

На правах рукописи



Мартынова Мария Викторовна

**УСТОЙЧИВОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ
В ЗЕЛЕННЫХ, ЛЕСОПАРКОВЫХ ЗОНАХ И ГОРОДСКИХ ЛЕСАХ
ЮЖНОГО УРАЛА**

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры,
агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени доктора
сельскохозяйственных наук

Уфа – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ).

Научный консультант **Султанова Рида Разябовна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»

Официальные оппоненты **Залесов Сергей Вениаминович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», заведующий кафедрой лесоводства

Колтунова Александра Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», профессор кафедры лесоведения и ландшафтного строительства

Маленко Александр Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой лесного хозяйства

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Защита состоится «29» марта 2023 г. в 11:00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.381.02. при ФГБОУ ВО «СПбГЛТУ им. С.М. Кирова» по адресу: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д.5, литер. У. Зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «СПбГЛТУ им. С.М. Кирова» и на сайте <https://spbftu.ru/dissertation-councils/dissertation-116>

Автореферат разослан «_____» _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
д-р с.-х. наук, профессор

Жигунов Анатолий Васильевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Изменения климата, продолжающаяся деградация окружающей среды при росте городского населения планеты в сочетании с ресурсоемким образом жизни ставит перед лесной отраслью задачи по выявлению вариантов более эффективного развития охраны, защиты, воспроизводства и многофункционального использования лесов. Стратегический подход к использованию лесов определяет оценка его продуктивности и повышение устойчивости лесных экосистем (IUFRO..., 2020). Все показатели влияния леса на климат, гидрологический режим, почвообразовательные процессы, санитарно-гигиенические свойства, рекреационную пригодность территории его произрастания можно с уверенностью интерпретировать как экологическую продуктивность леса, обеспечивающую необходимые условия жизни и здоровья жителей городов и населенных пунктов. Без участия лесных экосистем невозможно решить проблемы урбанизированных территорий – загрязнение атмосферы, почвы, водных объектов, усиление парникового эффекта и др. Совершенствование региональных нормативов выделения, ведения хозяйства в лесах зеленой, лесопарковой зоны и городских лесах Южного Урала при ограниченности лесных ресурсов и интенсивном освоении лесов урбанизированных территорий является научной проблемой, имеющей важное хозяйственное значение.

Актуальность работы связана с необходимостью обоснования системы организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на устойчивое лесопользование в условиях роста городского населения и угрозы возникновения необратимых процессов в функционировании лесных экосистем, с предварительным мониторингом лесов зеленых, лесопарковых зон и городских лесов, в том числе с применением ГИС-технологий.

Степень разработанности темы исследования. В рамках исследования изучены количественные и качественные показатели лесов зеленой, лесопарковой зоны и городских лесов Южного Урала, в том числе во взаимосвязи с антропогенной нагрузкой, оценкой их трансформации с применением ГИС-технологий и разработкой предложений по совершенствованию ведения хозяйства в этой категории лесов на основе мирового и отечественного лесохозяйственного опыта.

Разработанные В.И. Обыденниковым (1995), С.В. Залесовым (2000), И.С. Мелеховым (2005), системы повышения древесной продуктивности леса являются основой ведения хозяйства в эксплуатационных лесах. Значительный научный вклад в развитие рекреационного лесоводства внесли А.Ф. Хайретдинов, С.И. Конашова (2002), Л.П. Рысин (2007), А.В. Грязькин, А.А. Кочкин, А.Н. Прокофьев и др. (2020). Имеются разработки по оценке рекреационных территорий целых регионов в трудах А.В. Данчевой (2011), Х.Г. Мусина (2013), Н.Н. Харченко, С.С. Морковиной, Н.Е. Косиченко и др. (2017). Само понятие экологической и рекреационной составляющей в производительности леса появилось давно, но особого выделения и интеграционной оценки эти функции леса, по мнению С.К. Фарбера,

В.А. Соколова, О.П. Втюриной и др. (2014), Д.В. Веселкина, В.А. Галако, В.Э. Власенко и др. (2015), заслужили в последнюю сотню лет из-за возникновения проблем как в сфере социально-экономического развития общества, так и на самых различных уровнях планетарных процессов. В научно-практической сфере использования лесов накоплен огромный эмпирический материал. Это можно отметить по работам Т.Б. Сродных (2006), З.Я. Нагимова, И.В. Шевелиной, Д.Н. Нуриева и др. (2019). Результаты исследований различных аспектов роста и развития городских насаждений отражены в работах С.И. Конашовой (2000), T.L.E. Trammell, B.P. Schneid, M.M. Carreiro (2011), L. Drössler, N. Fahlvik, B. Elfving (2013), Е.В. Нешатаевой, В.Ф. Ковязина (2013), А.И. Колтуновой, Н.Н. Макаровой (2014) и др. Оценка состояния лесов, влияния их на среду произрастания и последствий активного использования шла по разным направлениям: во взаимосвязи с почвой (Gao, Markkanen, Backman and oth., 2014; Ковязин, Мартынов, 2014) и корневыми системами деревьев (Рахтеенко, 1952; Onuchin, 2008; Beyer, Hertel, 2013; Zhang, Chen Li, 2014), с древостоем (Грязькин, Петрик, Смертин, 2011; Tomlinson, Sterck, 2012; Веселкин, 2015). Однако остаются нерешенными отдельные вопросы мониторинга и организации зеленых, лесопарковых зон и городских лесов, имеются трудности в экономической оценке экологических функций леса. Перспективным научным направлением является мониторинг лесов с применением ГИС-технологий, предложения по совершенствованию которого представлены в публикациях Р.Х. Гиниятуллина (2019), З.З. Рахматуллина, И.Р. Рахматуллиной, А.К. Габделхакова и др. (2019), А.С. Алексеева, Д.М. Черниховского (2020) и др.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является обоснование системы лесохозяйственных мероприятий по развитию устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах Южного Урала на основе лесоводственно-таксационной и ландшафтной оценки насаждений, в том числе с применением ГИС-технологий. Для достижения поставленной цели исследований было необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ организации и состояния лесов зеленых, лесопарковых зон и городских лесов Южного Урала на территории Республики Башкортостан, в том числе по спутниковым снимкам; рассчитать нормативную площадь зеленой зоны.

2. Выявить особенности структуры управления лесами зеленой, лесопарковой зоны и городскими лесами, правового режима, законодательной основы их выделения и ведомственной принадлежности.

3. Рассчитать объем депонирования углерода биомассой хвойных и лиственных лесов, дать экономическую оценку экологических функций леса; разработать шкалу оценки освоенности территории рекреационной деятельностью и выделить дополнительные поправочные коэффициенты для расчета арендной платы при освоении лесов в целях рекреации.

4. Провести мониторинг лесов и насаждений общего пользования с использованием методов лесной и ландшафтной таксации, дистанционного зондирования с расчетом вегетационных индексов NDVI и ARVI.

5. Оценить степень дигрессии лесов при антропогенном воздействии по размеру радиального прироста, биометрическим показателям ассимиляционного и репродуктивного аппарата хвойных и лиственных древесных пород.

6. Изучить эдафические условия зеленой и лесопарковой зоны, городских лесов, оценить реакцию почв на антропогенную нагрузку.

7. Выделить критерии и параметры формирования «лесопаркового зеленого пояса». Разработать концепцию устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах.

Диссертация выполнена по тематике научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения, зарегистрированных в Единой государственной информационной системе учета «Оптимизация воспроизводства, целевого использования, охраны лесов и их оценка на основе ГИС-технологий» (номер регистрации АААА-А20-120063090027-8), при поддержке гранта Министерства образования и науки Республики Башкортостан НОЦ-РМГ-2022 для поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых.

Научная новизна. Результаты диссертационных исследований и выполненный анализ мирового и отечественного опыта позволяют расширить знания об особенностях выделения, территориального размещения, лесоводственно-таксационных и ландшафтных показателях лесов зеленых, лесопарковых зон и городских лесов и мероприятиях по повышению продуктивности и эффективности их использования. Такие знания важны для решения задач лесного хозяйства, а также для лесной и ландшафтной таксации. Произведен расчет объема депонирования углерода биомассой хвойных и лиственных насаждений лесов лесного фонда. Разработана шкала оценки освоенности территории рекреационной деятельностью и выделены дополнительные коэффициенты к расчету арендной платы при освоении лесов в целях рекреации. Впервые для Южного Урала продемонстрированы возможности применения ГИС-технологий в мониторинге лесов (снимков Landsat-5 и Landsat-8) для выявления трансформации типов подстилающей поверхности городских лесов с 1987 г. На примере модельных насаждений изучена реакция лесов, эдафических факторов среды на антропогенную нагрузку и внесение удобрений. Разработанные нормативы «рекреационно-ландшафтного ухода», создания культур ели, критерии и параметры формирования «лесопаркового зеленого пояса» направлены на развитие устойчивого многофункционального лесопользования.

Теоретическая и практическая значимость.

1. Теоретические результаты исследований диссертационной работы изложены в учебнике: Султанова Р.Р., Мартынова М.В. Основы рекреационного лесоводства, Санкт-Петербург: Лань, 2018 (2-ое изд. 2021 г.); в учебном пособии: Султанова Р.Р., Хайретдинов А.Ф., Мартынова М.В. Оптимизация рекреационного лесопользования, Уфа: БГАУ, 2015; внедрены в учебный процесс подготовки обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры направлений подготовки «Лесное дело», «Ландшафтная архитектура» в ФГБОУ

ВО: «Башкирский государственный аграрный университет», «Воронежский лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».

2. Выявлены объемы депонирования углерода, его запаса и годичной абсорбции биомассой хвойных и лиственных насаждений; определена экономическая оценка экологических функций леса. Результаты вошли в разделы №№ 3 и 6 Лесного плана Республики Башкортостан (далее РБ, утвержден Указом Временно исполняющего обязанности Главы РБ от 27 декабря 2018 г. № УГ-340), что подтверждено документально Министерством лесного хозяйства РБ и Академией наук РБ.

3. Разработана шкала оценки освоенности территории рекреационной деятельностью и выделены дополнительные поправочные коэффициенты для введения в расчет арендной платы при освоении лесов в целях рекреации, что позволит объективно оценивать и ранжировать лесные участки по степени востребованности арендаторами.

4. Дана оценка структуры управления лесами зеленой, лесопарковой зоны и городскими лесами. Определена нормативная площадь зеленых зон.

5. Выделены критерии и параметры формирования «лесопаркового зеленого пояса». Разработана концепция устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах.

Практическая значимость работы подтверждается актами о внедрении результатов научно-исследовательской работы: АНО Институт рационального природопользования (Уфа); ООО «Леспроект» (Санкт-Петербург); ООО НПП «Институт природопользования» (Уфа); ООО «Дуван лес» (Уфа). Выполнен научно-исследовательский проект «Разработка документов стратегического планирования лесопромышленного комплекса РБ»: «Сбор и анализ материалов для разработки лесохозяйственных регламентов» (отчет по НИР № 67/1 от 21.08.2017); «Разработка и согласование проектов лесохозяйственных регламентов» (отчет по НИР № Л4 от 16.10.2017); «Оценка состояния лесов, их использования и определения основных направлений использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в рамках разработки проекта лесного плана РБ; доработка и согласование лесохозяйственных регламентов» (отчет по НИР № Л6/5/1 от 01.02.2018); «Оценка экономической эффективности реализации мероприятий по осуществлению планируемого освоения лесов по лесничествам в рамках разработки лесного плана РБ; согласование лесохозяйственных регламентов» (отчет по НИР № Л9 от 01.06.2018). Выполнен научный проект по гранту Главы Республики Башкортостан молодым ученым за 2020 год (договор № 13ГР от 27.02.2020).

Методология и методы исследования. Исследования лесов зеленых, лесопарковых зон и городских лесов выполнены с использованием совокупности методологических подходов и методик лесоводства, таксации, почвоведения и оценки показателей экологической продуктивности лесов с закладкой постоянных и временных пробных площадей (Площади пробные лесоустойчивые. Метод закладки: ОСТ 56–69–83..., 1984) и детальной инвентаризацией древесно-кустарниковых растений (Методика

инвентаризации..., 1997). Исследования с применением методов ГИС-технологий и дистанционного зондирования выполнены на основе спутниковых снимков Landsat-5 и Landsat-8 и расчета нормализованного вегетационного индекса (NDVI), вегетационного индекса, устойчивого к влиянию атмосферы (ARVI), отражающих уровень фотосинтетической активности и рост насаждений в условиях городской среды. Результаты экспериментальных исследований обработаны с применением программных пакетов Statistica 6.0, ArcGIS, SAGA (ver.2.3.2), QGIS, MapInfo, КОМПАС-3D v16.1, Microsoft Excel и другие. Исследования выполнены на территории лесного фонда РБ и землях населенных пунктов с применением нормативно-правовых и законодательных документов Российской Федерации (далее РФ), Республики Башкортостан, городского округа город Уфа (далее г. Уфа), материалов Министерства лесного хозяйства РБ, Управления коммунального хозяйства и благоустройства Администрации ГО г. Уфа РБ и другие.

Положения, выносимые на защиту:

1. Оценка структуры управления лесами зеленой, лесопарковой зоны и городскими лесами. Особенности организации и состояние лесов зеленых, лесопарковых зон и городских лесов, в том числе по спутниковым снимкам; фактическая и нормативная площадь зеленых зон.

