирской, южная граница ареала ели европейской. В регионе произрастают продуктивные и с богатым видовым составом сосновые, еловые, пихтовые, березовые, липовые, дубовые, осиновые формации. Также встречаются ольшаники, ивняки, насаждения лиственницы. В лесных биогеоценозах среди типов лесорастительных условий наиболее распространены свежие и переходные к влажным дубравы (D_2 , D_{2-3}); широко распространены также и свежие сложные субори C_2 .

В подлеске лесных биогеоценозов Предкамья произрастают лещина, рябина обыкновенная, бересклет бородавчатый, жимолость обыкновенная, черемуха обыкновенная, жимолость татарская, крушина ломкая, ива козья, можжевельник обыкновенный, ракитник русский, малина обыкновенная, смородина черная и др. Экологические условия Предкамья дают возможность развития различных экосистем, включающих хвойную и лиственную растительность с богатым кустарниковым и травянистым покровом. В пределах однородных климатических условий на формирование биологического разнообразия растений большое влияние оказывают почвенно-грунтовые условия.

4. СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИБРЕЖНЫХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ОЗЁР ГОРОДА КАЗАНИ

4.1. Мониторинг состояния почв прибрежных лесных биогеоценозов озёр

При организации мониторинга лесных земель (Сабиров, Газизуллин, 1996) в прибрежных территориях озёр можно решить следующие вопросы.

Проводится сбор имеющейся на данный момент информации о лесных экосистемах лесопарка «Лебяжье»: растительности, животном мире, почвенном покрове; сведений о климатических условиях района исследований, о геоморфологии, гидрографии, составе и свойствах почвообразующих пород и почв.

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

а) постоянные пробные площади. Формируют для периодического контроля за свойствами почв. Закладывают в различных типах леса, рекреационных лесах;

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

Мониторинг почв прибрежных территорий позволяет выявлять особенности функционирования изучаемых лесных экосистем, более эффективно составлять картографический материал, оптимально проектировать мероприятия по устранению различных отрицательных последствий антропогенного воздействия.

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

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

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

в)показатели долгосрочной диагностики нарушений почвообразования при промышленном загрязнении (валовый состав почв, морфологические, физические свойства почв, состав почвенных минералов, содержание гумуса).

При мониторинге почв лесных ландшафтов следует обратить внимание на те почвенные показатели, изменение которых может привести к деградации фитоценозов, ухудшению полезных функций лесов. Полученные показатели анализов почв и растительных образцов должны быть достоверными (с контролем и статистическим подтверждением). Объем почвенных и растительных образцов следует брать с расчетом их долгосрочного использования и возможности хранения.

При организации мониторинга лесных земель необходима обработка данных с использованием компьютерных программ, составление картографического материала. Рекомендуется создание банка данных почвенных показателей как естественных, фоновых лесных ландшафтов, так и лесных экосистем, подвергнутых антропогенному воздействию. Необходимо проведение

статистической обработки полученных данных, выявление закономерностей взаимосвязи между почвенными показателями как внутри самой почвы, так и между свойствами почв и показателями фитоценозов. Приводятся оценка и прогноз изменений почвенных свойств, плодородия почвы, а также лесной экосистемы в целом.

На основе проведенных исследований при мониторинге лесных земель составляются картографические материалы эродированности почв.

На крупномасштабных картах указываются дороги, населенные пункты, квартальная сеть с выделами. Вблизи источников загрязнения могут быть отражены только те кварталы, которые находятся на расстоянии максимальных выбросов, плюс фоновый участок. Карты позволяют определять не только площади техногенного воздействия, но и пространственные закономерности распределения тех или иных загрязняющих веществ, прогнозировать их миграцию. Следовательно, на крупномасштабных картах, по возможности, отражаются тип лесного биогеоценоза, тип почвы, её гранулометрический состав, содержание гумуса, при физической деградации – вид антропогенного воздействия

Карты сопровождаются пояснительной запиской (почвенными очерками), где описываются климатические и физико-географические условия региона: осадки, температура, рельеф, гидрология, почвообразующие породы, почвы, растительность, влияние хозяйственной деятельности человека. Приводится полная морфологическая, физическая, физико-химическая и биологическая характеристика почв разрезов и смешанных образцов. Отмечают связь между типом лесного биогеоценоза, свойствами почв и степенью физической деградации.

Интенсивная рекреационная нагрузка приводит к нарушению фитоценоза, уничтожению напочвенного покрова, подроста, подлеска, деформации деревьев. Происходят резкие изменения в свойствах подстилок и минеральной части почв. При рекреационном воздействии нарушается строение лесной под-

стилки, уменьшаются её мощность и запасы, повышается плотность сложения почвы, нарушается её структура. При этом уменьшается порозность, воздухоёмкость почвы, снижается капиллярная влагоемкость. Изменяются водный и температурный режимы почвы. В уплотненной почве затрудняется проникновение кислорода к корням растений, значительно ухудшается водопроницаемость. На склонах или на равнинных участках со значительным уклоном сильное уплотнение почвы может привести к поверхностной эрозии.

Наряду с водно-физическими свойствами почв изменяются и её физико-химические и биохимические показатели. Рядом авторов установлено снижение количества гумуса, изменение состава и ухудшение биологической активности почв. Исследованиями установлено, что наибольшей деградации подвержены гумусовые горизонты почв, особенно слой 0 – 5 см. в конечном результате это приводит к суховершинности и усыханию деревьев, т.е. деградации биогеоценоза. Степень изменения свойств лесных подстилок и почв зависит от конкретных почвенно-экологических условий местности, структуры фитоценоза, объема нагрузки.

В связи с увеличением численности населения и роста городов расширяются и зеленые зоны отдыха. Это вызывает большой интерес исследователей в изучении рекреационных лесов, их устойчивости к деградации. В условиях урбанизации и развития различных форм отдыха населения проблема сохранения естественной экологической среды приобретает первостепенное значение. Особую остроту принимают эти вопросы в отношении рекреационных лесов. В настоящее время происходит увеличение площади рекреационных ландшафтов и нагрузки в них. Это приводит к нарушению равновесия во всех звеньях лесного биогеоценоза, к потере её стабильности как единой системы и деградации. Поэтому необходимы исследования механизма изменений состояния лесной экосистемы при рекреационном лесопользовании, определение границ её устойчивости и допустимых рекреационных нагрузок. Это позволит

прогнозировать изменения в лесных биогеоценозах, научно обосновать природоохранные мероприятия.

При мониторинге лесных земель необходимым является получение показателей почв, не затронутых антропогенным воздействием - **фоновых показателей**. Такие показатели свойств почв необходимы для последующего сравнения с таковыми загрязненных и деградированных ландшафтов, оценки уровня загрязнениями прогнозирования эволюции почвенного покрова.

В районе исследований распространены хвойные и лиственные экосистемы. Вместе с большим многообразием почв они образуют широкий спектр лесных биогеоценозов, характеризующихся свойственным только им круговоротом веществ, микроклиматом, процессами почвообразования и буферной способностью почв. Каждый биогеоценоз по-своему реагирует на антропогенное воздействие, исходя из своих внутренних ресурсов и способности самовосстанавливаться. При фоновом мониторинге лесных экосистем вся работа состоит из трех этапов: подготовительного, полевого и камерального.

В п о д г о т о в и т е л ь н ы й период формируется экспедиционная группа с необходимым оборудованием, намечаются конкретные лесные предприятия на данный сезон. Проводят сбор общего материала по климату, гидрологии, геологии, растительности и хозяйственной деятельности человека обследуемого предприятия. Изучают материалы по лесному хозяйству и почвам: планы лесонасаждений, таксационные описания кварталов, планшеты, план организации лесного хозяйства, почвенные карты, а также имеющийся материал в литературных источниках. Знакомятся с информацией о хозяйственных мероприятиях, проведенных на рассматриваемом участке. Выделяют участки леса (квартал, выдел) для заложения пробных площадей. Эффективно сочетание экологического мониторинга с крупномасштабным картированием почвенного покрова лесов.

П о л е в о й период начинается с рекогносцировочного обследования намеченных насаждений. Принимается во внимание удаленность от источни-

ков загрязнения, происхождение (оптимальный вариант – девственные леса), степень воздействия антропогенного фактора, типичность участка лесного массива. На выбранных насаждениях закладывают постоянные пробные площади (ППП), которые оформляются в лесу угловыми стандартными столбами. Размер пробной площади должен обеспечивать наличие на ней не менее 200 деревьев основного элемента леса. Обычно вполне отвечает этим условиям площадь 0,20 га (40×50 м) или 0,30 га (50×60 м). на пробной площади подробно изучают фитоценоз и почвенный покров.

Проводят инструментальное лесоводственно-таксационное обследование насаждения с фитопатологической оценкой её состояния. Далее для выяснения однородности почвенного покрова ППП делают прикопки (30 – 40 см). Полный почвенный разрез закладывают под хорошо развитой кроной основного элемента леса. При комплексности почвенного покрова и в смешанном древостое описывают 2 – 3 полных разреза. Рекомендуем следующую схему отбора почвенных образцов с ППП для проведения долгосрочного экологического мониторинга (рис. 1).

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

Запасы лесной подстилки определяют методом шаблонов (20×30 см) в 15 – 20-кратной повторности по подгоризонтам ($A0^I$, $A0^{II}$, $A0^{III}$) по диагонали ППП через определенное расстояние (1-2 м). В этих же точках отбирают почвенные образцы по горизонтам и слоям (мощностью 5 – 10 см):

типично подзолистых – $A0A1 + A1A2 + A2 + A2B$;

дерново-подзолистых – $A1 + A1A2 + A2 + A2B$;

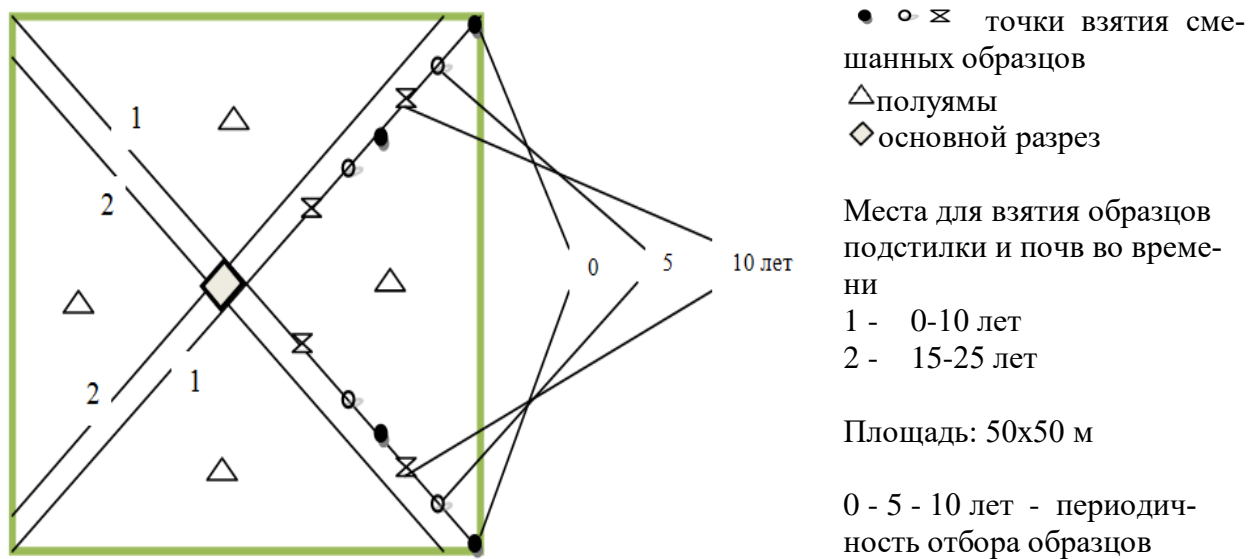


Рис.4.1.Схема отбора образцов лесной подстилки и почв на ППП при фоновом экологическом мониторинге

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

Камеральный период включает подготовку растительных и почвенных образцов к анализу, проведение комплекса физических, физико-химических, биохимических исследований, определение биологической, ферментативной активности почв, составление почвенного очерка по материалам исследований. На каждую постоянную пробную площадь составляется паспорт с указанием её местоположения, физико-географической и почвенной характеристиками. Пробные площади отмечаются на планшете и подлежат защите со стороны государства. По данным исследований, проведённых в прибрежных территориях, почвенный покров разнообразен. Это обусловлено вли-

янием почвообразующих пород, различных форм рельефа, степени на увлажнения, произрастающей растительности.

4.2.Песчаные подзолистые почвы

Проведено исследование лесных почв на песчаных отложениях и двучленных наносах под пологом сосновых и березовых фитоценозов возле озер Глубокое и Лебяжье. На пробных площадях нами выявлены следующие подзолистые почвы: - типично-слабоподзолистая связанно-песчаная на древнеаллювиальных песках (разрезы 1,4,5,6,7,10,12); - дерново-слабоподзолистая связанно-песчаная на древнеаллювиальных песках (разрез 4).