2. Объем депонирования углерода, его запас и годичная абсорбция биомассой хвойных и лиственных насаждений; экономическая оценка экологических функций леса; шкала оценки освоенности территории рекреационной деятельностью; дополнительные поправочные коэффициенты в расчет арендной платы при освоении лесов в целях рекреации.

3. Лесотаксационные, ландшафтные показатели лесов зеленой, лесопарковой зоны и городских лесов, в том числе с использованием ГИС-технологий.

4. Реакция насаждений на антропогенную нагрузку по размеру радиального прироста, биометрическим показателям ассимиляционного и репродуктивного аппарата хвойных и лиственных древесных пород.

5. Основные типы почв зеленой и лесопарковой зоны, городских лесов, реакция почвы на антропогенную нагрузку, влияние удобрений на компоненты леса.

6. Критерии и параметры формирования «лесопаркового зеленого пояса». Концепция устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах.

Степень достоверности и апробация результатов работы.

Достоверность теоретических выводов и разработанных в ходе исследования практических приемов основывается на использовании классических и современных методов оценки природных объектов, экспериментальных исследований и воспроизводимости их результатов, использовании сертифицированного лабораторного и специального оборудования, применении современных статистических методов и прикладных компьютерных программ, репрезентативности выборок объектов, достоверности результатов – не менее 95 %, сопоставимости результатов с данными аналогичных исследований

отечественных и зарубежных авторов, возможности практического использования результатов диссертационной работы при управлении и ведении хозяйства в лесах зеленых и лесопарковых зон, городских лесах.

Результаты исследования доложены и обсуждены на мероприятиях различного уровня – Съезд совета молодых ученых и специалистов вузов МСХ РФ Приволжского ФО (Саратов, 2014, благодарность); Международный молодежный научный аграрный форум «Наука, инновации и международное сотрудничество молодых ученых (Москва-Ульяновск, 2014, сертификат); Международные научно-практические конференции: «Современная наука – агропромышленному производству» (Тюмень, 2014, диплом); «Перспективы инновационного развития АПК» (Уфа, 2014, диплом); Международный конкурс среди студентов и аспирантов высших учебных заведений на лучшую научную работу по вопросам правоприменения в сфере лесного законодательства (Москва, 2014, диплом); V Всероссийский фестиваль науки (Уфа, 2015, диплом); XV Юбилейная всероссийская научная конференция «Совершенствование системы физического воспитания, спортивной тренировки, туризма и оздоровления различных категорий населения» (Сургут, 2016, сертификат); Международные научно-практические конференции: «Аграрная наука в инновационном развитии АПК» (Уфа, 2015, диплом); «Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях» (Саратов, 2016, сертификат); «Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК» (Уфа, 2017, диплом); «Состояние и перспективы развития лесного хозяйства» (Омск, 2017, сертификат); «Экологические и биологические основы повышения эффективности и устойчивости природных и искусственно возобновленных лесных экосистем» (Воронеж, 2018, сертификат); Летняя школа в рамках гранта Erasmus+ (Греция, 2019, сертификат); VII всероссийская научно-техническая конференция «Леса России: политика, промышленность, наука, образование» (Санкт-Петербург, 2022, сертификат).

Личный вклад автора заключается в постановке цели и разработке программы исследований, в проведении всех ее этапов – решении поставленных задач, полевых работ, организации экспериментов, камеральной обработке, интерпретации полученных данных, апробации результатов по тематике исследования с 2010 г. (лично и совместно с соавторами), написании и публикации статей (лично и совместно с соавторами), написании и оформлении рукописи диссертации.

Публикации. Основные положения диссертационной работы представлены в 46 научных трудах, в том числе 10 статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 8 статьях в изданиях, входящих в МБД Web of Science and Scopus, учебнике и учебном пособии.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, восьми глав, заключения, библиографии, приложений. Объем диссертации составляет 382 страницы, включая 85 рисунков и 90 таблиц. Библиографический список состоит из 546 наименований, в том числе 101 зарубежного.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Основные аспекты использования лесов на урбанизированных территориях (состояние вопроса)

Насаждения являются центральным звеном в городских экосистемах, выполняя санитарно-гигиенические, эстетические, эмоционально-психологические и иные функции (Горохов, 2005; Фатиев, Теодоронский, 2011; Гиниятуллин, 2019), влияя на условия городской среды, энергообмен через поглощение солнечной радиации и модуляцию этапа транспирации (Полякова, Уразгильдин, 2013; Головацкая, 2017), участвуя в фильтрации городских воздушных систем и уменьшении ливневого стока (Гладков, 2007; Shackleton, Chinyimba, 2015). Ряд исследователей указывают на значительную социальную (Grahn, Stigsdotter, 2003), экономическую (Tyrväinen, Pauleit, 2005) и эстетическую (Jim, Chen, 2006) роль городской древесно-кустарниковой растительности (Liu, Coops, 2017), что является предметом изучения в ландшафтной архитектуре (Мозолевская, Куликова, 2000; Аткина, 2017) и рекреационном лесоводстве (Хайретдинов, Конашова, 2002; Султанова, Мартынова, 2018). Оценка биологической, лесоводственной и экологической специфики роста и развития растений в условиях промышленного загрязнения городов приведена в работах О.А. Неверовой, Е.Ю. Колмогоровой (2003), Л.Н. Блонской, Н.А. Зотовой (2015), в других трудах – характеристика санитарно-гигиенических свойств, устойчивости лесов к факторам среды (Кулагин, Шагиева, 2005; Майдебур, 2006; Гладков, 2007), отдельными исследователями рассмотрено состояние лесов с позиции «рекреант-лес» (Рысин, 2007; Мусин, 2013). Отмечая все многообразие древесно-кустарниковых видов, используемых в зеленых, лесопарковых зонах и городских лесах, авторы отдают предпочтение липе мелколистной (Султанова, Мустафин, Хайретдинов, 2002; Сейдафаров, Уразгильдин, Зайцев, 2008), различным видам тополей (Семкина, 2008; Коновалов, Луганский, Сродных, 2010), средообразующему влиянию хвойных (Конашова, 2000; Сидоркина, Макаревич, 2015), в меньшей степени рассматривая количественные показатели экологических функций и их экономическую оценку. Организация системы мониторинга устойчивости, степени нарушенности лесов в условиях урбанизации является определяющим фактором при разработке режима ведения хозяйства, направленного на сохранение, повышение средообразующих функций и воспроизводство лесов (Разинкова, 2014; Родин, 2016; Усольцев, Маленко, Азарёнок, 2016; Алексеев, Селиховкин, Ходачек, 2019). В многочисленных публикациях по формированию высокопродуктивных городских лесов и лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов, нет единообразия в определении критериев рубки формирования ландшафта (Азаренок, 1998; Луганский и др., 2008). Вопросы эффективного управления лесами зеленых, лесопарковых зон и городскими лесами при обеспечении их сохранности, биоразнообразия и устойчивого развития остаются дискуссионными и требуют принятия как стратегических, так и практических решений (Нарышева, 2012; Мартынюк, Трушина, Рыкова, 2014; Feltynowski, Kronenberg, Bergier, 2018).

Глава 2. Природные условия и ресурсы Южного Урала

Выгодное географическое и экономическое положение Южного Урала определено характером устройства территории, расположением в глубине материка, близостью Уральских гор и климатическими условиями. Расчлененность рельефа, умеренно-континентальный климат, разнообразие эдафических условий обуславливают наличие различных климатических районов с контрастными, уникальными ландшафтами, в числе которых леса зеленых, лесопарковых зон, городские леса, выступающие элементами многофункционального пользования. Оптимальный климат, большое количество гидрологических, бальнеологических, спелеологических ресурсов, памятников природы, развитая транспортная сеть и инфраструктура способствуют развитию рекреационной деятельности. Однако рост городского населения в регионе и связанное с этим увеличение антропогенных нагрузок на природные экосистемы вызывают необратимые процессы в их функционировании, обостряют экологическую обстановку вблизи городов и крупных промышленных центров.

Глава 3. Программа, методика и объекты исследований

В соответствии с целью, задачами и программными направлениями исследования выполнены по взаимосвязанным блокам. Конечным результатом является концепция устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах, включающая систему организационно-хозяйственных мероприятий и критерии формирования «лесопаркового зеленого пояса» (рисунок 1). Исследования выполнены на землях лесного фонда и населенных пунктах по общепринятым в лесоводстве, лесной и ландшафтной таксации, лесоустройстве и почвоведении методикам. Блок I. Мониторинг лесов, особенности выделения, устройства зеленых, лесопарковых зон и городских лесов проведены на основе лесоустроительных документов, материалов государственного учета лесного фонда (ГУЛФ), государственного лесного реестра (ГЛР), Лесного плана РБ (2008, 2018) и лесохозяйственных регламентов. Нормативная площадь зеленой зоны городов и населенных пунктов рассчитана по ГОСТ 17.5.3.01-78 «Охрана природы. Земли. Состав и размеры зеленых зон городов» и по методикам В.П. Ковтунова (1962), С.В. Белова (1964). Учет посещаемости объектов территорий общего пользования – по методике М.И. Пронина и Н.Н. Гусева (Общесоюзные..., 1992), «Временной методике определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок» (1987).

Реализация Блока II проведена на постоянных и временных пробных площадях (Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки: ОСТ 56-69-83..., 1984; Методика инвентаризации..., 1997) и по методическим подходам и разработкам В.А. Алексеева (1989), Л.П. Рысина (2007) и др. Применены ГИС-технологии и методы дистанционного зондирования Земли, спутниковые снимки Landsat-5, Landsat-8 обработаны в программах ArcGIS, SAGA (ver.2.3.2), выполнен расчет NDVI, ARVI – вегетационных индексов (ВИ).

<p>Блок I. Анализ организации зеленой, лесопарковой зон и городских лесов с использованием законодательных, нормативных и лесоустроительных материалов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценка структуры управления лесами Республики Башкортостан; площадь и размещение лесов зеленой и лесопарковой зон; • сравнение фактического размера площади зеленых зон городов и населенных пунктов республики различных лесорастительных зон с нормативными, рассчитанными по апробированным методикам; • оценка системы озеленения, рекреационного зонирования городских лесов г. Уфы, определение рекреационной нагрузки объектов.
<p>Блок II. Мониторинг лесов с использованием методов лесной и ландшафтной таксации, ГИС-технологий и методов дистанционного зондирования:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лесоводственно-таксационные и ландшафтные показатели лесов, оценка ассортимента древесно-кустарниковых видов; • дешифрирование космоснимков с расчетом вегетационного индекса NDVI, ARVI, оценкой динамики показателей лесов с 1987 г.; • определение радиального прироста, жизненного состояния деревьев <i>Tilia cordata</i> Mill., <i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Larix sibirica</i> Ledeb, <i>Populus nigra</i> L. x <i>P. nigra f. italica</i> Duroi, биометрических показателей листьев и хвои по стадиям рекреационной дигрессии.
<p>Блок III. Анализ эдафических условий, количественная и экономическая оценка показателей экологической продуктивности леса:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определение физических и химических свойств почв и их динамики под влиянием рекреационных нагрузок; • расчет объема депонирования углерода биомассой хвойных и лиственных пород; экономическая оценка экологических функций леса; • выделение критериев рекреационной освоенности территорий и дополнительных поправочных коэффициентов для расчета арендной платы при освоении лесов в целях рекреации.
<p>Блок IV. Система мероприятий в лесах зеленой, лесопарковой зон и городских лесах:</p> <ul style="list-style-type: none"> • уход за насаждениями территорий общего пользования и обоснование нормативов ландшафтных рубок; • формирование искусственных насаждений в зеленой зоне.
<p>Блок V. Формирование «лесопаркового зеленого пояса». Концепция устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах.</p>

Рисунок 1 – Схема исследования

Блок III. Морфологические признаки, водно-физические, химические свойства основных типов почвы, реакция почвы на уровень антропогенной нагрузки определены по общепринятым в почвоведении методикам и ГОСТам. Объем депонирования углерода хвойными и лиственными лесами рассчитан с использованием данных МЛХ РБ по методике Минприроды от 30.06.2017 г. № 20-р «Об утверждении методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов». Экономическая оценка экологической продуктивности (функции) леса: водоохранно-водорегулирующей, почвообразующей, почвозащитной, климаторегулирующей – по методике Уральского отделения РАН (Лебедев и др., 2002); выделение фитонцидов – по В.Д. Пряхину, В.Т. Николаенко (1981); ионизация воздуха – по В.А. Болдаковой, Д.О. Фомину (2002); кислородопродуцирование – по П.К. Спицину, А.Н. Рылову и др. (2003). Блок IV. Нормативы

экспериментальной ландшафтной рубки, проведенной с применением законов ландшафтной архитектуры и на основе оценки лесоводственно-таксационных показателей насаждения, апробированы в парке им. Г. Рутто г. Уфы. Рост культур ели обыкновенной изучен в липняках и на их вырубках в зеленой зоне Уфимского лесничества. Блок V. Разработка критериев и параметров формирования «лесопаркового зеленого пояса» выполнена с оценкой рекреационного потенциала по трем группам показателей – привлекательности, комфортности для рекреантов и устойчивости к антропогенному влиянию (Рысин, 2003; Инструкция..., 2008). При оценке площади и характера размещения зеленых и лесопарковых зон РБ, при расчете нормативной площади зеленой зоны, при оценке экологической продуктивности лесов объектами исследований являются леса различных природных зон РБ – Южно-Уральского лесостепного района, Лесостепного района Европейской части России, Хвойно-широколиственного района Европейской части России. Детальные исследования зеленой, лесопарковой зоны и городских лесов проведены на территории г. Уфы – столице РБ. Исследовано и заложено 25 постоянных и временных пробных площадей Уфимского и Уфимского городского лесничеств. Объем подеревной инвентаризации – 1797 деревьев, обработано 920 кернов сосны, лиственницы и тополя. Статистическая обработка – с использованием пакетов прикладных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel.

Глава 4. Организация зеленых, лесопарковых зон и городских лесов

Защитные леса в республике выделены на 1,7 из 5,7 млн. га площади лесного фонда. За 1993-1999 гг. защитные леса увеличились на 0,3 млн. га, с 2009 г. – на 83 тыс. га, что связано с отнесением части эксплуатационных лесов к категории защитных. Однако при общей положительной динамике защитных лесов, площадь зеленой зоны остается неизменной и составляет 286,2 тыс. га – 5% лесного фонда. Наибольшие площади выделены в Уфимском – 52,3, Дюртюлинском – 25,9, Стерлитамакском – 22,0 и Янаульском лесничествах – 18,9 тыс. га, где расположены крупные города и населенные пункты. Площадь зеленой зоны лесничества зависит, в первую очередь, от количества населения, что отражается в различиях занимаемого лесничеством ранга по площади зеленой зоны в га от общей площади лесничества в % на территории ряда лесничеств (Альшеевское, Авзянское, Белебеевское и др., рисунок 2).

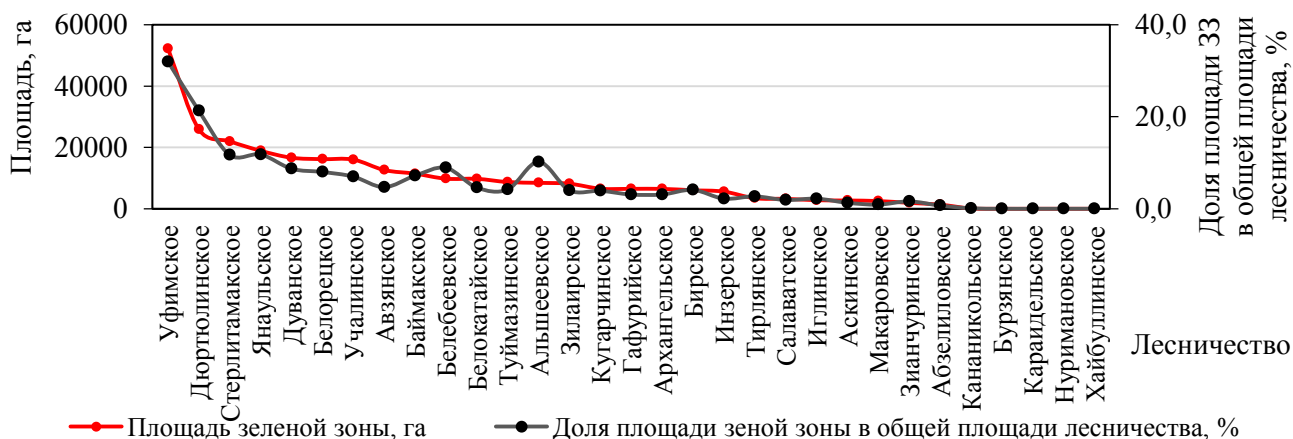


Рисунок 2 – Ранговое распределение лесничеств по площади зеленой зоны (ЗЗ)

Несмотря на то, что зеленая зона выделена в 90 % лесничеств, расчет размера зеленой зоны городов и крупных населенных пунктов по ГОСТу и по методике Белова-Ковтунова показал недостаток ее фактического размера (рисунок 3). Наиболее близок к оптимальному размер зеленой зоны в Лесостепном районе европейской части России, недостаточен – в Южно-Уральском лесостепном районе.

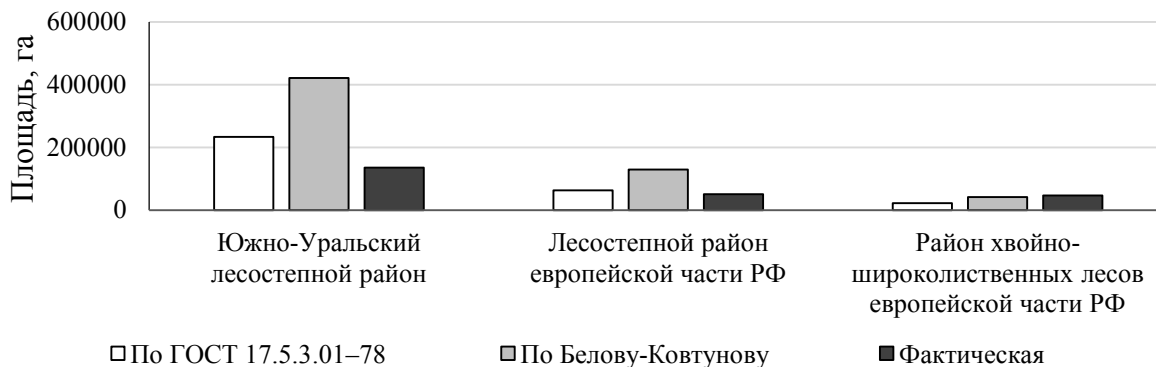


Рисунок 3 – Фактическая и нормативная площадь зеленой зоны по лесорастительным зонам

Для достижения показателя, соответствующего нормативу ГОСТа, требуется включить в состав зеленой зоны республики до 86 тыс. га лесов, нормативу Белова-Ковтунова – 360 тыс. га. Приоритетность других категорий защитных лесов – ценных лесов, лесов, расположенных в водоохранных зонах и на ООПТ, объясняет отсутствие зеленой зоны в Бурзянском, Караидельском, Нуримановском и Хайбуллинском лесничествах. Лесопарковая зона выделена в 19 % (14,1 тыс. га) лесничеств республики. Поскольку на сегодня она является самостоятельной подкатегорией и не входит в состав зеленой зоны, требуется разработка нормативной базы ее выделения.

Управление лесами в РБ распределено между рядом структур: Федеральным агентством лесного хозяйства (Рослесхоз) – земли лесного фонда 5747,7 тыс. га, Министерством обороны РФ – земли обороны и безопасности 5,6 тыс. га, Министерством природопользования и экологии РФ – земли ООПТ 380,6 тыс. га, городские леса – исполнительный орган местного самоуправления – Управлением коммунального хозяйства и благоустройства Администрации ГО г. Уфа. Городские леса с учетом правового режима и выполняемых ими функций занимают промежуточное положение между лесами земель лесного фонда и другими озелененными территориями города, что обуславливает своеобразие их использования, управления, охраны и требует уточнения в лесном законодательстве. Выявлено отсутствие четкой регламентации ведомственной принадлежности городских лесов республики площадью 29,2 тыс. га.

Глава 5. Оценка эффективности, выполняемых лесами экологических функций

Установлено, что лесные насаждения за год депонируют углерода в объеме 3618,9 тыс. т/год. Потери углерода, связанные с лесными пожарами, сплошной вырубкой леса, их санитарным состоянием, за 2007-2018 гг.

увеличились с 537,5 до 755,2 тыс. т (рисунок 4). Разность между абсорбцией (поглощением) углерода и его потерей составила 3124,4 тыс. т/год.

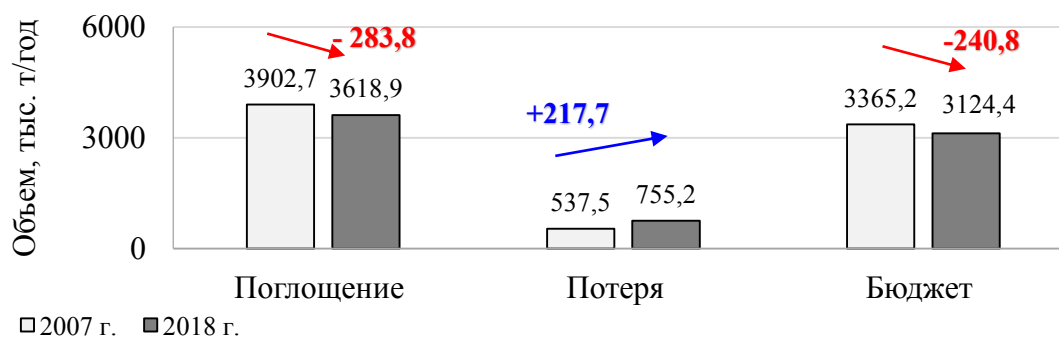


Рисунок 4 – Динамика депонирования углерода

У хвойных самые высокие показатели абсорбции CO₂ в возрасте 20-40 лет, у большинства лиственных – в спелом возрасте. Общая абсорбция углерода биомассой хвойных за год составляет 1299,8, мягколиственных – 4930,2, твердолиственных – 737,9 тыс. т (таблица 1). Сосновые насаждения всех групп возраста лидируют по средним показателям углеродного запаса: молодняки – 44,9, средневозрастные – 91,5, приспевающие – 115,0, спелые – 93,2 т/га. Мягколиственные насаждения, преобладающие в лесном фонде республики как по площади, так и запасу, накапливают наибольший общий запас углерода – 195900,2 тыс. т, хотя по показателю на 1 га во всех группах возраста уступают хвойным и твердолиственным. По показателю поглощения углерода в течение года лиственные насаждения лидируют (2,2 тыс. т/га), у хвойных этот показатель достоверно ниже (1,7 тыс. т/га). Сохранение достигнутого уровня 2018 г. по объему поглощения углекислого газа лесами становится стратегической задачей лесохозяйственной отрасли республики.

Породный состав, лесистость территории, продуктивность леса, природно-климатические условия, богатство почвы, коэффициент заболоченности территории являются определяющими при расчете общей стоимости выполняемых лесами экологических функций, которая для республики установлена в размере 64,02 тыс. руб./га с учетом климаторегулирующей, водоохранно-водорегулирующей, почвозащитной, почвообразующей функций, выделения кислорода и фитонцидов, ионизации воздуха. Экологическая функция леса, рассмотренная с точки зрения использования лесов в целях рекреации, показала различную степень освоенности лесов по административным районам в зависимости от суммарных значений ряда оценочных критериев: количества участков, используемых для осуществления рекреационной деятельности (юридическая форма – аренда, безвозмездное пользование); численности населения; протяженности дорог; лесистости; площади эксплуатационных, защитных лесов; площади лесного фонда по хозяйствам; густоты речной сети; наличия ООПТ (таблица 2). По степени освоенности в целях рекреации территории муниципальных районов РБ распределились следующим образом: неосвоенная – 27,8; малоосвоенная – 42,5; среднеосвоенная – 13; освоенная – 16,7 %.

Таблица 1 – Абсорбция углерода лесами лесного фонда Республики Башкортостан

Группа возраста	Хвойные						Твердолиственные				Мягколиственные			
	Сосна	Ель	Пихта	Лиственница	Кедр	Итого	Дуб выс.	Дуб низ.	Прочие (ильмовые, клен, ясень)	Итого	Береза	Осина, тополь	Прочие (ольха, липа, ива древ.)	Итого
Средняя, тыс. т/га в год														
Молодняки	1,70	1,22	1,02	1,54	0,96	1,29	1,34	1,80	1,01	1,39	1,38	1,38	1,54	1,43
Средневозрастные	0,97	0,66	0,49	0,56	0,10	0,56	0,17	1,13	0,27	0,52	1,03	1,12	1,02	1,06
Приспевающие	0,17	0,14	0,05	0,20	-	0,14	0,20	0,55	0,08	0,28	0,14	0,81	0,44	0,46
Спелые и перестойные	0,95	1,19	0,60	0,52	-	0,81	0,76	2,25	0,74	1,25	1,49	2,22	1,94	1,88
Всего	0,95	0,80	0,54	0,70	0,53	0,71	0,66	0,63	0,64	0,64	1,01	1,38	1,23	1,21
Годичная, тыс. т/год														
Молодняки	595,3	226,9	9,1	19,6	8,7	859,6	66,1	10,0	12,6	88,7	122,3	265,0	129,8	517,0
Средневозрастные	132,0	13,7	5,0	4,7	0,1	155,5	147,9	86,9	10,3	245,1	332,1	114,5	387,3	833,9
Приспевающие	16,3	2,9	0,5	1,4	-	21,0	0,3	25,2	1,1	26,6	31,4	75,2	101,1	207,7
Спелые и перестойные	198,7	47,5	8,2	9,3	-	263,7	2,8	273,6	101,1	377,5	1121,1	888,4	1362,1	3371,6
Всего	942,3	290,9	22,8	34,9	8,8	1299,8	217,0	395,8	125,1	737,9	1606,8	1343,1	1980,2	4930,2

$t_{\text{выч.}} \text{ молодняки и средневозрастные} = 4,607$, $t_{\text{выч.}} \text{ молодняки и приспевающие} = 9,762$, $t_{\text{выч.}} \text{ молодняки и спелые, перестойные} = 0,849$; $t_{0,05} \text{ табл.} = 2,086$

$t_{\text{выч.}} \text{ хвойные и мягколиственные} = -1,319$, $t_{\text{выч.}} \text{ хвойные и твердолиственные} = -0,441$, $t_{\text{выч.}} \text{ твердолиственные и мягколиственные} = -0,858$; $t_{0,05} \text{ табл.} = 2,447$