Изучению генезиса и лесорастительных свойств почв легкого гранулометрического состава под лесной растительностью посвящены работы многих ученых: И.В.Тюрин (1922), С.А.Ковригин (1948), А.А.Роде (1937), Н.П.Ремезов (1960), Т.А.Рожнова (1964), В.Н.Смирнов (1968), А.В.Хабаров (1977), Ф.Р.Зайдельман (1974), В.В. Никонов (1987), И.А.Соколов, Б.П. Граду-сов (1989), А.Х.Газизуллин (1972, 1993); Р.Н.Шарафутдинов (1997), А.Т.Сабилов (1990) А.Х.Газизуллин, А.Т.Сабилов (1997) и др.

Песчаные и супесчаные почвообразующие породы характеризуются низким содержанием илистых частиц, физической глины, высокой водопроницаемостью. Данные свойства отражаются на процессах почвообразования на песчаных и супесчаных породах, свойствах формирующихся на них почв. При этом на песчаных и супесчаных породах лесной зоны развиваются почвы как подзолистого типа, так и неоподзоленные с аккумулятивным профилем А.Х.Газизуллин (1993). Свойства почв легкого гранулометрического состава влияют на биоразнообразие и продуктивность произрастающих на них лесов.

В западных районах Республики Татарстан песчаные отложения различного происхождения имеют широкое распространение, особенно около озер. В роли почвообразующих пород выступают в основном флювиогляциальные и древнеаллювиальные супесчано-песчаные наносы.

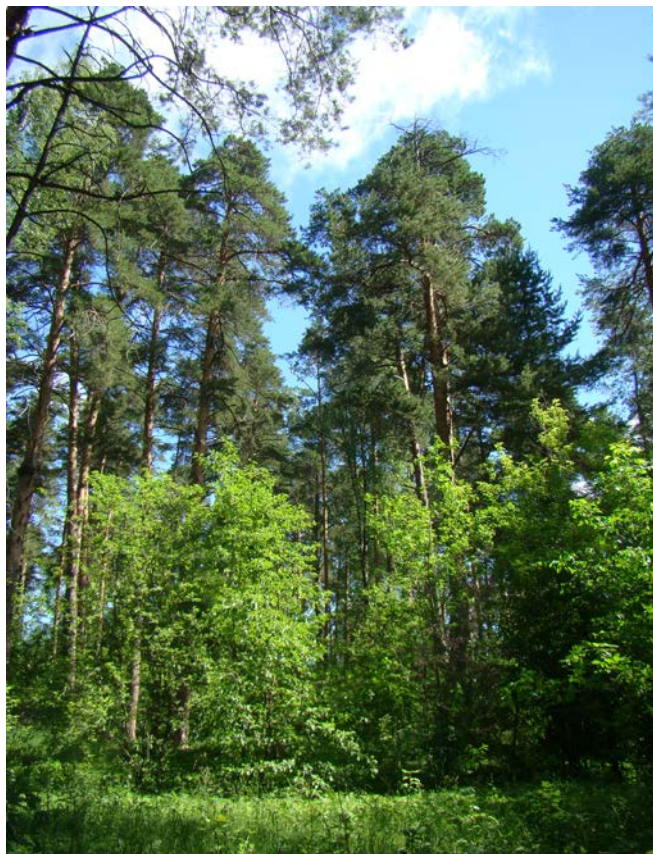


Рис.4.2.Естественный сосновый лес в прибрежной территории озера "Глубокое"



Рис.4.3.Бурая лесная песчаной почва в сосновой экосистеме Предкамья с псевдофибровыми прослойками

Древнеаллювиальные песчаные отложения слагают также четвертичные террасы реки Волги, её крупных притоков. Водно-ледниковые и древнеаллювиальные пески Низменного Заволжья считаются мономинеральными, преимущественно кварцевыми (Смирнов, 1968).

Подзолистые почвы легкого гранулометрического состава в регионе представлены дерново-подзолистыми и типично-подзолистыми почвами, занятые в основном сосновыми борами.

Рассмотрим макроморфологическое описание почвенного разреза 2, заложенного возле озера Большое Лебяжье в сосновом бору.

АО 0-4 см. Лесная подстилка, бурая, свежая, рыхлого сложения, состоит в основном из опада хвои, веточек, коры, шишек, имеется также мицелий грибов, среднеразложившаяся типа модер; переход заметный.

A1A2 4-9 см. Гумусово-элювиальный горизонт, серый с темным оттенком, рыхлый, свежий, со слабой комковатостью, связанно-песчаный, сильно пронизан корнями растений; переход постепенный.

A2B 9-16 см. Элювиально-иллювиальный горизонт, серый с буроватым оттенком, свежий, рыхлого сложения, со слабо намечающейся комковатостью, связанно-песчаный, много корней растений; переход в нижний горизонт постепенный.

B1 16-39 см. Иллювиальный горизонт бурой окраски, свежий, слегка уплотненный, бесструктурный, связанно-песчаный, распространены корни, имеются корневины; переход в нижний горизонт постепенный.

B2 39-62 см. Иллювиальный горизонт желтовато-бурого цвета, рыхлый, свежий, бесструктурный, рыхлопесчаный, встречаются корни и корневины; переход постепенный.

BC 62-98 см. Переходный горизонт, желтый с бурым оттенком, свежий, бесструктурный, рыхлый, рыхлопесчаный, имеются отдельные корни и корневины; переход постепенный.

С 981-161 см. Материнская порода желтая с серым оттенком, свежий, рыхлый, бесструктурный, рыхлопесчаный, встречаются отдельные корни и корневины; материнская порода – древнеаллювиальный песок. Грунтовые воды не выявлены. Вскипание от соляной кислоты отсутствует. Почва - типично-слабоподзолистая связанно-песчаная на древнеаллювиальных песках.

Профиль дерново-слабоподзоистой связанно-песчаной почвы разреза 4, заложенного возле озера Лебяжье под пологом соснового фитоценоза имеет следующее сочетание генетических горизонтов: АО=4(5) см + А1=9 см + А1А2=15 см + А2В=22 см + В1=56 см + ВС=100 см + С1=158 см. Лесная подстилка двухслойная. Изученные дерново-подзолистые почвы лесных экосистем дифференцированы по элювиально-иллювиальному типу.

По данным В.Н.Смирнова (1968), А.Х.Газизуллина (1993), А.Т.Сабирова, А.Х.Газизуллина (2001) формирование песчаных подзолистых почв обусловлено как биологическими, так и климатическими факторами, условиями увлажнения. Здесь характерен процесс подзолообразования. Данные почвы формируются в основном в условиях периодического избыточного увлажнения профиля. Влияние оказывают промывной тип водного режима поверхностных горизонтов, высокое содержание агрессивных органических кислот, кислая среда. В почвах характерны: низкое содержание гумусовых веществ, высокая кислотность, малая обеспеченность основаниями, элементами питания. В довольно мощной лесной подстилке наблюдается значительное концентрирование корней растений. Между подстилкой и минеральной частью почвы часто имеется органо-минеральный горизонт почти черного цвета АОА1.

На типично-подзолистых песчаных почвах района исследования произрастают в сосновые и березовые насаждения III-I классов бонитета. В подзолистых почвах при утяжелении гранулометрического состава, появлении в профиле почв псевдофибровых слоев, подстилающих суглинистых отложений повышаются их лесорастительные свойства.

Таблица 4.1

Профильная характеристика почв лесных биогеоценозов
около озера Лебяжье

Показатели	Почвы лесных биогеоценозов		
Тип леса, ТЛУ	Сосняк разнотравный, В ₂	Сосняк крушиново- разнотравный, В ₂	Сосняк крушиново- разнотравный, С ₂
Название почвы	Типично- слабоподзолистая связанно-песчаная на древнеаллюви- альных песках, разрез 2	Дерново- слабоподзолистая связанно- песчаная на древ- неаллювиальных песчаных отло- жениях, разрез 4	Буряя лесная свя- занно-песчаная на древнеаллюви- альных песчаных отложениях, под- стилаемые сугли- нистыми порода- ми, разрез 3
Строение профиля почвы	A0=4 см + A1A2=9 см + A2B=16 см + B1=39 см + B2=62 + BC=98 см + C1=161 см	A0=3 см + A1=9 см A1A2=15 см + A2B=22 см + B1=56 см + BC=100 см + C1=158 см	A0=4 см + A1=15 см + AB=31 см + B1=52 см + B2=74 см BC=113 см + C=145 см + Д=182 см
Тип лесной подстилки	Муль-модер	Модер	Муль-модер
Мощность лесной подстилки АО, см	4	3	3
Мощность гумусо- вого горизонта А1	-	6	11
Мощность гумусо- вого слоя А1+АВ или А1А2	5	12	27
Условия увлажне- ния профиля поч- вы	периодически по- верхностно избы- точно увлажнен- ные	автоморфные	автоморфные



Рис.4.4.Сосновое насаждение западных окраин города Казани, произрастающее на бурой лесной песчаной почве



Рис.4.5.Сосновая экосистема с малой рекреационной нагрузкой возле озера "Глубокое"

Таблица 4.2

Профильная характеристика лесных почв около озера Глубокое

Показатели	Почвы лесных биогеоценозов	
Тип леса, ТЛУ	Березняк разнотравный, В ₂	Сосняк кленово-разнотравный, С ₂
Название почвы	Дерново-слабоподзолистая связанно-песчаная на древне-аллювиальных песках, разрез 10	Бурая лесная связанно-песчаная на двучленных отложениях, разрез 8
Строение профиля почвы	АО=2 см + А1=8 + А1А2=14 см + А2В=20 см + В1=56 см + В2=97 см + С1=177 см	А0=4 см + А1=14 см + АВ=30 см + В1=55 см + ВС=90 см + СД=122 см + Д=156 см
Тип лесной подстилки	Модер	Муль-модер
Мощность лесной подстилки АО, см	2 (деградированная)	4
Мощность гумусового горизонта А1	6	10
Мощность гумусового слоя А1+АВ или А1А2	12	26
Условия увлажнения профиля почвы	автоморфные	автоморфные

4.3. Бурые лесные почвы

Бурые лесные почвы на супесчано-песчаных отложениях, на двучленных наносах лесных биогеоценозов Среднего Поволжья (в данном случае в республиках Татарстан и Марий Эл), изучены многими исследователями (Газизуллин, 1973, 1993; Смирнов, Иванова, 1973; Газизуллин, Алеев, 1985; Газизуллин, Хасаншин, 1980, 1986, 1987; Хасаншин, 1981; Газизуллин, Сабилов, 1997; Сабилов, Газизуллин, 2001 и др.). По данным учёных, в регионе и на глубоких песках, при хорошей аэрации, отсутствии избыточного увлажнения, даже под пологом хвойных лесов могут формироваться кислые почвы с недифференцированным профилем. Бурые лесные почвы расположены, как пра-

вило, на повышенных элементах рельефа. На пробных площадях нами выявлены следующие бурозёмы: бурая лесная связанно-песчаная почва на древнеаллювиальных песчаных отложениях; бурая лесная связанно-песчаная почва на двучленных отложениях.

Песчаные и супесчаные наносы, подстилаемые на небольшой глубине отложениями более тяжелого гранулометрического состава, в регионе имеют значительное распространение. Такие отложения встречаются на четвертичных террасах реки Волги. Маломощный слой чехлом древнеаллювиальных, флювиогляциальных, эоловых песчаных наносов прикрывает элювий коренных пород. Почвы, развитые на данных отложениях, обладают довольно высоким плодородием для успешного произрастания лесной растительности, требовательной к богатству почвы.

Проведено исследование бурых лесных почв под пологом лесных фитоценозов. Рассмотрим макроморфологическое описание почвенного разреза 8, заложенного под пологом соснового фитоценоза возле озера Глубокое.

АО 0-4 см. Лесная подстилка среднеразложившаяся типа модер, бурой окраски, рыхлого сложения, свежая, состоит в основном из опада хвои, веточек, коры, трав, шишек, встречается мицелий грибов; переход в нижний минеральный горизонт заметный.

А1 4-14 см. Гумусовый горизонт темновато-бурого цвета и рыхлого сложения, свежий со слабой комковатостью, связанно-песчаный, сильно пронизан корнями растений; переход постепенный.

АВ 14-30 см. Переходный горизонт, буроватый с темным оттенком, свежий, почти рыхлого сложения, присуща очень слабая комковатость, связанно-песчаный, много корней растений; переход в нижний горизонт постепенный.