Таблица 2 – Критерии оценки освоенности территории рекреационной деятельностью

Критерии оценки	Ед. измерения	Шкала оценки освоенности территории в целях рекреации*				
		I	II	III	IV	
1. Кол-во участков, используемых для осуществления рекреационной деятельности	шт.	0	1-5	6-10	11 и более	
2. Численность населения	тыс. чел	15-35	16-102	15-49	21-328	
3. Протяженность дорог	км	215-615	301-780	319-621	271-840	
4. Лесистость	%	5-65	7-76	20-70	6-76	
5. Защитные леса	тыс. га	5-35	5-112	6-61	4-81	
6. Эксплуатационные леса	тыс. га	2-132	4-324	18-151	4-177	
7. Площадь лесного фонда по хозяйствам	хвойные	тыс. га	0,3-50	0,9-121	4-54	1-53
	твердолиственные	тыс. га	0,4-11	0,3-42	0,8-54	0-47
	мягколиственные	тыс. га	9-139	8-218	24-207	7-162
8. Густота речной сети	км/км ²	0,2-0,6	0,2-0,8	0,2-0,8	0,2-0,8	
9. ООПТ	га	0-32	0-171	0-62	0-290	

Примечание: * I – неосвоенная, II – малоосвоенная, III – среднеосвоенная, IV – освоенная

Установленная в ходе исследований эффективность выполняемых лесами экологических функций, анализ уровня использования лесов в целях рекреации позволили выделить поправочные коэффициенты 1,0-1,2 в расчет арендной платы с учетом класса совершенства насаждения (характеристика насаждений дана с учетом общепринятых шкал определения класса совершенства), наличия водных объектов и их качества (степень благоприятности определена с учетом ГОСТ 17.1.5.02-80 «Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов»), абсорбирующей функции лесов (поправочный коэффициент разработан с учетом расчетных показателей абсорбции углерода лесами лесного фонда по хозяйствам). Введение поправочных коэффициентов в арендную плату позволит объективно оценивать и ранжировать лесные участки по степени востребованности арендаторами, использовать полученные денежные средства на повышение устойчивости рекреационных ресурсов. Учет стоимости «экологических функций» леса как составляющей арендной платы за пользование лесом в целях рекреации должен осуществляться одновременно с формированием базы данных, картированием и внесением их в ГЛР по каждому лесничеству.

Глава 6. Лесоводственно-таксационная и ландшафтная оценка лесов зеленой, лесопарковой зоны и городских лесов

Из всех территорий муниципальных образований республики к землям лесного фонда отнесены 1055 га лесов в г. Салават, 388 га в г. Стерлитамак и 139 га г. Уфы – лесопарк им. Лесоводов Башкортостана. Уфимское лесничество сформировано объединением части территории г. Уфы – это территории лесопарка им. Лесоводов Башкортостана и лесов ликвидированных лесхозов, располагающихся в пяти муниципальных районах республики. Из общей площади 163,5 тыс. га Уфимского лесничества в зеленую и лесопарковую зону выделены 55,6 тыс. га, где произрастает более 50 видов древесно-кустарниковых растений.

Непрерывность мониторинга за состоянием насаждений обеспечивается использованием ГИС-технологий, среди которых спутниковые данные Landsat являются эффективными наборами данных и позволяют охватить одновременно большие площади. Анализ космических снимков со спутников Landsat-5 и Landsat-8 позволил выявить на основной части территории лесопарка им. Лесоводов Башкортостана (г. Уфа, 139 га) значительный рост индекса вегетации NDVI в границах выделов по категориям земель. Территория объекта характеризуется значениями NDVI от 0,25 до 0,8 ед. дискретной шкалы, сгруппированных в 8 классов (таблица 3, рисунок 5).

Таблица 3 – Значения индексов NDVI по классам

Класс	Показатель индекса вегетации	
	минимальный	максимальный
1	0,25	0,30
2	0,30	0,35
3	0,35	0,40
4	0,40	0,45
5	0,45	0,50
6	0,50	0,60
7	0,60	0,70
8	0,70	0,80

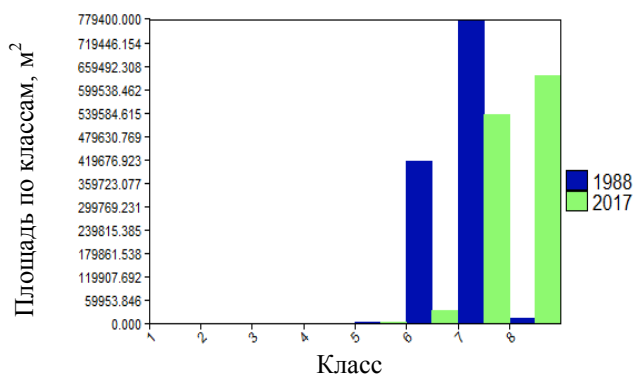


Рисунок 5 – Индексы NDVI за 1988 и 2017 гг.

Зеленый фон без дифференциации по происхождению и породам отражает преобладание в лесопарке насаждений, повысивших свою фотосинтетическую активность на один класс (рисунок 6).

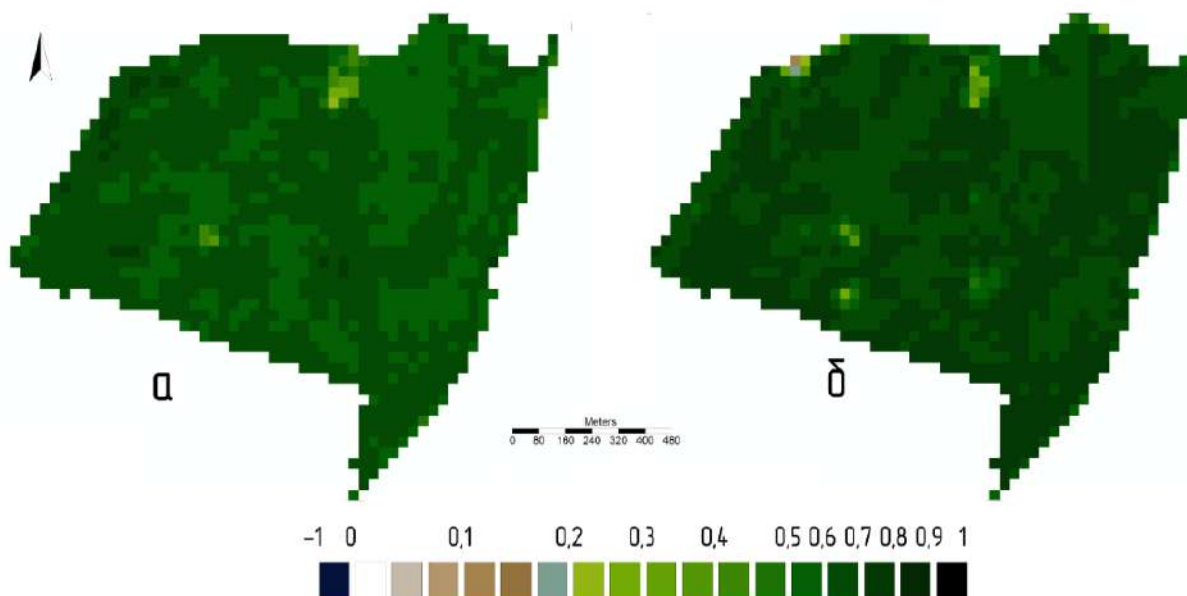


Рисунок 6 – Тематическая карта лесопарка им. Лесоводов Башкортостана на основе дискретной шкалы NDVI за 1988 (а) и 2017 (б) гг.

Неизменность площади территорий 5 класса, значения которых находятся в пределах 0,45-0,50, сопровождается закономерным снижением площади территории 6 и 7 классов и увеличением 8 класса – это чистые дубовые насаждения. Для смешанных древостоев из липы, дуба и ясеня индекс вегетации остался неизменным. Однако, превышение рекреационной нагрузки

на 9 чел./га, увеличение до 30 % транспортного потока по прилегающей магистрали, ограничения в проведении лесохозяйственных мероприятий не снизили значения показателей вегетационного индекса лесопарка. В чистых древостоях из дуба NDVI повысился на два класса, что согласуется с анализом динамики лесоводственно-таксационных показателей насаждений лесопарка с 1997 г. По лесопарку отмечен значительный рост индекса NDVI на основной части территории, что является следствием увеличения с возрастом степени сомкнутости кроны, особенно у *Quercus robur* L., и переводом несомкнувшихся лесных культур в лесопокрытую площадь.

Земли, не вошедшие в состав Уфимского лесничества, формируют на территории г. Уфа (70790 га) Уфимское городское лесничество площадью 21767 га, разделенное на пять производственных участков, на 63 % территории которых произрастают мягколиственные, на 27 % – твердолиственные и на 4 % – хвойные насаждения. Средневозрастные насаждения занимают 42,1, спелые и перестойные – 32,4, припевающие – 20,1, молодняки – 5,4 %, средний класс бонитета которых – II,6. Ландшафтный анализ городских лесов показал преобладание закрытого типа ландшафта – 56,6 % (12331,8 га), со средним значением санитарно-гигиенической оценки – 1,9 балла, средней степенью устойчивости – 1,4 балла (более 95 % насаждений имеют 1 и 2 степени устойчивости). По эстетической ценности доминируют насаждений 2 класса (61,9 %), это в большей степени древостои III класса бонитета, произрастающие в пойме рек на увлажненных почвах (рисунок 7).

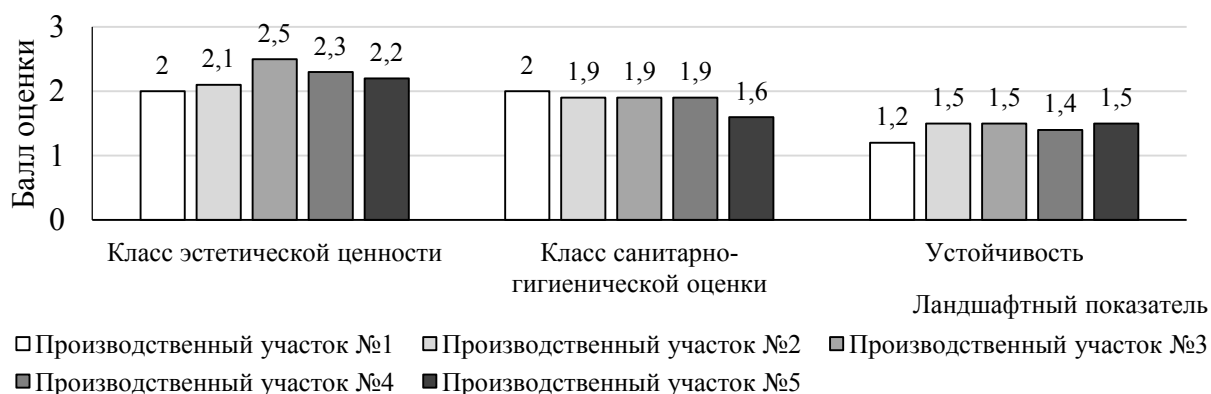
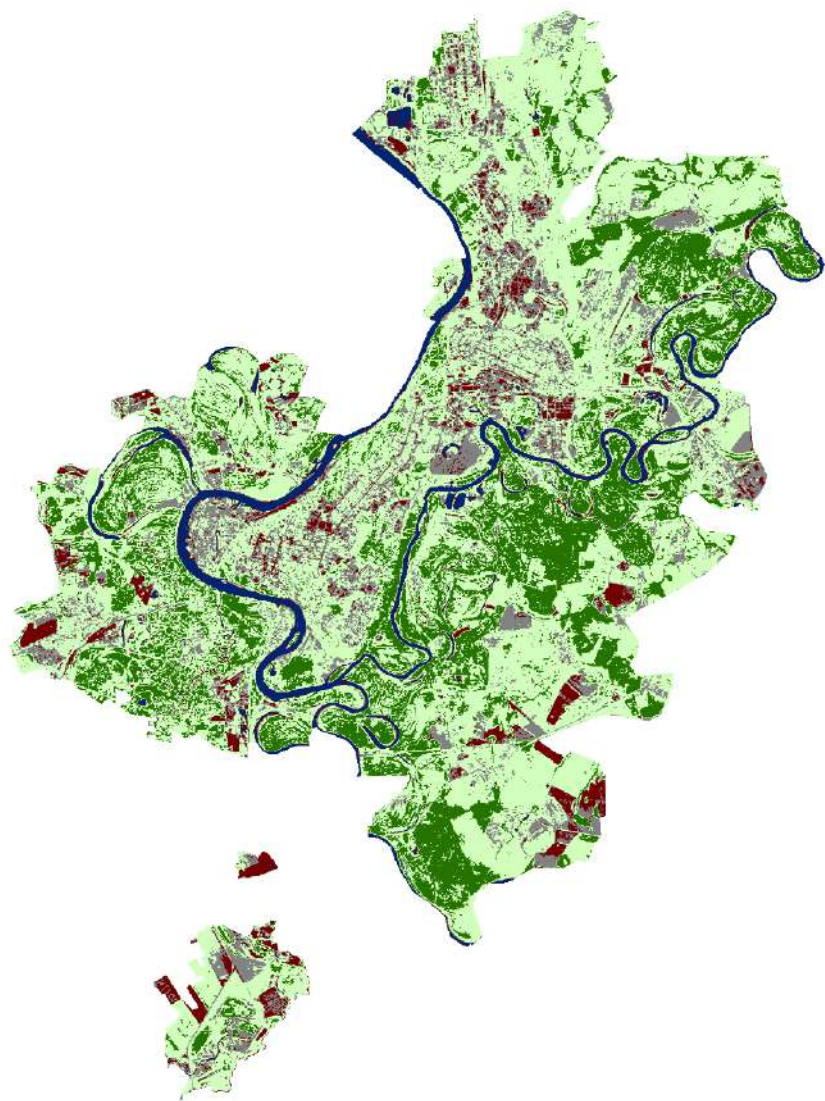
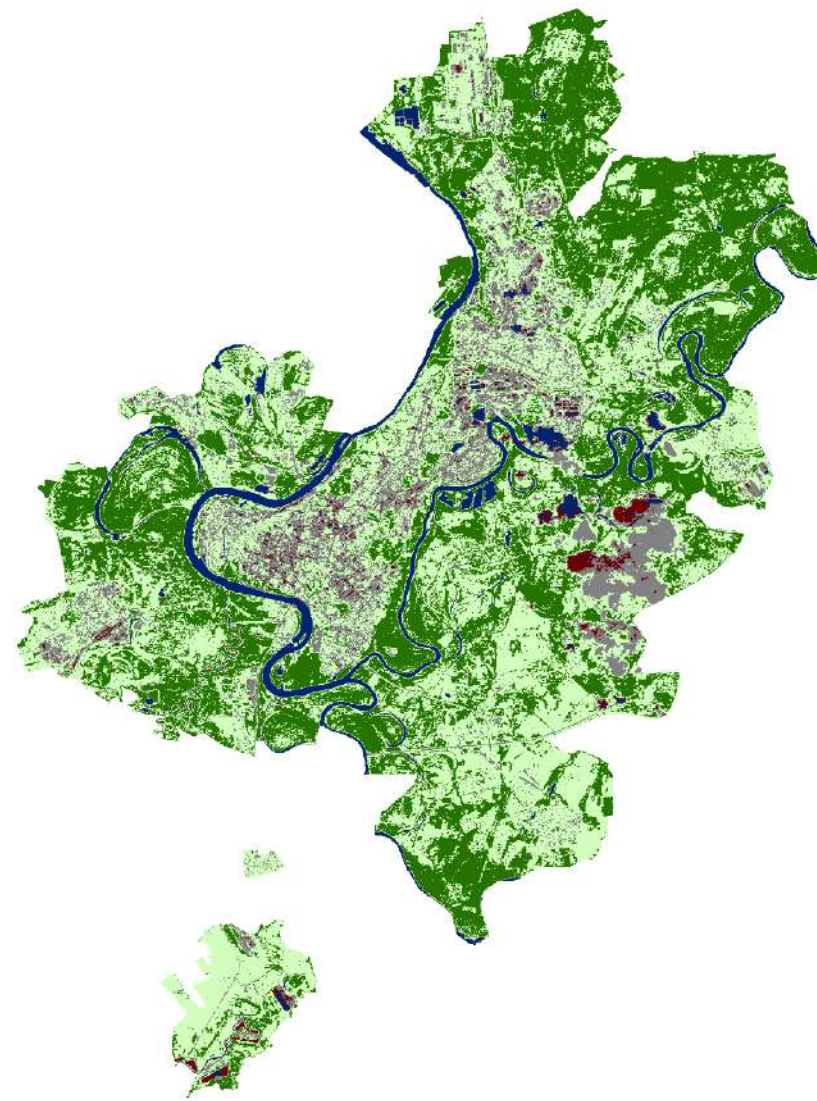