В1 30-55 см. Иллювиальный горизонт, бурый с желтым оттенком, свежий, слегка уплотненный, бесструктурный, связанно-песчаный, встречаются частые корни, имеются корневины; переход в нижний горизонт постепенный.

ВС 55-90 см. Переходный горизонт серовато-желтой окраски, песчаный, бесструктурный, свежий, слегка уплотненный, встречаются отдельные корни и корневины; переход в материнскую породу постепенный.

СД 90-122 см. Материнская порода коричневая с желтым оттенком, свежая, слабоуплотненная, бесструктурная, легкосуглинистая, имеются отдельные корни и корневины, встречаются псевдофибровые прослойки; переход в нижний горизонт заметный по окраске.

Д 122-156 см. Подстилающая порода, делювиальный суглинок темновато-коричневой окраски, бесструктурная, свежая, уплотненная, тяжелосуглинистая, видны отдельные корни и корневины. Грунтовые воды не выявлены. Вскипание от 10% соляной кислоты не обнаружено.

Бурая лесная связанно-песчаная на древнеаллювиальных песчаных отложениях, подстилаемые суглинистыми породами, разреза 3 изучена возле озера Лебяжье. Профиль бурозёма состоит из следующих генетических горизонтов: А0=4 см + А1=15 см + АВ=31 см + В1=52 см + В2=74 см ВС=113 см + С=145 см + Д=182 см

Исследованным бурым лесным почвам соснового и березового биогеоценозов присущи следующие морфологические признаки: гумусовый горизонт темно-серый (или серый) с бурым оттенком, густо пронизан корнями растений; постепенное осветление окраски с глубиной; отсутствие подзолистого или оподзоленного горизонта; иллювиальный горизонт выражен слабо; подстилка типа модер.

Проведенные исследования морфологических и физико-химических свойств бурых лесных почв сосновых и березовых биогеоценозов показывают аккумуляцию органических веществ в верхних горизонтах, с последующим постепенным снижением количества гумусовых веществ с глубиной. В бурых

лесных почвах протекают процессы гумусонакопления, бурозёмообразования (Газизуллин, Сабилов, 1997); в почвах отсутствует дифференциация профиля по элювиально-иллювиальному типу. Формированию песчаных бурозёмов лесных экосистем способствуют хорошая аэрация, высокая водопроницаемость их профиля.

Содержание гумуса в горизонте A1 бурых лесных почв составляет в среднем 2,8-3,5%, убывая с глубиной до 0,3-0,2%. Бурозёмообразование в рассматриваемых почвах протекает при кислой среде. В бурых лесных почвах отмечается аккумуляция глинистых частиц в верхних горизонтах. Характерно постепенное снижение содержания физической глины и иловатых частиц с глубиной по профилю данных почв. В гранулометрическом составе изученных бурых лесных почв преобладают песчаные фракции. В подстилающих породах, которые представлены в основном делювиальными суглинками, резко возрастает содержание илистых частиц и физической глины.

В гумусовом горизонте бурозёмов отмечается биогенное накопление обменных оснований, подвижного фосфора и калия. Накопление элементов питания в верхних корненасыщенных горизонтах почв благоприятно сказывается на росте и развитии лесных растений. Лесная подстилка насыщена питательными веществами для растений, является источником органических веществ для почв, здесь распространены многие корни лесной растительности. Бурые лесные почвы образованы под пологом сосновых биогеоценозов со среднеразложившейся лесной подстилкой, в березовых биогеоценозах - со сильноразложившейся лесной подстилкой, которые являются источником органических веществ для минеральных горизонтов почв (Смирнов, 1968).

Среди изученных сосновых биогеоценозов наиболее устойчивым и богатым биологическим разнообразием растений является сосняк кленово-разнотравный (ПП 8), сформированной на бурой лесной связанно-песчаной почве. Сосновые насаждения успешно произрастают и на песчаных подзолистых почвах.



Рис.4.6.Прибрежные территории озера «Глубокое» с вытоптанными почвами



Рис.4.7.Деградированные песчаные почвы в сосновой экосистеме возле озера "Глубокое"

При повышении участия в песках суглинисто-песчаных прослоек, подстилающих суглинистых пород улучшаются условия увлажнения, в составе сосновых насаждений усиливается присутствие осины, березы, липы, обогащается видовой состав подлеска и травяного покрова.

Наличие в профиле почвы разреза 8 песчано-суглинистого горизонта СД, суглинистого горизонта Д способствует сохранению влаги и питательных веществ в верхних корненасыщенных слоях. В березняке разнотравном характерны более благоприятные условия для разложения лесной подстилки. Здесь подстилка типа мультимодер. Это характеризует довольно интенсивный биологический круговорот веществ в данной лесной экосистеме.

Исследованные бурозёмы обладают благоприятными лесорастительными свойствами для формирования продуктивных сосновых и березовых насаждений с разнообразной растительностью. На бурых лесных связанно-песчаных и супесчаных почвах района исследования произрастают в основном сосновые, березовые насаждения III-I классов бонитета. В почвах легкого гранулометрического состава при утяжелении гранулометрического состава, появлении в профиле почв псевдофибровых слоев, подстилающих суглинистых пород повышаются их лесорастительные свойства, возрастает богатство травяного покрова. В бурых лесных песчаных почвах, сформированных под пологом лиственных фитоценозов, гумусовый горизонт более темноокрашен.

4.4. Состояние почв в зоне влияния рекреационной нагрузки

В данном разделе приводятся результаты изучения влияния рекреационных нагрузок на изменение параметров лесной подстилки и физические свойства песчаных почв. Исследования проводились в прибрежных территориях озер Лебяжье и Глубокое. В геоморфологическом отношении район исследования относится к песчаной низменной равнине, сложенной древнеаллювиальными и флювиогляциальными отложениями. Рельеф сглаженный, дюнно-бугристый. Фитоценоз представлен чистыми высокобонитетными (I – II класс

бонитета) древостоями сосны. На фоновых ландшафтах присутствует подрост сосны, а подлесок представлен можжевельником, рябиной, крушиной ломкой. В живом напочвенном покрове имеются брусника, ландыш майский, грушанка, зеленые мхи. Почвы участка – бурые лесные кислые и дерново-слабоподзолистые связанно-песчаные на флювиогляциальных песках. Строе-ние профиля первых: А0-А1-АВ-В-ВС-С, вторых: А0-А1А2-А2В-В-ВС-С. Так как бурые лесные почвы занимают до 85 % исследуемой площади, более подробно остановимся на их характеристике.

Бурые лесные кислые песчаные почвы фоновых ландшафтов имеют серый с буроватым оттенком гумусовый горизонт, сменяющийся желто-бурым ярко окрашенным переходным горизонтом АВ (подзолистый горизонт отсутствует). Иллювиальный горизонт В выражен слабо, бесструктурный, постепенно переходит в материнскую породу С. В табл. 3.5 приведены статистические показатели варьирования мощности генетических горизонтов бурых лесных почв.

Бурые лесные кислые песчаные почвы фоновых ландшафтов имеют серый с буроватым оттенком гумусовый горизонт, сменяющийся желто-бурым ярко окрашенным переходным горизонтом АВ (подзолистый горизонт отсутствует). Иллювиальный горизонт В выражен слабо, бесструктурный, постепенно переходит в материнскую породу С. В табл. 5 приведены статистические показатели варьирования мощности генетических горизонтов бурых лесных почв. Результаты статистической обработки наглядно вскрывают картину пространственной изменчивости строения профиля бурых лесных почв. Мощность генетических горизонтов варьирует в значительных пределах. Относительно меньшей вариабельностью характеризуется мощность гумусового горизонта А1, а также иллювиального слоя.

Исследуемые почвы зон деградации имеют высокую кислотность верхних горизонтов, где также происходит накопление гумуса, ила, физической глины, полуторных оксидов и обменных оснований. В рассматриваемых почвах от-

сутствует дифференциация профиля по элювиально-иллювиальному типу, им присущи процессы буроземообразования. Содержание гумуса меньше чем в почвах фоновых территорий и варьирует в пределах 1,0 – 1,3 % в горизонте A1 и 0,3 – 0,4 % в горизонте B, что характеризует регрессивно-аккумулятивный тип гумусового профиля. Количество физической глины составляет 2,0 – 4,0 %, а иловых частиц – 0,5 – 1,5 %.

Таблица 4.3

Статистические показатели варьирования мощности
генетических горизонтов бурых лесных песчаных почв

Горизонт	Статистические показатели						
	Max	Min	M	σ	n	v, %	P, %
A0	8	4	6,5	2,4	80	37	4,1
A1	11	6	8,9	2,6	30	29	5,3
AB	26	14	16,9	6,4	30	38	6,9
B (+ BC)	94	50	63,7	17,0	10	27	8,4
Глубина залегания C	144	85	110,0	18,3	10	17	5,3

На прибрежной территории отмечается высокая деградация лесного биогеоценоза. Нами выделены 3 стадии дигрессии: III, IV и V (рис. 6). На участках III стадии дегрессии (15 – 18 % площади лагеря) сохраняется подлесок, живой напочвенный покров, структура подстилки, но намечаются тропинки. IV стадия дегрессии (40 – 42 %) характеризуется «сетевой» структурой биогеоценоза, где менее нарушенные участки (зона 1) отделены друг от друга тропинками (зона 3).

Между тропинками и ячейками расположены переходные по нарушенности участки (зона 2). На этой стадии дегрессии в зоне 1 сохраняется подлесок и живой напочвенный покров.

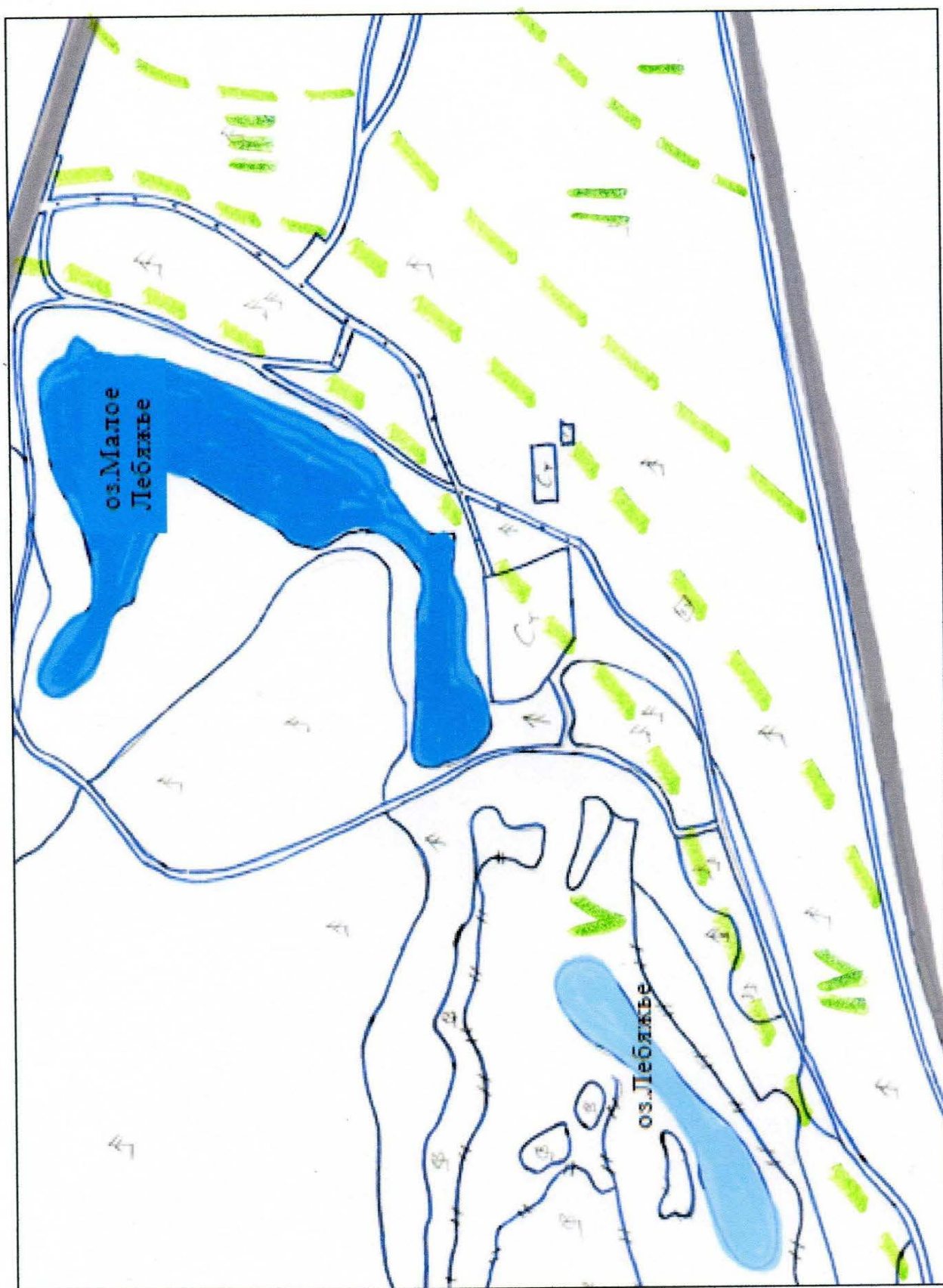


Рис.4.8. Зоны деградации лесных экосистем прибрежных территорий озера Лебяжье при влиянии рекреационной нагрузки

Пятая стадия дегрессии характеризуется однородностью всей территории, высокой степенью вытоптанности. У многих деревьев обнажены корни, живой напочвенный покров и подлесок отсутствуют. Лишь у приствольной части встречаются отдельные особи злаковых растений. V стадия дегрессии (40 – 45 % площади) нами разделена на две зоны: зона 4 – стоящие деревья с однородной территорией; зона 5 – открытые участки вдоль берега, где наиболее деградированы почвы, с полным отсутствием лесной подстилки.