Рисунок 7 – Показатели ландшафтной таксации городских лесов

Значения индекса ARVI по космическим снимкам Landsat городских лесов на территории г. Уфы за 1987 г. находятся в пределах от -0,976 до 0,441, по снимкам 2018 г. значения индекса ARVI – от -0,613 до 1,0. Типы подстилающей поверхности объединены в 5 групп, получены карты идентификации заданных типов и рассчитаны их площади по годам (рисунок 8, таблица 4). Выявлен существенный рост площади, занятой древесно-кустарниковой растительностью +10875,2 га, при сокращении типа поверхности «открытая почва» – -2666,07 га и «без растительности» – -1393,83 га. Результаты анализа площади земель по типам подстилающей поверхности г. Уфы за 1987-2018 гг. аналогичны данным по увеличению площади насаждений территорий общего пользования (ОП), полученным в ходе натурной инвентаризации.



а) 1987 г.



б) 2018 г.

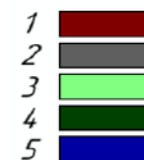


Рисунок 8 – Идентификация типов подстилающей поверхности г. Уфы:

1 – открытая почва; 2 – без растительности; 3 – травянистая растительность; 4 – древесно-кустарниковая растительность; 5 – водные объекты

Таблица 4 – Площадь типов подстилающей поверхности по космоснимкам Landsat-5, Landsat-8

Тип подстилающей поверхности	Площадь, га		Изменение 1987 к 2018 г.	
	1987	2018	га	%
Водные объекты	2887,92	3412,89	524,97	18,2
Открытая почва	3783,06	1116,99	-2666,07	-70,5
Без растительности	9907,29	8513,46	-1393,83	-14,1
Травянистая растительность	38994	31653,7	-7340,31	-18,8
Древесно-кустарниковая растительность	15925,4	26800,7	10875,2	68,3
$t_{\text{выч.}} = -0,002$; $t_{0,05 \text{ табл.}} = 2,306$				

Трансформация городской территории за 30-летний период обусловлена не только увеличением площади насаждений территорий ОП, но и строительством дорог, зданий, сооружений. Анализ космоснимков подтверждает неравномерность распределения насаждений территорий общего пользования площадью 1,2 тыс. га по районам города, связь между площадью района и размером насаждений практически отсутствует $r^2 = 0,02$.

Насаждения территорий ОП г. Уфы распределены неравномерно и в основном расположены на периферии в силу исторически сложившейся планировочной структуры и составляют более 1,24 тыс. га, около 70 % которых относятся к паркам. Показатель насаждений территории ОП в расчете на одного жителя г. Уфы равен 11 м² и постепенно приближается к установленным в России нормам – 16 м²/чел. На основе данных МУП «Горзеленхоз» и «Правил землепользования и застройки г. Уфа» составлен реестр объектов территорий общего пользования с распределением по административным районам и уточнением их площади, 67 % которых представлены парками (таблица 5).

Таблица 5 – Насаждения территорий общего пользования

Административный район г. Уфы	Площадь района, га	Население, чел	Типы территорий общего пользования, га/шт.				Итого	
			сквер	бульвар	парк	другие территории	га	%
Октябрьский	13613	243205	14,13/9	-	113,8/2	44,92/11	172,85	14,0
Ленинский	7090	85974	3,99/5	-	10,8/1	-	14,79	1,2
Советский	1620	177719	32,92/20	1,30/1	59,62/4	155,11/8	248,95	20,1
Орджоникидзевский	14600	166479	6,81/6	0,71/1	147,2/4	56,2/10	210,92	17,1
Калининский	20100	203873	7,71/7	-	94,7/3	-	102,41	8,3
Демский	5637	74701	3,67/3	-	15,0/2	1,85/3	20,52	1,7
Кировский	13100	163609	23,79/15	-	382,4/5	59,87/5	466,06	37,7
Всего	75760	1115560	93,0/65	2,0/2	823,5/21	318,0/37	1236,5	100,0

Наиболее крупные парки были созданы на основе естественных лесов, входивших в состав лесного фонда, в связи с чем они расположены по периферии города, например, в Кировском районе – 382,4 га. Оценка посещаемости этих объектов и расчет их фактической рекреационной нагрузки показал, что в парке Победы используется 1/5 часть территории, в парке им. М. Гафури – около 10 га благоустроенной территории из 76 га парка. Рекреационная нагрузка на объекты ОП соответствует нормативу, небольшое

превышение выявлено в Лесопарке им. Лесоводов Башкортостана – 58,8 при нормативе не более 50 чел./га, значительное превышение – в саду им. С.Т. Аксакова – 133,2 при нормативе не более 100 чел./га, находящегося в центральной части г. Уфы.

Глава 7. Влияние антропогенной нагрузки на леса зеленой, лесопарковой зоны и городские леса

Накоплено достаточно данных, подтверждающих в том числе результаты наших исследований о снижении радиального прироста деревьев в условиях городской среды. Нами установлено, что под воздействием рекреационной нагрузки наблюдается постепенное уменьшение прироста, интенсивность снижения которого, однако, у различных пород и деревьев разного жизненного состояния по стадиям дигрессии не одинакова. В большей степени увеличение рекреационного воздействия вызывает падение радиального прироста у деревьев *Pinus sylvestris* L. и *Larix sukaczewii* Djil в возрасте 40-60 лет высокого класса жизненного состояния, чем у деревьев более низкого класса. За 30-летний период радиальный прирост деревьев сосны, рассмотренный по пятилетиям, уменьшался по всем стадиям дигрессии неравномерно: в первые два десятилетия радиальный прирост с увеличением стадии дигрессии уменьшался статистически недостоверно, в период 1997-2001 гг. уменьшение прироста относительно контроля составило 1,4-1,6 раз. В период 2002-2006 гг. уменьшение прироста по диаметру составило 1,6-1,9 раза, в последние пять лет прирост сосны уменьшился в 1,8 раза относительно контроля. В целом радиальный прирост сосны падает до 43 % относительно контроля (рисунок 9). В культурах лиственницы снижение радиального прироста происходит интенсивнее – до 45 % относительно контроля ($t=20,35$, $t_{0,05 \text{ табл.}}=2,10$).

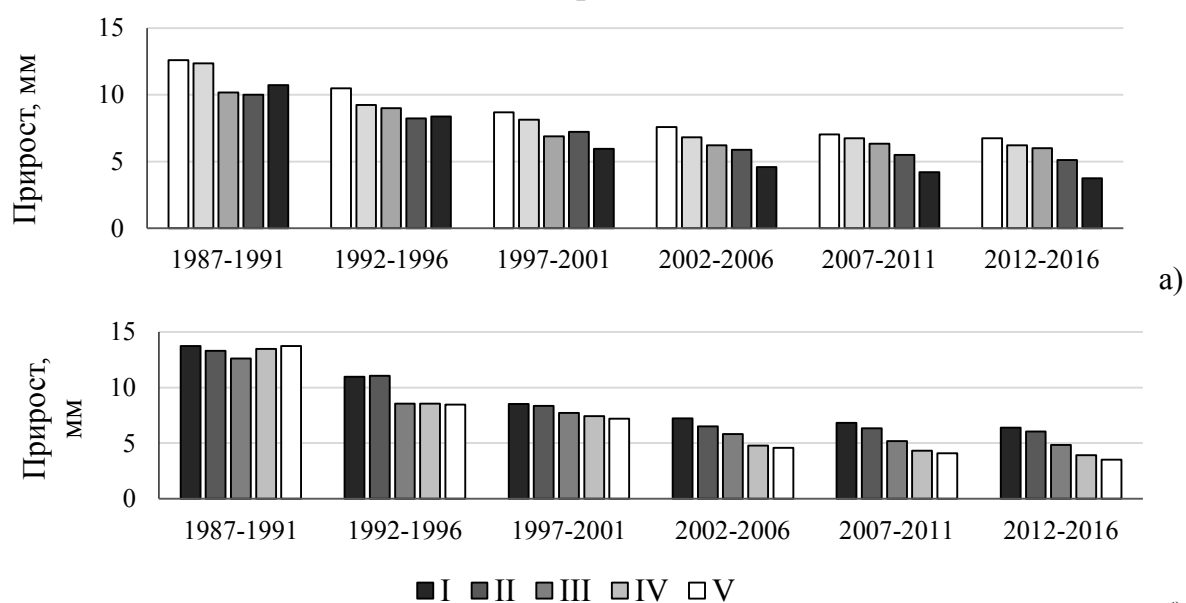


Рисунок 9 – Динамика радиального прироста *Pinus sylvestris* L. (а), *Larix sukaczewii* Djil (б) по стадиям рекреационной дигрессии 1987-2016 гг.

Жизненное состояние как хвойных, так и лиственных деревьев при рекреационном воздействии отражается на показателях ассимиляционного и

репродуктивного аппарата. Сравнение количества цветков в соцветиях деревьев *Tilia cordata* Mill., широко используемых в озеленении г. Уфы, различного класса жизненного состояния, показало уменьшение их числа от $9,8 \pm 0,24$ шт. цветков у деревьев без признаков ослабления (здоровые) до $7,1 \pm 0,26$ – у сильно ослабленных. Минимальное количество цветков, равное 1-2, встречается независимо от жизненного состояния деревьев. Максимальное их число наблюдается только в соцветиях у здоровых деревьев, что выражается в большом варьировании ($V = 36,1 \%$) этого признака у деревьев этой категории состояния, чем у сильно ослабленных ($V = 34,5 \%$). Средняя длина прилистника соцветий у здоровых деревьев липы достигает $6,1 \pm 0,09$ см на северной стороне кроны и $6,3 \pm 0,08$ см – с южной стороны, что выше показателя у сильно ослабленных деревьев, составляющего до 5,7 см (варьирование признака – от 22,8 до 27,9 %). Минимальные размеры прилистника (1,6-1,7 см) наблюдаются у здоровых и ослабленных деревьев. Максимальные размеры (11,8 см) характерны только для здоровых деревьев. Наибольший размер листовой пластины в период активной вегетации липы, равный 67 см^2 , характерен для деревьев без признаков ослабления, у ослабленных деревьев – 42 см^2 . Средние размеры листа $27,1 \pm 1,15 \text{ см}^2$ (класс 1) и $24,0 \pm 1,09 \text{ см}^2$ (класс 5). Анализ количества соцветий в кроне, количества цветков в соцветии и длины прилистника, размера листа выявил тенденцию увеличения показателей у деревьев без признаков ослабления по сравнению с остальными категориями жизненного состояния.