Таблица 4.4

Значение плотности сложение бурых лесных песчаных почв
фоновых участков и статические показатели их варьирования (п = 13-15)

Горизонт и глубина, см	Статические показатели			
	M	m	g	V, %
AI 0-5	1,10	0,02	0,06	6
AI 5-10	1,27	0,01	0,05	4
AI (AB) 10-15	1,35	0,01	0,03	2
AB 15-20	1,43	0,01	0,03	2
AB 20-25	1,43	0,01	0,04	3
AB 25-30	1,48	0,02	0,06	4
AB (BI) 30-35	1,49	0,01	0,04	3
BI 40-50	1,55	0,02	0,07	5
BI (B2) 50-60	1,58	0,02	0,06	4
B2 (BC) 60-7	1,60	0,02	0,06	4

Примечание. M - среднее арифметическое; m - ошибка средней; g - среднее квадратическое отклонение; V – коэффициент варьирования, п – число наблюдений. Отчет глубины взятия образца начинается с минеральной части профиля.

Важно отметить, что выделенные нами стадии дигрессии биогеоценоза полностью не совпадают с таковыми, приведенными в табл.3. Это касается состояния деревьев, структуры лесной подстилки, что связано с влиянием конкретных почвенно-экологических условий. Однако выделение аналогичных стадий дигрессии удобно при характеристике состояния почвенного покрова участков в целом. Наряду с термином «дигрессия» при характеристике

воздействия рекреации на почвенный и растительный покров используется также термин «деградация».

Результаты исследования показывают, что под влиянием вытаптывания разрушается и уплотняется лесная подстилка. В сравнении с невытоптанymi участками на вытоптаных мощность горизонта АО снижается с 5 – 6 см до 1 – 3 см. На фоновых ландшафтах запас лесной подстилки равен от 55 до 78 т/га, что связано со значительным участием в формировании подстилки зеленых мхов, образующих слаборазложившуюся сухоторфянистую массу. А в зонах сильной деградации запас органогенного горизонта уменьшается до 6 т/га, представляя при этом в основном лишь свежий опад. Плотность сложения горизонта А0 фоновых участков составляет 0,12 – 0,15 г/см³, увеличиваясь на участках деградации до 0,45 – 0,55 г/см³. Вместе с этим, во второй зоне ферментативный слой А0^{II} становится заторфованным, сохраняясь на тропинках и в зоне 4 лишь в микропонижениях.

Таблица 4.5

Изменение средних значений плотности сложения $\rho_v(\text{г/см}^3)$ почв по зонам деградации (n = 10)

Глубина взятая образцов, см	4 стадия деградации					
	1 - зона		2 - зона		3 - зона	
	М	g	М	g	М	g
0-5	1,12	0,09	1,29	0,06	1,47	0,02
5-10	1,23	0,06	1,31	0,04	1,45	0,02
10-15	1,30	0,04	1,36	0,04	1,45	0,03
15-20	1,37	0,05	1,43	0,05	1,45	0,03
20-25	1,42	0,03	1,45	0,04	1,46	0,04
25-30	1,48	0,05	1,44	0,03	1,50	0,05
30-35	1,50	0,04	1,46	0,05	1,50	0,04
40-50	1,50	0,03	1,52	0,03	1,54	0,03
50-60	1,56	0,04	1,54	0,04	1,55	0,04
60-70	1,60	0,04	1,60	0,03	1,59	0,04

Примечание. М – среднее арифметическое, g – среднее квадратическое отклонение.

При интенсивной рекреационной нагрузке изменяются и физические свойства песчаных почв. Так, значения плотности сложения бурых песчаных лесных песчаных почв фоновых ландшафтов (табл. 6) в гумусовом горизонте равны $1,10 - 1,27 \text{ г/см}^3$, увеличиваясь в нижних горизонтах до $1,55 - 1,60 \text{ г/см}^3$. Коэффициент вариации составляет $2 - 6\%$, с наибольшими значениями в слое $0 - 5 \text{ см}$, сильно переплетенном корнями растений. Аналогичные значения плотности почв (табл.7) при суши зон 1. Во второй зоне этот показатель увеличивается до $1,29 - 1,31 \text{ г/см}^3$, в зонах 3 и 4 – $1,43 - 1,48 \text{ г/см}^3$, в зоне 5 – до $1,63 \text{ г/см}^3$. Слой $0 - 5 \text{ см}$ уплотняется больше слоя $5 - 10 \text{ см}$. Таким образом, в зонах сильной деградации верхний слой почвы по сравнению с ненарушенными участками становится плотнее на $0,33 - 0,51 \text{ г/см}^3$, т.е на $33 - 46 \%$ от первоначального значения.

На сильно вытоптаных участках прибрежных территорий озера (зоны 3,5) отмечается уменьшения варьирования значений изучаемого показателя. С глубиной наблюдается выравнивание величин плотности почвы. Использование критерия Стьюдента ($t > 3$) для доказательства существенности различий между средними значениями плотности сложения показало, что влияние рекреационного воздействия на почвы в 3 и 4 зонах наблюдается до глубины 15 см , а в зоне 5 – до глубины 25 см . Следует отметить, что различия в величинах плотности сложения почв нижних горизонтов могут быть связаны и с особенностями минералогического и гранулометрического состава почвообразующих пород.

Наряду с изменением плотности сложения почвы изменяется и ее общая пористость. Для гумусового горизонта A1 ненарушенной почвы общая порозность составляет $54 - 58\%$ для слоя $0 - 5 \text{ см}$ и $48 - 51 \%$ для слоя $5 - 10 \text{ см}$. (рис. 7). В верхних горизонтах почв третьей и четвертой зонах деградации показатель общей пористости уменьшается соответственно до $42 - 44 \%$ ($0 - 5 \text{ см}$) и $44 - 46 \%$ ($5 - 10 \text{ см}$).

Таблица 4.6

Изменение средних значений плотности сложения $\rho_v(\text{г/см}^3)$
почв по зонам деградации ($n = 10$)

Глубина взятая об- разцов, см	5 стадия деградации			
	4 - зона		5 - зона	
	М	g	М	g
0-5	1,48	0,06	1,63	0,04
5-10	1,43	0,05	1,61	0,04
10-15	1,43	0,04	1,63	0,04
15-20	1,44	0,04	1,63	0,03
20-25	1,45	0,04	1,60	0,04
25-30	1,44	0,04	1,55	0,05
30-35	1,45	0,06	1,58	0,03
40-50	1,46	0,04	1,57	0,04
50-60	1,54	0,05	1,57	0,07
60-70	1,60	0,03	1,61	0,06

Примечание. М – среднее арифметическое, g – среднее квадратическое отклонение.

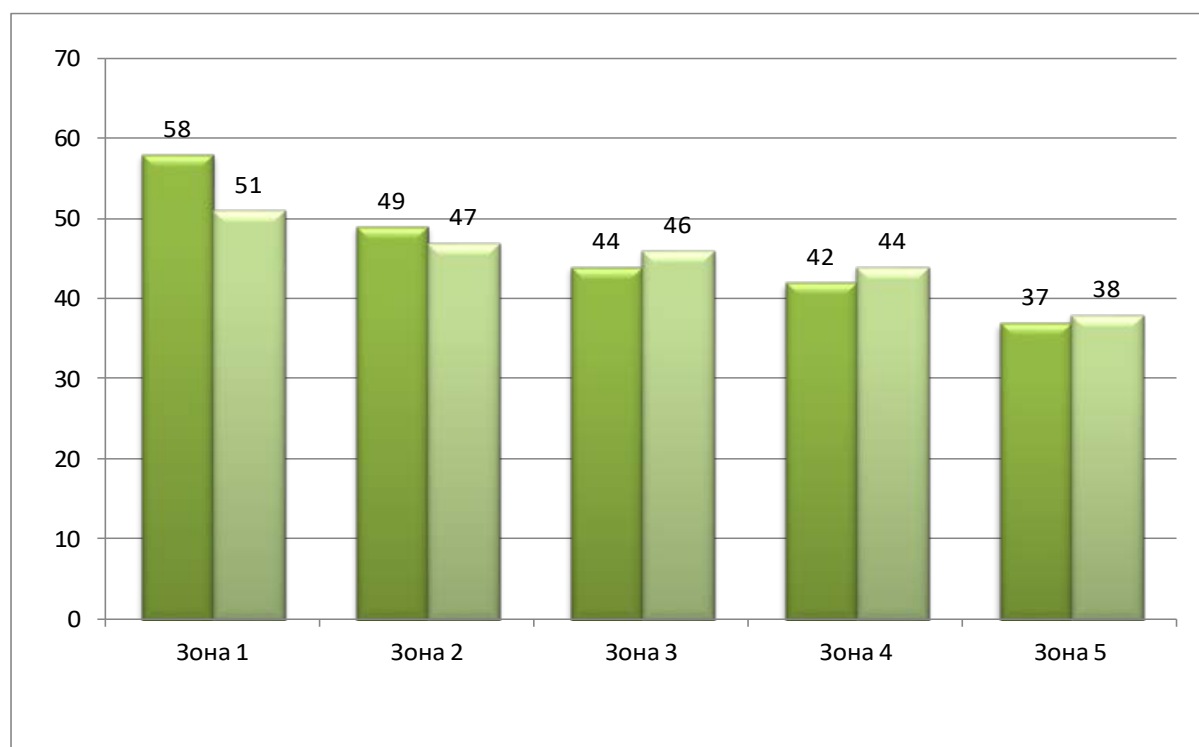


Рис.4.9. Распределение средних величин пористости песчаных почв по зонам деградации. Глубина взятия образца: 1 – 0-5 см, 2 – 5-10 см.

Наименьшие величины общей порозности присущи зоне 5 с деградированными почвами (37 % и 38 % в среднем для верхних слоев), где характерно самое высокое уплотнение почвы.

Уплотнение почвы приводит и к изменению ее морфологических признаков. На сильно деградированных участках мощность гумусового горизонта уменьшается, а на тропах вдоль берега покрывается слоем перевеянного песка (1- 2см).

Таким образом, исследования показали, что в результате рекреации происходит значительные изменения в лесной подстилке и свойствах почв. Однако заметного ослабления и усыхания деревьев пока не наблюдается. Во-первых, уплотнение почвы снижается упругостью мощной лесной подстилки в начале рекреации. Во – вторых, благоприятно сказывается и то, что большое содержание физического песка (до 94- 96 %) в бурых почвах препятствует образованию уплотненной почвенной корки. Значительная часть корней деревьев концентрируется в горизонте АВ на глубине 10 -30 см.

Признаки эродированности почв характерны для склоновых участков вдоль берега озер Глубокое и Лебяжье. Здесь образуются промоины, овраги, обнажены корни вековых сосен, которые медленно становятся ослабленными. В дальнейшем это может привести и к усыханию деревьев. При водной эрозии во время ливневых дождей тонкодисперсные частицы могут перемещаться к окраинам озера, что часто приводит к зарастанию береговой зоны водными растениями. Поэтому необходим комплекс мероприятий по защите прибрежных лесных почв от антропогенного воздействия, процессов эрозии, их деградации. На основе проведенных почвенно–экологических и лесоводственно-таксационных исследований в прибрежных территориях озер под пологом лесных фитоценозов составляются карты деградированности почвенного покрова изучаемой территории.

Таблица 4.7

Содержание обменного кальция и магния в верхних горизонтах
бурых лесных почв, мг.экв/100 г почвы

Зона де- градации	Горизонт почвы	Статистические показатели				Сумма Ca+Mg
		М	σ	m	V, %	
II	AB	$\frac{1,84}{0,74}$	$\frac{0,36}{0,18}$	$\frac{0,11}{0,06}$	$\frac{20}{24}$	2,58
	B1	$\frac{1,02}{0,75}$	$\frac{0,34}{0,30}$	$\frac{0,11}{0,09}$	$\frac{0,33}{0,40}$	1,77
III	AB	$\frac{2,26}{0,70}$	$\frac{0,64}{0,34}$	$\frac{0,20}{0,11}$	$\frac{28}{49}$	2,96
	B1	$\frac{1,05}{0,51}$	$\frac{0,21}{0,30}$	$\frac{0,07}{0,10}$	$\frac{20}{59}$	1,56
IV	AB	$\frac{1,70}{0,50}$	$\frac{0,14}{0,11}$	$\frac{0,05}{0,03}$	$\frac{9}{22}$	2,20
	B1	$\frac{0,65}{0,38}$	$\frac{0,16}{0,20}$	$\frac{0,05}{0,06}$	$\frac{25}{52}$	1,03
V	AB	$\frac{0,92}{0,40}$	$\frac{0,13}{0,07}$	$\frac{0,04}{0,02}$	$\frac{0,14}{0,17}$	1,32
	B1	$\frac{0,30}{0,27}$	$\frac{0,07}{0,12}$	$\frac{0,04}{0,02}$	$\frac{25}{44}$	0,57

^x – верхняя часть горизонта B1.

Данные таблицы 4.7. показывают, что вместе с изменением физических свойств почв происходит и изменение содержания обменного кальция и магния на вытоптаных участках. Так, во второй зоне в горизонте AB содержание суммы поглощенных Ca^{++} и Mg^{++} составляет 2,58 мг.экв/100 г почвы. Этот показатель к зоне 5 с высокой деградацией почв снижается до 1,32 мг.экв/100 г почвы. Аналогичная ситуация характерна и для горизонта B1, где количество обменных оснований уменьшается от 1,77 мг.экв/100 г почвы до 0,57 мг.экв/100 г почвы. Это связано влиянием антропогенного фактора на почвы. Вследствие отсутствия органогенных горизонтов и эрозии снижается количество обменных оснований в верхних слоях деградированных почв

5.БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

5.1.Флористический состав насаждений возле озер

По использованию и функциональному назначению рекреационные леса можно условно разделить на 4 категории (Бондаренко, Кучерявый, Шудря, 1986):

1) леса круглогодичного использования (в течении 270 дней отрицательное влияние рекреации) – лесные участки около городов, районных центров, зеленые зоны санаториев, домов отдыха. Восстановление почв происходит медленно, незначительно в течении всего периода рекреационного пользования;

2) леса сезонного функционирования (посещаются примерно в течении 100 дней) – влияние рекреации приходится в основном на летний период. Восстановление среди лесных биогеоценозов протекает в осенний и весенний периоды (развитие травяной растительности, разуплотнение почвы, увеличение порозности, активизация биохимических процессов);

3) леса кратковременного функционирования – интенсивное рекреационное лесопользование приходится на выходные дни. В основном это лесопарковые части зеленых зон городов, районных центров. Сильная деградация почвенного покрова характерна здесь лишь на тропах;

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

Приведем характеристику типов лесных биогеоценозов на примере 4 пробных площадей.

Пробная площадь 1. Проведено исследование лесной экосистемы около озера Лебяжье, слабо затронутое антропогенным воздействием. Выявлен **сосняк крушиново-разнотравный**. Рельеф - ровная поверхность

водораздела. Состав древостоя 10 С. Возраст сосны обыкновенной - 75 лет. Класс бонитета - Ia. Средний диаметр 32,5, а средняя высота 27,7 м. Деревья сосны обыкновенной здоровые, прямоствольные, полнодревесные. Однако имеются единичные сухостойные деревья. Пробной площади присуща захламлиенность. Подрост представлен такими породами как вяз шершавый, изредка липой. В подлеске произрастает крушина ломкая, клён остролистный, жимолость обыкновенная. В травяном покрове произрастает щитовник мужской, малина обыкновенная, чистотел большой, молочай, земляника лесная, копытень европейская, крапива двудомная, будра плющевидная, злаковые, мхи. Сосняк лещиново-разнотравный произрастает на дерново-слабоподзолистой связанно-песчаной почве на древнеал-лювиальных песках. Тип лесорастительных условий – В₂.

Пробная площадь 5. Заложена в черте городского лесопарка Лебяжье, около озера Лебяжье. Исследуемый участок представлен сосняком кленово-разнотравным. Средняя высота древостоя 28,6 м. Возраст 84 года. В данном лесу присутствует редкий угнетенный, но жизнеспособный подрост сосны обыкновенной, осины. Подлесок неравномерный редкий, местами густой, составлен бересклетом бородавчатым, рябиной обыкновенной, кленом ясенелистным, лещиной обыкновенной, кленом остролистным, бузиной красной.

На исследованной площади присутствует сухостой, валёж. Упавшая сосна – длина 29,5 м, диаметр 44 см. В нижней части деревьев расположены мхи. Местами травянистый покров носит на себе следы притоптанности, проходит несколько тропинок.

Травянистый ярус представлен следующими видами: будра плющевидная, осока волосистая, малина лесная, подмаренник мягкий, пролесник многолетний, ракитник русский, земляника лесная, звездчатка лесная, ландыш майский, зверобой продырявленный, костяника, чистотел

большой, щитовник ланцетогребенчатый. Степень покрытия почвы травами 85%.

Пробная площадь 8. Ландшафтно-рекреационная зона около озера Глубокое, заложена в черте городского лесопарка Лебяжье. Тип леса сосняк кленово-разнотравный. Средняя высота древостоя 27,1 м. Возраст 80 лет. В данном лесу присутствует редкий угнетенный, но жизнеспособный подрост сосны обыкновенной, осины. Подлесок составлен можжевельником обыкновенным, рябиной обыкновенной, черемухой обыкновенной, крушиной ломкой.

Травянистый ярус представлен следующими видами: малина лесная, подмаренник мягкий, звездчатка лесная, ландыш майский, земляника лесная, ястребинка зонтичная, купена лекарственная, клевер луговой. Степень покрытия почвы травами 15-20%. Большая часть почвенного покрова составляет хвойный опад. На исследованной площади встречаются мхи. Очищенность от сучьев хорошая. К северу от ПП проходит грунтовая автомобильная дорога шириной 4 м.

Пробная площадь 10 заложена в прилегающем к озеру Глубокое лесном массиве, имеющем рекреационное назначение. Березняк рябиново-разнотравный. Состав древостоя 10Б+С, полнота 0,8, возраст 40 лет, высота 24 м. Рельеф ровный. Подрост березы повислой 1,5 м редкий и сосны обыкновенной 0,5 м, единичный. Подлесок по густоте средний, представлен следующими видами: рябина обыкновенная, бересклет бородавчатый, черемуха обыкновенная, жимолость лесная. На исследованном участке обнаружены многочисленные старые повреждения стволов березы на высоте до 1,5 м, в результате которых распространились стволовые вредители (древоточцы, короеды), также обнаружены кострища, встречается бытовой мусор.



Рис.5.1.Вытоптаные лесные почвы на тропе без лесной подстилки



Рис.5.2.Созданные автотранспортом дороги возле озера «Лебяжье»- зона с деградированными почвами

Биологическое разнообразие травянистого яруса составляют: копытень европейский, будра плющевидная, ландыш майский, чина луговая, земляника лесная, подмаренник мягкий, ежа сборная, купена лекарственная, хвощ лесной, горошек мышиный зверобой продырявленный, сныть обыкновенная, пролесник многолетний. Степень покрытия травами 70%.

На участке присутствуют старые пни, аварийные и поваленные деревья.

Таблица 5.1

Список русских и латинских названий видов растений,
зафиксированных в ходе исследований

№п/п	Русское название	Латинское название
1	Берёза бородавчатая	<i>Bétula péndula</i>
2	Бересклет бородавчатый	<i>Euonymus verrucosus</i>
3	Будра плющевидная	<i>Glechóma hederácea L.</i>
4	Вяз шершавый	<i>Úlmus glábra</i>
5	Герань лесная	<i>Geranium silvaticum L.</i>
6	Горошек мышиный	<i>Vicia cracca</i>
7	Дуб черешчатый	<i>Quercus robur</i>
8	Жимолость обыкновенная	<i>Lonicera xylosteum L.</i>
9	Звездчатка ланцетовидная	<i>Stellaria holostea</i>
10	Зверобой продырявленный	<i>Hypericum perforatum</i>
11	Злаковые или мятликовые	<i>Gramíneae или Poáceae</i>
12	Иван-чай узколистый	<i>Chamerion angustifolium (L.) Holub</i>
13	Клен остролистный	<i>Acer platanoides</i>
14	Крапива двудомная	<i>Urtica dioica L.</i>
15	Крушина ломкая	<i>Frangula alnus</i>
16	Купена мелкоцветковая	<i>Polygonátum multiflórum</i>
17	Лещина обыкновенная	<i>Córylus avellána</i>

18	Липа мелколистная	<i>Tília cordáta</i>
19	Лишайники	<i>Lichenes</i>
20	Лютик едкий	<i>Ranunculus acris</i>
21	Малина обыкновенная	<i>Rubus idaeus</i>
22	Молочай	<i>Euphórbia L.</i>
23	Мхи	<i>Bryophyta</i>
24	Мятлик обыкновенный	<i>Poa trivialis</i>
25	Одуванчик лекарственный	<i>Taraxácum officinále</i>
26	Осина, тополь дрожащий	<i>Pópulus trémula</i>
27	Осока волосистая	<i>Cárex pilosa</i>
28	Пижма обыкновенная	<i>Tanacetum vulgare</i>
29	Полынь горькая	<i>Artemisia absinthium L.</i>
30	Пырей ползучий	<i>Elytrigia repens</i>
31	Репешок обыкновенный	<i>Agrimónia eupatória</i>
32	Розга золотистая	<i>Solidágo virgáurea</i>
33	Рябина обыкновенная	<i>Sórbus aucupária</i>
34	Сныть обыкновенная	<i>Aegopódium podagrária</i>
35	Сосна обыкновенная	<i>Pínus sylvéstris</i>
36	Черемуха обыкновенная	<i>Párus avium</i>
37	Чистотел большой	<i>Chelidónium május</i>
38	Роза собачья	<i>Rosa canina</i>
39	Щитовник мужской	<i>Dryopteris filix-max</i>
40	Яблоня лесная	<i>Malus sylvestris</i>
41	Ясменник пахучий	<i>Asperula odorata</i>



А



Б

Рис.5.3.Лесные почвы возле озера «Лебяжье», испытывающие высокую рекреационную нагрузку (А,Б)

Разнообразие видов растений зависит от почвенных факторов, условий увлажнения природно-климатических факторов, экспозиции склонов рельефа.. В табл.3.1 приведен список видов растений, определенных в ходе исследований в хвойных экосистемах. Было выявлено 7 видов древесных, 7 видов кустарниковых и 27 видов травянистых растений.

При закладке пробной площади был произведен сплошной пересчет деревьев с замером таксационного диаметра, высот и определением их санитарного состояния. Результаты измерений представлены в таблице характеристики состояния и основных показателей деревьев.

Таблица 5.2

Таксационная характеристика хвойных насаждений
пробных площадей

Пробная площадь	Состав	Порода	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Запас древесины, м ³ /га
1	10С+Б	С	75	32,5	27,7	Ia	368,6
4	10С	С	66	25,0	23,4	I	287,5

Из данных таблицы видно, что изученные сосновое насаждения пробной площади 1 и пробной площади 4, произрастающие в прибрежных территориях в I и во II зонах имеет высокие таксационные показатели. Они продуктивные, произрастают по Ia и I классма бонитета, характеризуются высоким ростом деревьев: 23,4-27,7 м в высоту. Средний диаметр деревьев изменяется в пределах 25,0-32,5 см.

5.2. Санитарное состояние прибрежных лесных насаждений

Усиление рекреационной нагрузки в последние годы способствует ухудшению общего санитарного состояния лесов. Рекреационные нагрузки способствуют вытаптыванию почвы, уничтожению лесной подстилки. При этом часто привносится и корневой системе растений. В лесных насаждениях это может привести к их деградации, усыханию деревьев. При этом происходит изреживание насаждений, отпад и снижение качественных характеристик древесных стволов.

Накопление перестойных фаутных насаждений, наличие валежа, захламлённость лесных насаждений могут привести к массовому размножению вредителей и болезней древесных и кустарниковых пород. Лесные пожары также уничтожают биоразнообразие лесных биогеоценозов, снижают устойчивость лесов. Хвойные насаждения часто являются зоной периодических массовых вспышек опасных вредителей и болезней.

По нашим исследованиям статистических показателей распределения деревьев по диаметру можно сделать следующие выводы: ошибка среднего варьирует в пределах 0,25-2,44 см; среднеквадратическое отклонение изменяется 1,72-9,44; коэффициент изменчивости составляет 19,01-40,42%; точность опыта равна 1,40-7,82%.