У деревьев *Pinus sylvestris* L. III класса жизненного состояния средние показатели хвои как по длине, так и по массе, достоверно не отличаются по стадиям дигрессии ($t=0,34$, $t_{0,05 \text{ табл.}}=1,98$). Интенсивность снижения массы хвои у здоровых деревьев в насаждениях V стадии дигрессии – 34, ослабленных – 31, сильно ослабленных – 24 % (таблица 6).

Таблица 6 – Масса 100 хвоинок *Pinus sylvestris* L. по классам жизненного состояния деревьев и стадиям рекреационной дигрессии участков, г

Стадия дигрессии	Класс жизненного состояния					
	здоровые (I)		ослабленные (II)		сильно ослабленные (III)	
	М*, г	% изменения относительно К*	М, г	% изменения относительно К	М, г	% изменения относительно К
I	2,90	-	2,70	-	2,25	-
II	2,85	- 1,7	2,70	0	2,20	2,2
III	2,48	- 14,4	2,40	11,1	2,15	4,4
IV	2,05	- 29,3	2,00	25,9	1,98	12,0
V	1,92	- 33,7	1,86	31,1	1,80	20,0

Примечание: М* – масса, К* – контроль.

У деревьев I-II класса жизненного состояния длина хвои к V стадии дигрессии максимально снижается на 10 %, в то время как у деревьев III класса на 3,8 %. Достоверность разницы в длине хвои сосны относительно контроля существенна для деревьев здоровых ($t=2,58$, $t_{0,05 \text{ табл.}}=1,98$) и ослабленных ($t=3,14$, $t_{0,05 \text{ табл.}}=1,98$) на участках III, IV стадий дигрессии (таблица 7).

Таблица 7 – Длина хвои *Pinus sylvestris* L. по классам жизненного состояния деревьев и стадиям рекреационной дигрессии участков, см

Показатель	Жизненное состояние												
	здоровые (I)					ослабленные (II)				сильно ослабленные (III)			
	стадия рекреационной дигрессии												
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Длина хвои (M±m), см	6,2± 0,087	6,13± 0,09	5,87± 0,094	5,62± 0,1	5,61± 0,092	5,9± 0,086	5,84± 0,076	5,57± 0,072	5,41± 0,073	5,2± 0,098	5,2± 0,075	5,0± 0,09	5,0± ,08
G	0,870	0,893	0,940	1,003	0,931	0,860	0,760	0,720	0,730	0,730	0,750	0,930	0,816
V%	14,0	14,2	16,0	17,5	15,3	14,5	13,0	12,9	13,4	18,9	14,5	18,6	15,6
P, %	1,4	1,4	1,6	1,7	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,9	1,4	1,9	1,6
Отклонение от К	-	0,07± 0,127	0,33± 0,128	-0,58± 0,132	-	-	0,053± 0,12	0,33± 0,103	-0,488± 0,104	-	-,041± 0,120	0,183± 0,136	0,027± 0,210
t _{0,05}	-	1,98	1,98	1,98	1,98	-	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
t _{вычисл}	-	0,53	2,58	4,4		-	0,48	3,14	4,69	-	0,34	1,34	0,21

Примечание: M – среднее арифметическое, m – ошибка средней, G – среднее квадратичное отклонение, V – коэффициент вариации, P – точность опыта, t_{0,05} – табличный критерий Стьюдента, t_{вычисл} – вычисленный, К – контроль.

В почвах объектов исследования (парки, аллеи) верхние горизонты характеризуются в основном нейтральной и слабокислой реакцией $pH_{\text{кол}} = 5,8-6,9$ ед., в нижних горизонтах наблюдается щелочная реакция и пограничные показатели $pH_{\text{кол}}$. В парке им. Г. Рутто нижний предел $pH_{\text{кол}} = 4,2$ ед., что, по-видимому, определяется не только наличием в составе насаждений хвойных пород, но и попаданием в почву парка загрязняющих элементов промвыбросов и автотранспорта с опавшей листвой, которая на других объектах города регулярно вывозится коммунальными службами. В липняке парка им. Г. Рутто в горизонте A_1 содержится до 37,3 % агрегатов мелкозато-зернистой структуры, тогда как доля указанных фракций под дубравами парка им. М. Гафури, в меньшей степени подверженных рекреационному воздействию, достигает 83,8 %. В зависимости от стадии рекреационной дигрессии изменяется: коэффициент структурности (в почве парка им. Г. Рутто – 0,4-0,6, аллея по Проспекту Октября – 1,2-3,3, парка им. М. Гафури – 1,8-5,2), содержание гумуса от 5,82 до 3,1 % (таблица 8). Для содержания гумуса зависимость существенна для верхних горизонтов A_1 и A_2B ($r^2 = 0,91$, $r^2 = 0,79$). На лесных участках V стадии дигрессии отсутствует горизонт A_0 . С уменьшением гумуса изменяется содержание азота в верхних горизонтах и суммы поглощенных оснований, которая в горизонте A_1 снижается с 35,4 до 30 мг-экв./100 г почвы.

Таблица 8 – Содержание гумуса в темно-серой лесной почве

Стадия дигрессии	Содержание гумуса в зависимости от вида сложения почвы, %		$t^{0,05}$
	рыхлые	уплотненные	
I	5,02±0,13	4,85±0,13	1,5
II	5,82±0,12	4,66±0,10	7,3
III	4,98±0,12	3,94±0,10	6,7
IV	4,13±0,12	3,60±0,26	1,8
V	3,40±0,16	3,10±0,07	1,7
			$t^{0,05} = 2,78$

Общее содержание азота варьирует между почвенными горизонтами – от 5,5 в горизонте B до 12,9 в горизонте A_1 . Содержание кальция в горизонтах A_1 и A_2B тесно связана со стадией рекреационной дигрессии – $r^2 = 0,88$ и 0,84. В почвенном горизонте A_1 увеличивается K_2O к III стадии дигрессии, далее происходит его уменьшение; P_2O_5 уменьшается ко II стадии и увеличивается к IV стадии (рисунок 10).

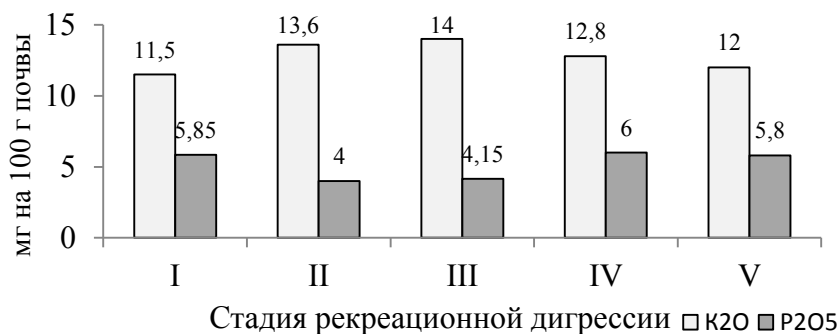


Рисунок 10 – Содержание подвижных форм фосфора и калия в горизонте A_1 по стадиям дигрессии

Увеличение запаса фитомассы способствует накоплению в почве калия – наличие K_2O меняется прямо пропорционально динамике фитомассы травяного покрова, P_2O_5 – обратно пропорционально. Экспериментальные исследования по внесению удобрений в двукратной повторности по схеме: контроль; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{120}P_{120}K_{120}$ показали высокие коэффициенты корреляции между фитомассой кроны и дозой удобрений за все годы наблюдения ($r = 0,86$; $t = 5,02$) (рисунок 11).

Средний годовой отпад деревьев контроля составил 1,5 %, в удобренных вариантах не превышал 0,9 %. В условиях засушливых лет в удобренных вариантах текущий прирост липы значительно превосходил средний прирост контроля – прирост по диаметру достигал 1,5 мм в год, тогда как на контрольных участках он редко превышал 1 мм.

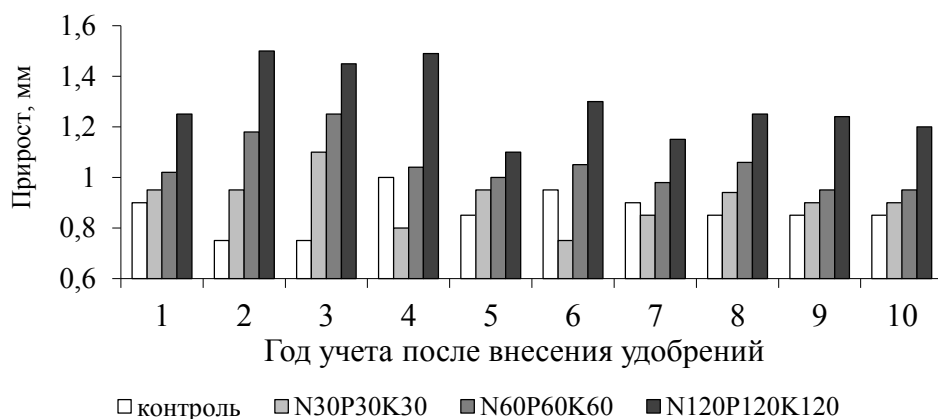


Рисунок 11 – Радиальный прирост липы при внесении в почву удобрений

При внесении дозы 120 кг/га за десятилетний период учета прирост по диаметру увеличился в 1,3 раза по отношению к контролю ($t = 3,17$). Увеличение фитомассы кроны и живого напочвенного покрова было максимальным на второй и третий год после внесения удобрения (рисунок 12).

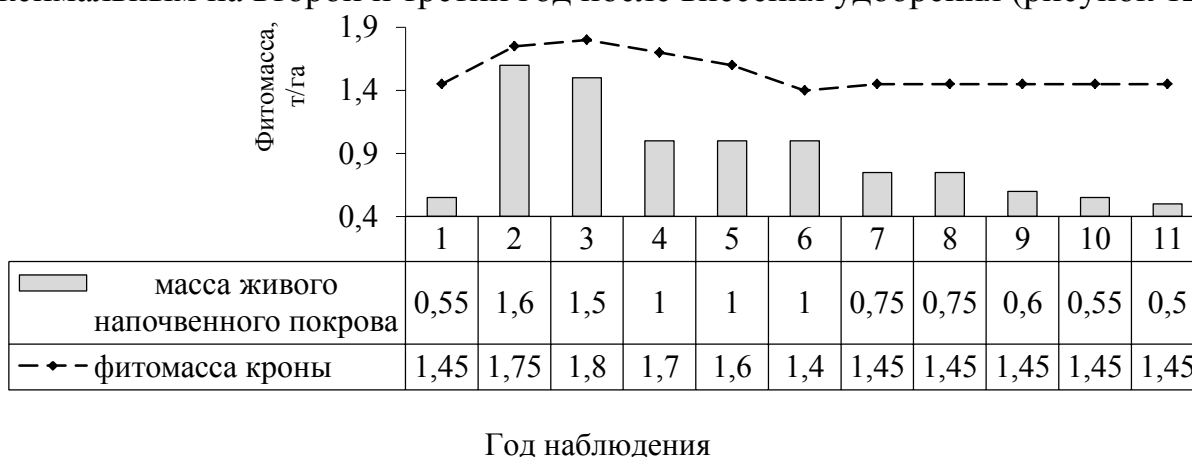


Рисунок 12 – Фитомасса кроны и живого напочвенного покрова в динамике за 11 лет исследования

Удобрение почвы не отразилось на изменении рангового статуса деревьев, в дифференциации по классам роста под воздействием удобрений не характерна достоверная разница ($t_r = 1,62$). Почвы на всех исследованных объектах урбанизированных территорий характеризуются устойчивыми показателями почвенного плодородия.

Глава 8. Система мероприятий в лесах зеленых, лесопарковых зон и городских лесах

Нормативы экспериментальной ландшафтной рубки, проведенной с применением законов ландшафтной архитектуры, апробированы в одной из секций парка им. Г. Рутто, созданного в 1950 г., площадью 7 га. Парк состоит из 12 секций: по три секции – *Larix sukaczewii* Djil, *Pinus silvestris* L. (в том числе несомкнувшиеся культуры сосны 2018 г.), четыре – *Acer platanoides* L.; по одной – *Tilia cordata* Mill, *Betula pendula* Roth., *Quercus robur* L. (рисунок 13).