Деревья березы повислой ПП 10 были распределены по ступеням толщины и категориям санитарного состояния. Из диаграмм распределения деревьев по санитарному состоянию видно, что в данном фитоценозе участвует большое количество ослабленных экземпляров. Доля особей без признаков ослабления составляет – 74,4, ослабленных – 17,3%, сильно ослабленных – 4,5%, усыхающие экземпляры – 1,5%, сухостоя текущего года – 1,5%, сухостоя прошлых лет – 0,8%. Факторами обуславливающими наличие высокой доли ослабленных деревьев являются механические повреждения (обдир коры) и присутствие стволовых вредителей на деревьях с повреждениями.

Таблица 5.3

Распределение деревьев березы по категориям состояния

Д, см		Категория состояния						Итого по ступеням толщины	
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Сухостой текущего года	Сухостой прошлых лет		
								шт.	%
10					1	1		2	1,50
12			1		1			2	1,50
14		5	10	5		1		21	15,79
16		19	9	1			1	30	22,56
18		19	3					22	16,54
20		36						36	27,07
22		10						10	7,52
24		5						5	3,76
26		3						3	2,26
28		1						1	0,75
30		1						1	0,75
Все го	шт.	99	23	6	2	2	1	133	100
	%	74,44	17,30	4,51	1,50	1,50	0,75	100	

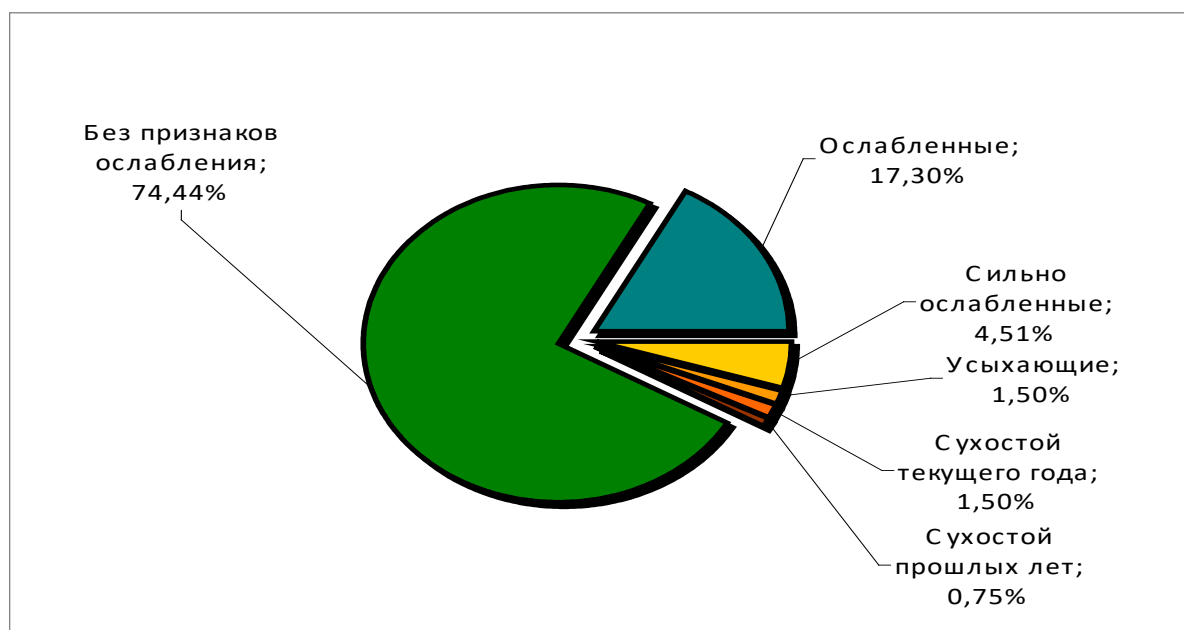


Рис.5.4. Распределение деревьев березы по санитарному состоянию (ПП10), %

Таблица 5.4

**Распределение деревьев сосны обыкновенной по ступеням толщины
и категориям состояния**

Д, см		Категория состояния						Итого по ступеням толщины	
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Сухостой те- кущего года	Сухостой про- шлых лет		
								шт.	%
2			9	2	1			12	4,80
4	14		7					21	8,40
6	7		5	1				13	5,20
8	3							3	1,20
18				1			1	2	0,80
20			2	1			2	5	2,00
22	1							1	0,40
24			2		1		2	5	2,00
26	2		1					3	1,20
28	8		1		1	1		11	4,40
30	7		4			1	1	13	5,20
32	11						1	12	4,80
34	18		1				2	21	8,40
36	19		1				1	21	8,40
38	17							17	6,80
40	28				2			30	12,00
42	11		1					12	4,80
44	15		1		1		1	18	7,20
46	11						1	12	4,80
48	7						1	8	3,20
50	4							4	1,6
52	2							2	0,80
54	2							2	0,80
56	2							2	0,80
Все го	шт.	189	35	5	6	2	13	250	100
	%	75,60	14,00	2,00	2,40	0,80	5,20	100	

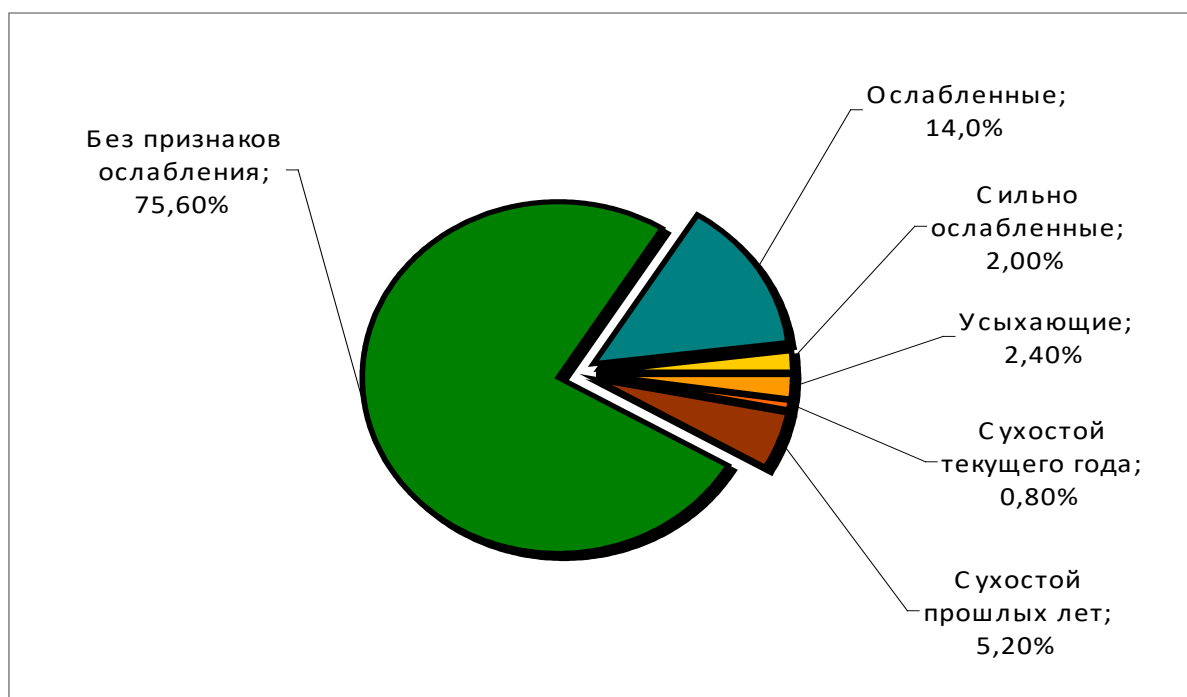


Рис.5.5.Распределение деревьев сосны обыкновенной по санитарному состоянию (ПП8), %

Исследования показывают, что в сосновом насаждении пробных площадей абсолютно преобладают здоровые деревья – без признаков ослабления (63-75% от общего количества сосны обыкновенной). Неблагоприятные погодные условия (засуха 2010 года, ураганные ветра), лесные пожары, антропогенные факторы являются причинами гибели березовых и сосновых насаждений. Засушливые периоды, ухудшающие условия для прорастания семян и развития всходов, поздние весенние и ранние осенние заморозки, значительно сокращают период активной вегетации. На санитарное состояние лесов влияет засушливых и влажных периодов. Весенние температуры ввиду резких скачков от тепла к холоду, засушливые периоды в летнее время сказываются на состоянии развития энтомофитовредителей и болезней в лесах. Болезни и энтомофитовредители приводят к ослаблению фитоценозов. Хвоегрызущие насекомые нарушают нормальный водообмен, протекание физиологических процессов в растениях, что ведет к потере прироста и устойчивости древостоя. Это может привести к отмиранию деревьев и заселению их стволовыми вредителями.

6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОЧВ ОКОЛО ОЗЕР

При оценке состояния природных ландшафтов эффективно проведение комплексных работ, с использованием данных наземного обследования территорий и космических снимков (Сухих, 2005). Дистанционное зондирование позволяет выявлять эрозионные формы ландшафта, получать подробную информацию о развитии лесных фитоценозов, деградированных земель.. Применение космических снимков при рекреационном использовании лесов позволяет разработать эффективные мероприятия по созданию продуктивных и устойчивых лесных насаждений.

Устраиваются *противопожарные лесные дороги*, которые обеспечивают проезд автотранспорта к пожароопасным участкам и водоёмам, служат преградами распространению возможных низовых пожаров, опорными линиями при локализации действующих очагов. Прокладка минерализованной полосы в лесу повышает противопожарную устойчивость фитоценозов, обеспечивает меньшую нагрузку на почвы и растительность. Противопожарный разрыв может быть заменён полосой, очищенной от валежа, сучьев, хлама, шириной не менее 20-25 м.

В лесных биогеоценозах около озёр осуществляют работы по уходу за насаждениями, охране от вредителей и болезней, по очистке лесных насаждений от захламленности, мусора. На склоновых участках, на эродированных землях около озёр проводят противоэрозионные мероприятия.

Причиной высокой степени деградации почвенного покрова и ухудшения состояния лесных биогеоценозов является отсутствие жесткого контроля въезда в лесные угодья, низкий уровень рекреационного устройства, высокая интенсивность посещения населением, развитие инфраструктуры.

По мере увеличения продолжительности рекреации и ее интенсивности устойчивость лесных экосистем ухудшается. Исчезает травянистая растительность и лесная подстилка, уничтожается подрост и подлесок, у деревьев уменьшается средняя высота

и снижается радиальный прирост, появляется суховершинность, увеличиваются механические повреждения, снижается полнота, уменьшается сомкнутость, насаждение постепенно изреживается и погибает. Мероприятия должны быть нацелены на восстановление нарушенных природных комплексов, формирование устойчивых коренных экосистем и создание благоприятных условий для регулируемого туризма и отдыха.

Проводимые лесоводственные мероприятия в защитных лесных насаждениях должны обеспечивать формирование продуктивного и устойчивого древостоя, способствовать развитию благонадежного подроста и подлеска, а также формированию богатого живого напочвенного покрова, сохранение биоразнообразия лесов.

При проведении природоохранных мероприятий учитываются лесорастительные условия, биоэкология произрастающих древесных и кустарниковых пород, интенсивность антропогенного воздействия, рельеф участка и экспозиция склона, устойчивость деревьев к опасным болезням.

В сосновых насаждениях следует сохранять и содействовать формированию благонадежного подроста. Содействие естественному возобновлению леса должна включать уход за подростом и самосевом ценных пород, рыхление почвы на вытопанных участках. При необходимости нужно производить посев и посадку саженцев основных лесообразующих и подлесочных пород.

Чистые сосновые культуры, которые распространены в районе исследования, часто являются пожароопасными. Они способствуют повышению пожароопасности и близлежащих территорий, появлению очагов болезней и насекомых-вредителей. В наибольшей степени водорегулирующие, почвозащитные, санитарно-гигиенические, эстетические функции выполняют смешанные лесные насаждения. Следует создавать смешанные лесные культуры из хвойных и лиственных пород кулисами, формировать сложные фитоценозы со вторым ярусом и почвозащитным подлеском. Это будет способствовать более длительному таянию снега под пологом леса и меньшей промерзаемости

почвы, снижению пожарной опасности. Следует вводить в подлесок кустарники, они способствуют закреплению откосов, повышению плодородия почв, их водопроницаемости. Особенно важен хороший подлесок в насаждениях, где они имеют водорегулирующие и почвозащитное значение. Образование развитой подстилки усиливает противоэрозионную роль лесов. Формирование смешанных культур позволяет в дальнейшем формировать устойчивые против грибных болезней и энтомовредителей лесные фитоценозы.