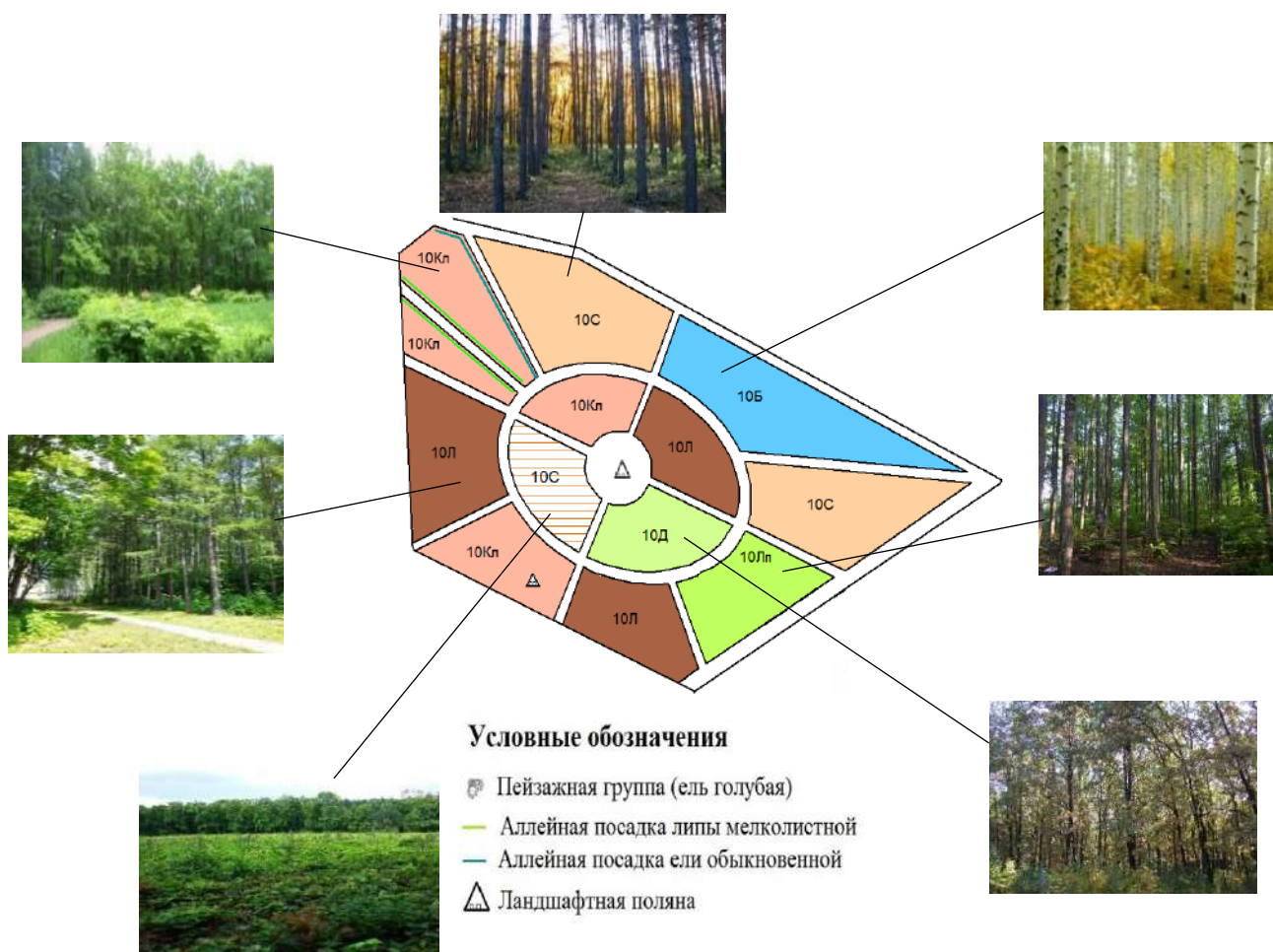


Рисунок 13 – Породный состав секций парка им. Г. Рутто

Проведена ландшафтная рубка комбинированным методом в березовой секции интенсивностью 20 % по запасу в диапазоне относительного диаметра 0,7-0,8 (деревья III класса роста по Крафту) и 1,3-1,4 (деревья I, II класса роста по Крафту, таблица 9). Вырублены деревья неудовлетворительного санитарного состояния, а также выпадающие по показателям диаметра из общей структуры насаждения, вносящие дисбаланс в целостность парка. Одновременно вырублен подрост, не соответствующий породному составу парка, и подлесок. Рубка позволила выровнять показатель диаметра стволов березы ($V = 20,4 \%$), увеличила глубину обзора и класс совершенства насаждения, сохранила масштабность отдельных компонентов и соразмерность частей при единстве

пространственного решения парка, заложенного при его создании, одновременно усилила контрастность между березняком и рядом расположенными секциями сосновых и лиственничных насаждений.

Таблица 9 – Дифференциация деревьев березы и липы по высоте до и после ландшафтных рубок

Класс роста по Крафту	До рубки				После рубки			
	береза		липа		береза		липа	
	%	N, шт.	%	N, шт.	%	N, шт.	%	N, шт.
I	7,5	15	3,5	7	1,4	3	3,36	6
II	89,5	179	21	42	96,2	153	16,2	29
III	2,5	5	64	128	1,8	3	70,7	126
IV	0,5	1	10	20	0,6	1	8,98	16
V	-	-	1,5	3	-	-	0,76	1
Всего	100	200	100	200	100	160	100	178

По результатам рубки в насаждении березы и подеревной инвентаризации липовой секции парка нами рассмотрена возможность проведения в липняке рекреационно-ландшафтного ухода комбинированным методом. Для рубки в этом насаждении в категорию «нежелательных» выделены деревья с относительным диаметром 0,7, 1,2-1,3 (деревья II, IV и V классов роста по Крафту), рекомендуемая интенсивность рубки – 11 % общего запаса, что выровнит распределение деревьев по относительным диаметрам в средних ступенях толщины и обеспечит пространственное равновесие ($V = 14,13\%$).

На формирование разнообразных по составу и возрастной структуре насаждений направлены и лесокультурные мероприятия. Длительный анализ разновозрастных липово-еловых насаждений в зеленой зоне г. Уфы выявил достоверные различия в приросте по высоте культур ели обыкновенной, созданных коридорным способом – 0,27 м/год, что в сравнении с культурами под пологом составляет 50 %. В площадках формируются культуры с интенсивным приростом по диаметру – 0,29 см/год. В культурах ели на вырубке точность опыта составляет 1,20 при 1,75 для рядовых культур под пологом липы. Достоверность различий в росте по высоте подтверждена статистически ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$, $p > 0,05$, $P_t > 95\%$). Жизненное состояние подпологовых культур при полноте верхнего яруса 0,7 оценивается как «ослабленное», при полноте 0,3 – «здоровое». Разновозрастные елово-липовые древостои в зеленой зоне – наиболее оптимальный вариант рекреационного леса, что является одним из направлений реализации концепции устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах. Цель концепции – обеспечение эффективности использования лесов, создание комфортных условий для населения в условиях высокой степени освоенности ресурсов с одновременным сохранением, повышением устойчивости и воспроизводством лесов (рисунок 14). Направления реализации и система организационно-хозяйственных мероприятий концепции представлены на рисунках 15, 16:

I. Эффективное управление лесами. Мониторинг лесов. Формирование «лесопаркового зеленого пояса».



Рисунок 14 – Элементы концепции устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах

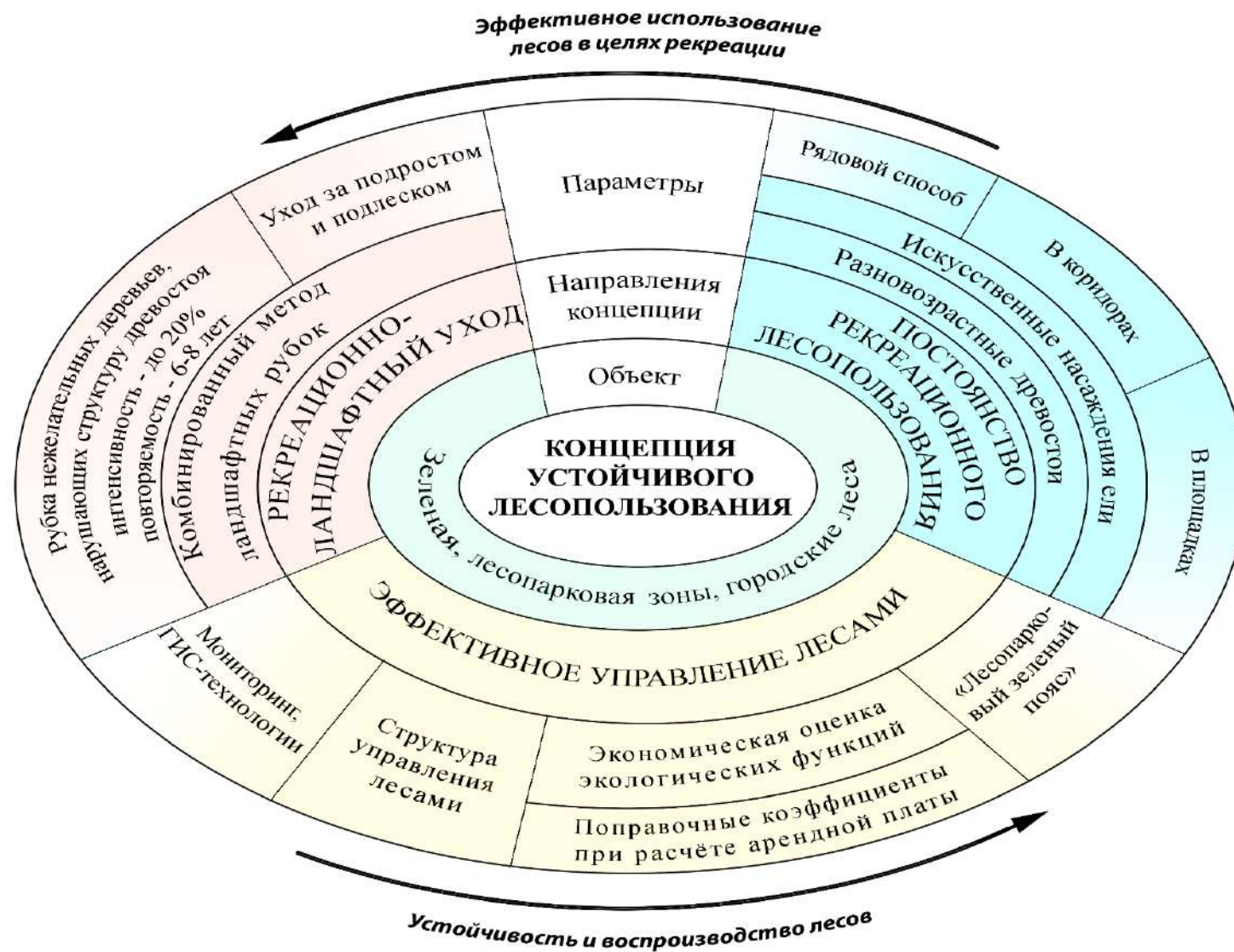


Рисунок 15 – Концепция устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах

МОНИТОРИНГ ЛЕСОВ ЗЕЛЕННЫХ, ЛЕСОПАРКОВЫХ ЗОН И ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ
Методы, технологии и средства
<ul style="list-style-type: none"> - Методы лесной, ландшафтной таксации - Расчет объема показателей экологической продуктивности лесов - Материалы лесоустройства, ГЛР, ГУЛФ - БПЛА ZALA 421-04Ф-К - Дрон Dji Phantom - Космические снимки со спутника Landsat - Программы ArcGIS, QGIS, SAGAGIS, MapInfo, КОМПАС-3D v16.1
Показатели оценки
<ul style="list-style-type: none"> - Организация территории - Лесоводственно-таксационные, ландшафтные показатели - Эдафические условия - Экологические функции леса
Результат
<ul style="list-style-type: none"> - Инвентаризация лесов. Нормативная, фактическая площадь зеленой зоны. Оценка трансформации территорий. Вегетационный индекс NDVI, ARVI. Корректировка (уточнение) границ - Реестр объектов территории общего пользования. Рекреационная нагрузка. Оптимальный ассортимент древесных и кустарниковых растений - Закономерности роста насаждений. Нормативы ландшафтной рубки в городских лесах - Экономическая оценка экологических функций леса, объем депонирования углерода - Оптимизация структуры управления лесами.

Рисунок 16 – Методы, показатели оценки и результат мониторинга лесов зеленых, лесопарковых зон и городских лесов

Интенсивный рост городов влечет за собой необходимость включения в них природных ландшафтов, чередуя при этом открытые и озелененные территории. В Федеральный закон «Об охране окружающей среды» редакцией введена статья 62.1. Лесопарковый зеленый пояс, определяющая, что права граждан на благоприятную окружающую среду могут реализовываться через создание «лесопарковых зеленых поясов», которые имеют статус сходный с лесами, выполняющими функции защиты природных и иных объектов, с ограниченным природопользованием и особым режимом ведения хозяйства для сохранения естественных экологических систем. С учетом особенностей территориального размещения лесов, расположения рекреационных ресурсов и промышленных предприятий и на основе рекреационной оценки территории для городов с численность населения более одного млн. чел. разработаны критерии выделения «лесопаркового зеленого пояса».