Лесные фитоценозы лесопарка «Лебяжье» выполняют множество экологических функций и имеют санитарно-гигиеническое, эстетическое значение. Важно сохранение целостности и своеобразия ландшафтов акваторий озер, растительности и животного мира; создание условий для полноценного туристического и экскурсионного отдыха, ознакомления с природой; внедрение оптимального режима рекреационного использования природного комплекса; организация охраны природных комплексов и использование их в рекреационных, просветительских и научных целях. Сосновые и березовые насаждения парка являются местом хранения различной флоры и фауны, обладают устойчивостью к рекреации и высокими экологическими свойствами.

Лесоводственные мероприятия. Рубки ухода за лесом осуществляются путем удаления из насаждений нежелательных деревьев и создания благоприятных условий роста лучшим деревьям целевых пород. В лесопарках в ряде насаждений основными объектами ухода являются второй ярус и подрост целевых пород. Рубки формирования для улучшения декоративных качеств существующего ландшафта выполняются за счет уборки отдельных деревьев, обрезки сучьев. При выполнении рубок формирования ландшафтов, доля закрытых ландшафтов уменьшится, а открытых возрастает. Санитарно-оздоровительные работы проводятся с целью улучшения состояния насаждений и повышения их устойчивости против влияния антропогенных факторов. Важны выборочные санитарные рубки в деградирующих насаждениях с отбором сухостойных, усыхающих, поражённых болезнями и вредителями деревьев.

С целью повышения эстетичности ландшафтов осуществляют рубки ухода, когда учитывается функциональная ценность деревьев и кустарников в насаждениях. Под пологом леса с низкой полнотой целесообразно введение подлеска из теневыносливых пород. Необходимо сохранить на участках рубок определенное количество старых, сухостойных деревьев, валежа, ветровала. Это способствует сохранению местообитания животных и птиц, мхов, лишайников, грибов, насекомых и микроорганизмов. На открытых местах, вытоптанных участках после рыхления можно произвести посев трав.

Регулирование посещаемости и благоустройство рекреационных территорий. Сосновые и березовые леса проявляют различную устойчивость к рекреационным нагрузкам. Для предотвращения деградации под влиянием антропогенного воздействия необходимы лесохозяйственные мероприятия, которые включают рубки формирования и посадки декоративных растений. По данным Андреева Н.В. (2002), следует регулировать численность отдыхающих на участках леса на уровне предельно допустимых рекреационных нагрузок – до 2 чел./га в сутки. Можно ввести ограниченный срок пребывания людей на природе, рациональное зонирование территории, которое подразумевает перевод менее устойчивых участков в зону более строгого режима, а более устойчивых – в зону интенсивного отдыха.

Исследования Андреева Н.В. (2002) показали, что благоустроенный лес, меньше подвержен отрицательным воздействиям со стороны человека. Работы по благоустройству проводятся в первую очередь в зонах с высокой рекреационной нагрузкой. При этом не нарушаются естественные условия среды, сохраняется природный комплекс. Благоустройство рекреационных лесов дополняет привлекательность природных ландшафтов и является одним из условий повышения эстетического воздействия их на отдыхающих. Проводят:

- устройство и ремонт дорожно-тропиночной сети, подъездных путей и стоянок для транспорта. Дорожки необходимо прокладывать по самым интересным элементам ландшафта, а также они должны обеспечить доступ к живописным, до-

стопримечательным местам и видовым точкам. Их можно отграничить живыми изгородями, используя низкорослый кустарник переносящий стрижку. В условиях повышенной рекреационной нагрузки дорожки покрываются твердым покрытием. Для этих целей часто применяют сплошную засыпку дороги опилками.

- устройство площадок для отдыха, игр, мест, для установки палаток и разведения костров. Для кратковременного отдыха целесообразно выбирать места в уютных затененных уголках, а для более длительного отдыха лучше организовывать на опушках, полянах, у водоемов. Территория, отведенная для палаток, должна быть выбрана таким образом, чтобы палатки наиболее гармонично вписывались в лесной пейзаж. Места установки палаток должны быть постоянными. Выход из палаток следует направлять в сторону поляны или дороги.

- в местах въезда и выезда необходимо установить указатели и аншлаги, с перечислением правил отдыха у лесных озер и в лесу. Правила должны содержать пункты, предупреждающие, природоохранные и запрещающие все виды деятельности, наносящие ущерб лесу.

- устройство видовых, обзорных площадок и точек.

- установка малых архитектурных форм. Хорошо вписывается в лесной пейзаж уютные сиденья из пней. Также можно рационально использовать природные камни, глину, грубо обработанную древесину, такие сооружения наиболее прочны и лучше сочетаются с природной средой. Декоративные скульптуры украшают лес и привлекают к себе внимание отдыхающих.

В прибрежных территориях озер Глубокое и Лебяжье важно проводить периодический мониторинг состояния почвенного покрова и лесных фитоценозов. При этом изучают степень деградации почв, продуктивность, санитарное состояние, биологическое разнообразие растительности, животный мир. Организация экологического мониторинга сопровождается с экологическим просвещением населения, разработкой мер по охране и рациональному использованию почвенных, растительных и животных ресурсов прибрежных территорий озер города Казани.

ВЫВОДЫ

1. В прибрежной территории озер Лебяжье и Глубокое сформировались лесные экосистемы с разнообразными кустарниковыми и травянистыми растениями. Сосновые и березовые насаждения произрастают по I–Ia классам бонитета, они продуктивные. В сосновом насаждении пробных площадей абсолютно преобладают здоровые деревья – без признаков ослабления (63-75% от общего количества сосны обыкновенной), в березовом насаждении – 74% здоровых деревьев. В молодых насаждениях сосны вследствие высокой рекреации возрастает доля ослабленных деревьев, что приводит к дигрессии сосняков.

2. Сосновые и березовые фитоценозы произрастают на дерново-подзолистых, типично-подзолистых и бурых лесных песчаных почвах. Песчаные подзолистые почвы формируются в основном в условиях периодического избыточного увлажнения профиля. Влияние оказывают промывной тип водного режима поверхностных горизонтов, высокое содержание агрессивных органических кислот, кислая среда. В почвах характерны: низкое содержание гумусовых веществ (1,5-2%), высокая кислотность, малая обеспеченность элементами питания. В лесной подстилке (4-6 см) наблюдается значительное концентрирование корней растений. Между подстилкой и минеральной частью почвы часто имеется органо-минеральный горизонт АОА1.

3. Формированию песчаных бурозёмов лесных экосистем способствуют хорошая аэрация, высокая водопроницаемость их профиля. Содержание гумуса в горизонте А1 бурых лесных почв составляет в среднем 2,8-3,5%, убывая с глубиной до 0,3-0,2%. Бурозёмообразование в рассматриваемых почвах протекает при кислой среде. В бурых лесных почвах отмечается аккумуляция глинистых частиц в верхних горизонтах. Характерно постепенное снижение содержания физической глины и иловатых частиц с глубиной по профилю данных почв. В гранулометрическом составе изученных бурых лесных почв преобладают песчаные фракции. В подстилающих породах, которые представлены в основном элювием пермских пород, возрастает содержание илистых частиц и физической глины. В

гумусовом горизонте бурозёмов отмечается биогенное накопление обменных оснований, подвижного фосфора и калия. Накопление элементов питания в верхних корненасыщенных горизонтах почв благоприятно сказывается на росте растений.

4. Вследствие рекреационной нагрузки в сравнении с невытоптанymi участками на вытоптаных мощность горизонта А0 снижается с 5 – 6 см до 1 – 3 см. На фоновых ландшафтах запас лесной подстилки равен от 55 до 78 т/га, что связано со значительным участием в формировании подстилки зеленых мхов, образующих слаборазложившуюся сухоторфянистую массу. Плотность сложения горизонта А0 фоновых участков составляет $0,12 - 0,15 \text{ г/см}^3$, увеличиваясь на участках деградации до $0,45 - 0,55 \text{ г/см}^3$. 5. Значения плотности сложения бурых песчаных лесных почв фоновых ландшафтов (табл. 6) в гумусовом горизонте равны $1,10 - 1,27 \text{ г/см}^3$, увеличиваясь в нижних горизонтах до $1,55 - 1,60 \text{ г/см}^3$. Аналогичные значения плотности почв (табл. 7) при суши зон 1. Во второй зоне этот показатель увеличивается до $1,29 - 1,31 \text{ г/см}^3$, в зонах 3 и 4 – $1,43 - 1,48 \text{ г/см}^3$, в зоне 5 – до $1,63 \text{ г/см}^3$. Слой 0- 5 см уплотняется больше слоя 5 -10 см. Таким образом, в зонах сильной деградации верхний слой почвы по сравнению с ненарушенными участками становится плотнее на $0,33 - 0,51 \text{ г/см}^3$, т.е на 33- 46 % от первоначального значения. С глубиной наблюдается выравнивание величин плотности почвы. Влияние рекреации на почвы в 3 и 4 зонах наблюдается до глубины 15 см, а в зоне 5 – до глубины 25 см.

6. Вместе изменением плотности почвы изменяется и ее порозность. Для горизонта А1 ненарушенной почвы общая порозность составляет 54-58% для слоя 0 -5 см и 48 – 51 % для слоя 5 – 10 см. (рис. 7). В третьей и четвертой зонах деградации этот показатель соответственно равен 42 – 44 % (0 – 5 см) и 44 – 46 % (5 -10 см). Наименьшие величины общей порозности присущи зоне 5 – 37 % и 38 % в среднем для верхних слоев. На сильно деградированных участках мощность гумусового горизонта уменьшается, а на тропах вдоль берега покрывается слоем переветренного песка (1- 2 см).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокие рекреационные нагрузки часто негативно отражаются на состоянии лесных биогеоценозов. Поэтому важен экологический мониторинг лесных земель, что позволит оценить состояние растительности и почв лесных экосистем и прогнозировать их развитие как в естественных условиях, так и при антропогенном вмешательстве. Такая работа более эффективна в масштабах региона с программами мониторинга почв лесных биогеоценозов и с участием специалистов всех отраслей лесной науки. Проводимые исследования помогут будущим специалистам лесного хозяйства и экологии глубже понять внутренние закономерности жизни лесных сообществ, расширять их знания об окружающей среде.

Лесные почвы являются субстратом для произрастания фитоценоза и снабжают его элементами питания. Они выполняют огромные экологические функции в биосфере: служат важными поглотителями многих химических загрязняющих веществ природы, участвуют в регулировании концентрации газового состава приземных слоев атмосферы. В то же время почва – это очень легко повреждаемый и разрушаемый компонент биосферы. При относительно слабых изменениях свойств почва способна самовосстанавливаться, что особенно свойственно лесным экосистемам. Более длительные и глубокие повреждения почвенного покрова могут привести к негативным последствиям: химическому загрязнению, физической деградации или полному уничтожению. А это, в свою очередь, отражается на устойчивости лесных сообществ и здоровье людей. Поэтому почва требует самого бережного, научно обоснованного использования и охраны. Последнее возможно при всестороннем изучении почв и постоянном контроле за её состоянием. Важно выявить пределы устойчивости каждого типа лесных биогеоценозов к различным антропогенным воздействиям и своевременно реагировать на существенные изменения показателей характеристики компонентов биогеоценозов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. - 656 с.
- Александрова, А.Б. Красная книга почв Республики Татарстан / А.Б.Александрова, Н.А.Бережная, Б.Р.Григорьян, Д.В.Иванов, В.И.Кулагина. Под ред. Д.В.Иванова. – 1-е.изд. – Казань: Изд-во «Фолиант», 2012. – 192 с.
- Аммосова Я.М., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Охрана почв от химических загрязнений. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 96 с.
- Антанайтис, В.В. Организация и ведение лесного хозяйства на почвенно-типологической основе / В.В.Антанайтис, Р.П.Далвутас, Ю.Ф.Мажейка. – М.: Агропромиздат, 1985. - 201 с.
- Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. - 487 с.
- Ахтырцев, Б.П. Серые лесные почвы Центральной России / Б.П. Ахтырцев. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. - 232 с.
- Бажин, О.Н. Особенности роста и продуктивность древостоев искусственных насаждений сосны и ели в разных почвенно-экологических условиях Предкамья Республики Татарстан: автореф.дис. ... канд.с.-х.наук: 06.03.03/ Бажин Олег Николаевич. - Йошкар-Ола, 2004. - 23 с.
- Беккер А.А., Агаев Т.Б. охрана и контроль загрязнения природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 286 с.
- Бобровский, М.В. Лесные почвы Европейской России: биологические и антропогенные факторы формирования / М.В. Бобровский. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 359 с.
- Богатырев, Л.Г. Биологический круговорот и его роль в почвообразовании. Уч. пос. / Л.Г.Богатырев, И.М.Рыжова. - М.:Изд-во МГУ, 1994. – 80 с.
- Бондарёв, А.Г. Агрофизический блок в моделях плодородия почв, приёмы управления / А.Г.Бондарёв, И.В.Кузнецова // Бюл. Почв. ин-та им. В.В.Докучаева. 1988. – Вып.48. – С.55-58.

Булыгин, Н.Е. Дендрология: учебник/ Н.Е.Булыгин, В.Т.Ярмишко. 3-е изд., стереотип. – М.:МГУЛ, 2002. – 528 с.

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

Верхунов, П.М. Таксация леса: учебное пособие / П.М. Верхунов, В.Л.Черных. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. - 396 с.

Винокуров, М.А. Почвы Татарии / М.А.Винокуров, А.В.Колоскова, А.Ш.Фаткуллин и др. - Казань: Изд-во КГУ, 1962. - 420 с.

Винокуров, М.А.Гумус почв Волжско-Камской лесостепи и его роль в плодородии/М.А.Винокуров, А.В.Колоскова, Г.И.Сперанская, К.Ш.Шакиров. Казань: Издательство Казанского университета, 1972.- 132 с.

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

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

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

Газизуллин, А.Х. Почвоведение: Общее учение о почве: учеб.пособие / А.Х.Газизуллин. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 484 с.

Газизуллин А.Х. Буроземообразование и псевдоподзоливание в почвах лесов Среднего Поволжья и Предуралья / А.Х.Газизуллин, А.Т.Сабилов–Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. – 204 с.

Галиуллин И.Р., Сабиров А.Т. Почвенно-экологические условия произрастания лесомелиоративных насаждений Предкамья Республики Татарстан //

Молодые ученые – агропромышленному комплексу.– Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2004. – С. 154-158.

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

Гимадеев, М.М. Экологический энциклопедический словарь / М.М. Гимадеев, А.И.Щеповских. Под ред. М.М.Гимадеева. – Казань: Природа, 2000. - 544 с.

Голованов, А.И. Ландшафтоведение / А.И.Голованов, Е.С.Кожанов, Ю.И.Сухарев. – М.: КолосС, 2006 – 216 с.

Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2018 году. – Казань, 2019. -400 с.

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

Деградация и восстановление лесных почв: Сб. науч. тр. / Ин-т почвоведения и фотосинтеза АН СССР. – М.: Наука, 1991. – 280 с.

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

Дмитриев, Е.А. Математическая статистика в почвоведении / Е.А.Дмитриев. – М.: Изд-во МГУ, 1972. – 292 с.

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

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

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.

Зонн, С.В. Влияние леса на почвы / С.В. Зонн. – М: Изд-во АН СССР, 1954. – 160 с.

Зонн, С.В. Почвенная влага и лесные насаждения / С.В. Зонн. - М: Изд-во АН СССР, 1959. - 198 с.

Зонн, С.В. Почва как компонент лесного биогеоценоза / С.В.Зонн. // Основы лесной биогеоценологии. – М., 1964. – С. 372 - 457.

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

Калиниченко Н.П., Зыков И.Г. Противоэрозионная лесомелиорация. – М.: Агропромиздат, 1986. – 279 с.

Карасев, В.Н. Урбоэкология и мониторинг городских зеленых насаждений: учебное пособие/В.Н.Карасев, М.А.Карасева. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2009. - 184 с.

Карпачевский, Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе / Л.О. Карпачевский. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 312 с.

Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. – М.: Лесн. пром-сть, 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.

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

Ковда, В.А. Проблемы защиты почвенного покрова и биосферы планеты / В.А.Ковда – Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. – 156 с.

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

Колбовский, Е.Ю. Ландшафтоведение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Е.Ю.Колбовский. – 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 480 с.

Колобов, Н.В. Климат Среднего Поволжья / Н.В. Колобов. – Казань: Изд-во Казан.ун-та, 1968. – 252 с.

Колоскова, А.В. Агрофизическая характеристика почв Татарии / А.В. Колоскова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1968.– 386 с.

Копосов, Г.Ф. О генезисе дерново-карбонатных почв / Г.Ф.Копосов. // Почвоведение. - 1981. - №4. - С. 3-15.

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

Курбанов, Э.А. Углерододепонирующие насаждения Киотского протокола: монография/Курбанов Э.А. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2007. – 187 с.

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

Лесной кодекс Российской Федерации. Комментарии: изд. 2-е, доп./ Под общ. Ред. Н.В. Комаровой, В.П. Рощупкина.– М.: ВНИИЛМ, 2007. - 856 с.

Лукьянчиков, Н.Н. Экономика и организация природопользования: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 521600 «Экономика» / Н.Н. Лукьянчиков, И.М. Потравный. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 591 с.

Лямеборшай, С.Х. Основные принципы и методы экологического лесопользования / С.Х.Лямеборшай. - ВНИИЛМ, 2003. - 296 с.

Мальков, Ю.Г. Мониторинг лесных экосистем: Учебное пособие / Ю.Г.Мальков, В.А.Закамский. –Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 212 с.

Мигунова, Е.С. Леса и лесные земли / Е.С.Мигунова. М.: Экология, 1993. - 364 с.

Микроорганизмы и охрана почв / Под ред. Д.Г.Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 206 с.

Милюков, Ф.Н. Природные зоны СССР / Ф.Н.Милюков. - М.: Мысль, 1977. - 293 с.

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

Национальный стандарт РФ ГОСТ Р.7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. №811-ст.).

Николайкин, Н.И. Экология: учеб для вузов. – 4-е изд., испр. и доп./ Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П.Мелехова – М.: Дрофа, 2005.– 622 [2] с.

Никонов, М.В. Лесоводство: Учебное пособие / М.В.Никонов. - СПб.: Издательство "Лань", 2010. - 224 с.

Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. - М.; Мир, 1975.- 740 с.

Орлов, А.Я. Почвенная экология сосны / А.Я. Орлов, С.П.Кошельков. - М.: Наука, 1971 - 323 с.

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

ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. - М.: Изд-во ЦБНТИлесхоз, 1984.- 60 с.

Побединский, А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов/А.В. Побединский -М.: Лесн. пром-сть, 1979. - 174 с.

Пономарева, В.В. Гумус и почвообразование / В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова.- Л.: Наука, 1980. - 222с.

Попова, О.С. Древесные растения лесных, защитных и зеленых насаждений: учебное пособие / О.С.Попова, В.П.Попова, Г.У.Харитоновна. –СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 192 с.

Попова, Э.П. Азот в лесных почвах / Э.П. Попова. - Новосибирск: Наука, 1983. - 137 с.

Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов и др. Под ред. И.С. Кауричева. - М.: Агропромиздат, 1989. - 719 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.

Программа и методика биогеоценологических исследований // Под ред. В.Н.Сукачева, Н.В.Дылиса. – М.: Изд-во «Наука», 1966. – 334 с.

Разнообразие и динамика лесных экосистем России. В 2-х кн.//А.С.Исаев (ред). Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН.- М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012.- Кн.1-461 с., 2013.–Кн.2-478 с.

Рогова, Т.В. Г.А. Атлас сосудистых растений Татарстана / Т.В. Рогова, В.Е.Прохоров, М.Б.Фардеева, Г.А.Шайхутдинова. – Казань: Изд-во «Идель-Пресс», 2008 .-304 с.

Родман, Л.С. Ботаника с основами географии растений / Л.С.Родман. – М.: КолосС, 2006. – 397 с.

Родин, А.Р. Лесные культуры: учебник / А.Р.Родин.-3-е изд., испр. и доп.- М.:ГОУ ВПО МГУЛ, 2006.- 318 с.

Розанов, Б.Г. Морфология почв / Б.Г. Розанов.- М.:Изд-во МГУ, 1983. - 320 с.

Романов, Е.М. Экология: экологический мониторинг лесных экосистем: учебное пособие/ Е.М. Романов, О.В. Малюта, Д.Е. Конаков, И.П.Курненко, Н.Н.Гаврицкова. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 236 с.

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

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

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

Сабиров, А.Т. Почвенно-экологические факторы формирования прибрежных лесов. Наследие И.В.Тюрина в современных исследованиях в почвоведении: Материалы Международной научной конференции. Казань, 15-17 октября 2013 г./ А.Т.Сабиров, Д.С.Жубрин, Р.А. Ульданова. – Казань: Изд-во «Отечество» , 2013. С. 148-151.

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

Сабиров, А.Т. Экологическая оценка эрозионных ландшафтов с использованием космических снимков / А.Т.Сабиров, И.Р.Галиуллин, С.Н. Кокутин, Е.Р.Колесникова //Вестник Казанского ГАУ.-2007.-№1(5).-С. 74-79.

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

Спурр, С.Г. Лесная экология: пер. с 3-го англ.изд./С.Г.Спурр, Б.В.Барнес. Под ред.С.А.Дыренкова. М.:Лесная пром-сть, 1984. - 480 с.

Сукачев, В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Избранные труды / В.Н.Сукачев. – Л.: Наука, 1972. - 420 с.

Теоретические основы и опыт экологического мониторинга/Под ред. В.Е.Соколова, Н.И.Базилевич. – М.: Наука, 1983. – 254 с.

Тюрин, И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии / И.В.Тюрин. М.: Наука, 1965. - 320 с.

Тюрин, И.В. Вопросы генезиса и плодородия почв / И.В.Тюрин. – М.: Наука, 1966. – 288 с.

Уильям Х. Смит. Лес и атмосфера/Пер. с англ. Н.Н.Наумовой; Под ред. А.С.Керженцева. – М.: Прогресс, 1985. – 430 с.

Хайретдинов А.Ф. Рекреационное лесоводство / А.Ф.Хайретдинов, С.И.Конашова. – М.: МГУЛ, 2002. – 308 с.

Харитонов, Г.А. Водорегулирующая и противоэрозионная роль леса в условиях лесостепи / Г.А. Харитонов. - Москва: Гослесбумиздат, 1963.-76 с.

Харченко Н.А. Биология зверей и птиц: Учебник для студ высш. учеб. заведений / Н.А.Харченко, Ю.П.Лихацкий, Н.Н.Харченко. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 384 с.

Харченко, Н.А. Экология: учебник / Н.А. Харченко, Ю.П. Лихацкий. 2-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 399 с.

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

Шакиров, К.Ш. Влияние различных лесных насаждений на почвообразовательный процесс/К.Ш.Шакиров.-Казань:Изд-во КГУ, 1961.-63с.

Шакиров, К.Ш. Почвы широколиственных лесов Предволжья / К.Ш. Шакиров, П.А. Арсланов. – Казань: Издательство КГУ, 1982. - 176 с.

Щетинский, Е.А. Охрана лесов: Учебник / Е.А. Щетинский. М.: ВНИИЛМ, 2001. – 360 с.

Dang, Q.L. Ecophysiological response to interacting effects of drought and nitrogen, and reversibility of drought effect in peatland and upland boreal spruce / Q.L.

Dang, T.B. Patterson, R.D. Guy // Disturbance in Boreal Forest Ecosystems: Human Impacts and Natural Processes: Proceedings of the International Boreal Forest Research Association 1997 Annual Meeting, August 4-7. - Duluth, Minnesota, USA. - 1997. - P.187 – 203.

Ehvald, E. Bodenkunde / E. Ehvald, G. Muller, G. Rueter. - Ber.: VEB., Detsch. Landwirtsch. Verlag. - 1979. - 383 s.

Fielder, Y.-J. Geologische Grundlagen der Bodenkunde und Standortlehre /Y.-J. Fielder, W. Hunger. - Dresden Verlag Theodor Steinropff. - 1970. - 382 s.

Frommhold, Heinz. Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern / Frommhold Heinz. – Potsdam : Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Presse - und Öffentlichkeitsarbeit; Eberswalde : Landesforstanst. 2002. – 232 s.

Hormann, G. Über Beziehungen zwischen Vegetationseinheit, Humusform, C/N Verhältnis und pH-Wert des Oberbodens in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tiefland /G.Hormann//Arch.Forstw.-1968.-Bd.17.№8.P.845-855.

Millar, C.I. Conservation of diversity in forest ecosystems / C.I.Millar, F.T.Ledig, L.A.Riggs // Forest Ecol. Manag. - 1990. - Vol. 35. № 12. - P.1-4

MacIsaac, D.A. Forest Ecosystem Research Network of Sites (FERNS)/ D.A.MacIsaac, J.Wood //Disturbance in Boreal Forest Ecosystems: Human Impacts and Natural Processes:Proceedings of the International Boreal Forest Research Association 1997 Annual Meeting, August 4-7.Duluth,Minnesota,USA.-1997.-P.99-103

Mikael Noren. Survey of woodland key habitats / Mikael Noren // Disturbance in Boreal Forest Ecosystems: Human Impacts and Natural Processes: Proceedings of the International Boreal Forest Research Association 1997 Annual Meeting, August 4-7. - Duluth, Minnesota, USA. - 1997. - P. 96-98.