Радиус выделения пояса до 50 км, включая существующие леса зеленой зоны, лесопарковой зоны, нерестоохраняемые полосы лесов, защитные полосы лесов вдоль дорог, входящие в I пояс Уфимской агломерации с сохранением правового режима вышеуказанных категорий лесов и указанием обременения

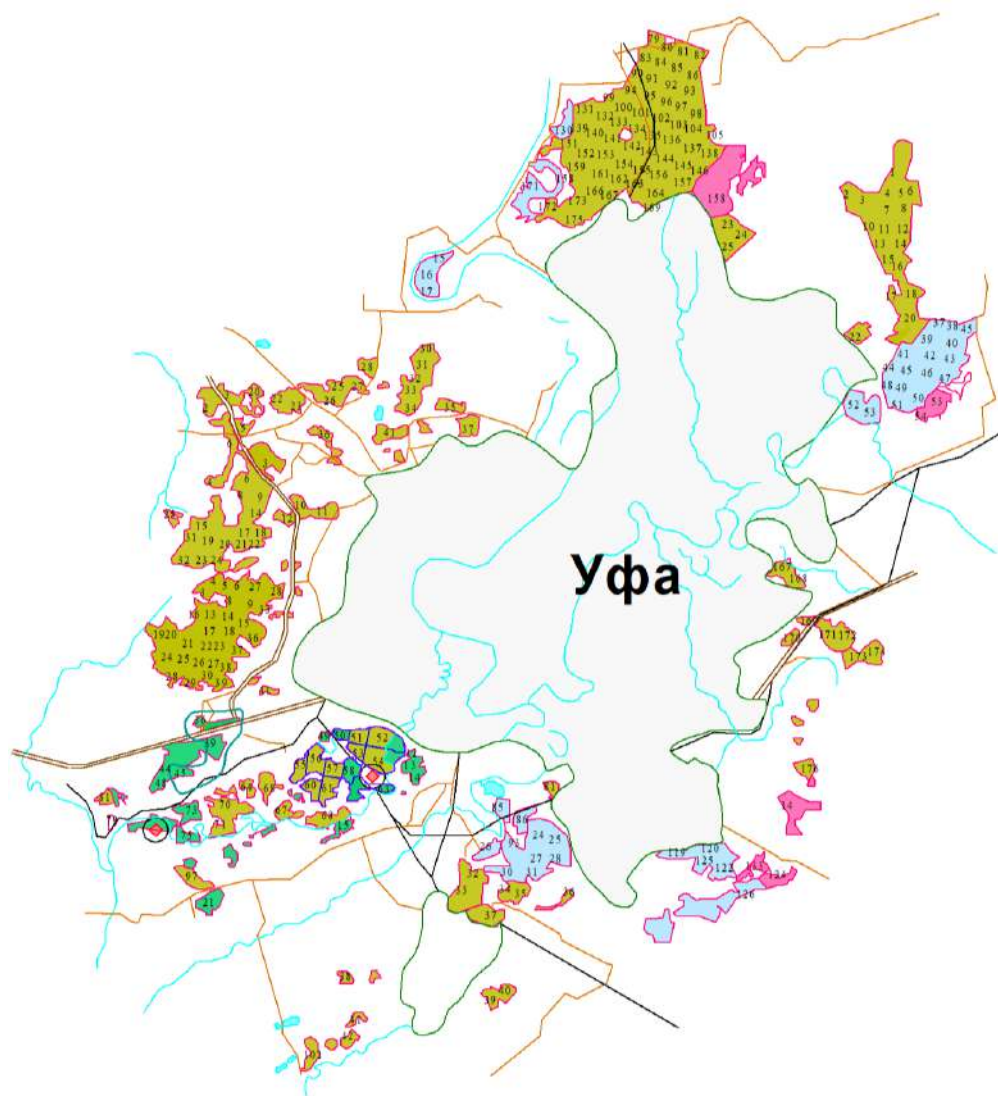
при наличии (таблица 10). Карта-схема проекта «лесопаркового зеленого пояса» вокруг г. Уфы приведена на рисунке 17.

Таблица 10 – Критерии выделения «лесопаркового зеленого пояса» (ЛЗП)

Критерии для выделения ЛЗП	Параметры	
	обобщенные	для ЛЗП вокруг г. Уфы
1. Численность населения	более 1 млн. чел.	1,1 млн. чел.
2. Наличие факторов риска для устойчивого функционирования лесных экосистем	ограничение режима пользования и хозяйствования, сохранение лесных экосистем на урбанизированных территориях	«разрастание» города с увеличением жителей; в северо-восточной части г. Уфы сконцентрирована промзона с крупными перерабатывающими предприятиями нефтегазовой отрасли и деревообработки
3. Характер размещения	категория защитных лесов с сохранением режима пользования; указанием обременения при наличии	леса зеленой зоны, лесопарковой зоны; нерестоохраняемые полосы лесов; защитные полосы лесов вдоль дорог; особо защитные участки леса
	конфигурация зависит от характера рельефа, водных объектов	неравномерная (живописный пересеченный рельеф, долины трех рек, сельскохозяйственные угодья)
	радиус в пределах зеленой зоны	до 50 км
	площадь	28853,1 га
4. Развитая инфраструктура и наличие рекреационных ресурсов	наличие водных объектов	большие водные пространства рек Уфа, Белая, Дема
	рекреационная инфраструктура	высокая транспортная освоенность; инженерные сети; объекты социально-бытового назначения
	наличие ООПТ	Юматовские опытные лесные культуры
5. Качество территории для использования в целях рекреации	рекреационная емкость	89,5 тыс. человек (3,1 чел/га)
	качество насаждений по коэффициенту (Рысин, 2003) - привлекательности - комфортности - устойчивости класс рекреационной ценности	высокое (0,76) высокое (0,72) высокое (0,61) II, использование возможно без ограничений

Обоснование выделения «лесопаркового зеленого пояса» г. Уфы:

- общность лесных территорий муниципальных образований, входящих в состав агломерации, главным фактором объединения которых является единое лесохозяйственное предприятие – Уфимское лесничество;
- не все лесные территории муниципальных образований I пояса агломерации, вошли в состав Уфимского лесничества;
- наличие живописного пересеченного рельефа, долин крупных рек, сельскохозяйственных угодий обосновывает неравномерную конфигурацию проектируемого «лесопаркового зеленого пояса»;



Условные обозначения

- граница существующего «лесопаркового зеленого пояса»
- граница проектируемого «лесопаркового зеленого пояса»
- Реки
- Дороги
- Граница города Уфы

Категории защитных лесов

- Зеленая зона
- Лесопарковая зона
- Нерестоохранные полосы лесов
- Защитные полосы лесов, расположенные вдоль дорог
- ◊ ООПТ регионального значения

Рисунок 17 – Проект «лесопаркового зеленого пояса» вокруг г. Уфы

- неравномерность пространственной структуры существующего сегодня «лесопаркового зеленого пояса» вокруг г. Уфы: сформировать «пояс» в радиусе до 50 км с включением территорий, примыкающих к северо-восточной части г. Уфы – часть территории Иглинского (4121,3 га) и Уфимского лесничеств (8716,6 га), где сконцентрирована промзона города с крупными перерабатывающими предприятиями нефтегазовой отрасли и деревообработки, за счет части зеленой зоны, нерестоохранных полос лесов, защитных полос лесов вдоль дорог, находящихся в собственности субъектов РФ; «пояс» дополняется снаружи зелеными клиньями, примыкающими к территории города с севера, севера-запада, юга и юго-запада, имеющими высокие рекреационные показатели (привлекательность, комфортность, устойчивость), в том числе частью территории Архангельского (223,4 га) и Уфимского лесничеств (15791,8 га), включая выделенный в 2017 г лесной массив площадью 1682 га.

II. Постоянство рекреационного лесопользования. Формирование разновозрастных насаждений с использованием основного, дополнительного ассортимента и интродуцентов, которые показали высокую устойчивость и акклиматизированность к условиям республики и г. Уфы. В лесах зеленой зоны в приспевающих и спелых высокополнотных древостоях после проведения добровольно-выборочной рубки, выборочной санитарной рубки интенсивностью до 30 % (в зависимости от начальной полноты древостоя) рекомендуется создание рядовых культур ели обыкновенной шириной междурядий 3, 5 или 7 м. При полосно-постепенной рубке – создание культур в коридорах шириной 25 м. В низкополнотных распадающихся древостоях наиболее эффективны культуры ели в площадках 2×2 м с размещением через 5 м (таблица 11).

Таблица 11 – Рекомендуемый тип чистых лесных культур ели обыкновенной в снытьевом типе леса

Вид		Способ размещения	Количество посадочных мест, тыс. шт./га
подпологовые при полноте материнского полога	0,3	рядовые 0,75х3 м	4,0-4,1
	0,5	рядовые 0,75х5 м	2,5-3,6
	0,7	рядовые 0,75х7 м	1,6-2,2
в коридорах		рядовые 0,75х3 м	4,0-4,5
на вырубке		рядовые 0,75х3 м	4,0-4,8
		в площадках 2×2 м, с размещением площадок через 5 м	14,0-14,3

III. Рекреационно-ландшафтный уход за лесами и насаждениями территорий общего пользования. В чистых по составу березовых и липовых культурах паркового типа полнотой 0,7 и выше, V и VI классов возраста рекомендуется проводить комбинированным методом ландшафтных рубок. Нормативы рубок включают: интенсивность до 20 % по запасу, в несколько приемов с интервалом рубки 6-8 лет; вырубка «нежелательных деревьев, нарушающих структуру ландшафта», в том числе I, II классов роста по Крафту,

выпадающих по показателям диаметра из общей структуры насаждения, что позволяет выровнять стволы березы и липы по диаметру с оставлением максимального количества стволов в центральных ступенях толщины, усилить глубину видимости, обеспечивает контрастность, масштабность отдельных компонентов и соразмерность частей паркового ландшафта; вырубка зараженных вредными организмами, с механическими повреждениями деревьев для улучшения санитарного состояния и повышения декоративных качеств насаждения; разреживание подроста и омолаживание подлеска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Умеренно-континентальный климат, расчлененность рельефа, разнообразие эдафических условий обуславливают наличие контрастных и уникальных лесных ландшафтов Южного Урала, в числе которых леса зеленых, лесопарковых зон, городские леса, выступающие объектами многофункционального лесопользования. Устойчивое развитие лесных экосистем можно обеспечить проведением системы мероприятий с предварительной организацией мониторинга.

1. Леса зеленой зоны составляют 5,2 % площади лесного фонда Республики Башкортостан. Уменьшение площади зеленых зон в значительной степени связано с отнесением их к части городских лесов. Выявлена недостаточность площади зеленых зон: для достижения нормативного размера требуется увеличить ее на 30 %. Эффективное управление городскими лесами, лесами зеленых и лесопарковых зон определяется, в первую очередь, четкой регламентацией их ведомственной принадлежности. Законодательно не определена ведомственная принадлежность лесов на землях населенных пунктов. Неурегулированность кадастрового учета лесов, относящихся к различным ведомствам, привела к наложению границ Уфимского и Уфимского городского лесничеств.

2. Объем депонирования углерода, его запас и годовая абсорбция биомассой хвойных и лиственных насаждений определяются породным составом, возрастом, запасом древесины, лесистостью, природно-климатическими условиями, богатством почв. У хвойных древесных видов самые высокие показатели абсорбции углерода в возрасте 20-40 лет, у большинства лиственных – в спелом возрасте. В течение года лиственные насаждения поглощают до 2,22 тыс. т/га углерода, хвойные – до 1,7 тыс. т/га. Разработанная шкала степени рекреационной освоенности территории включает девять оценочных критериев: количество участков, используемых для осуществления рекреационной деятельности (юридическая форма – аренда, безвозмездное пользование); численность населения; протяженность дорог; лесистость; площадь эксплуатационных, защитных лесов; площадь лесного фонда по хозяйствам; густота речной сети; наличие ООПТ. Учет стоимости, выполняемых лесами «экосистемных функций», как составляющей арендной платы за пользование лесом в целях рекреации должен осуществляться с формированием базы данных, картированием и внесением их в ГЛР по каждому лесничеству. Введение дополнительных поправочных коэффициентов,

учитывающих класс совершенства насаждения, наличие водных объектов и абсорбирующую функцию лесов, в расчет арендной платы при освоении лесов в целях рекреации позволит ранжировать лесные участки и объективно оценивать их в зависимости от степени востребованности арендаторами.

3. Впервые для Южного Урала изучены возможности применения ГИС-технологий в мониторинге лесов для выявления трансформации типов подстилающей поверхности городских лесов. Мониторинг с использованием ГИС-технологий, среди которых спутниковые данные Landsat являются эффективными наборами данных, позволяют охватить одновременно большие площади и проводить сопряженный анализ картографической и иной информации по различным параметрам. Эффективность применения ГИС-технологий показана на примере исследования продуктивности лесопарковых насаждений по значению индекса вегетации NDVI.

4. Леса зеленой, лесопарковой зоны и городские леса неоднородны по возрастному составу и отличаются видовым разнообразием: насчитывается более 50 древесно-кустарниковых пород, среди которых выделены породы основного, дополнительного ассортимента и интродуценты. Установлены достоверные связи падения радиального прироста с увеличением рекреационной нагрузки (чел.-час/га) и степенью вытоптанности (%). Однако, интенсивность снижения показателей у различных пород и деревьев разного жизненного состояния по стадиям дигрессии не одинакова. Жизненное состояние как хвойных, так и лиственных деревьев при рекреационном воздействии отражается на показателях ассимиляционного и репродуктивного аппарата: средняя площадь листовой пластины, количество цветков в соцветии, длина прилистника у здоровых деревьев достоверно отличаются от показателей сильно ослабленных деревьев.

5. Длительное и интенсивное воздействие антропогенных факторов не привело к возникновению необратимых процессов в почвах исследуемых объектов. Леса зеленой, лесопарковой зоны и городские леса характеризуются устойчивыми показателями почвенного плодородия с незначительными признаками ухудшения физико-химических и механических свойств: потерей комковато-зернистой структуры, переуплотнением, частичным ухудшением водного и воздушно-теплового режимов. В зависимости от стадии рекреационной дигрессии в почве изменяется содержание гумуса от 5,82 до 3,1 %. Те же закономерности в содержании по стадиям дигрессии свойственны и для других элементов почвы. Минеральные удобрения, внесенные в почву насаждений липы мелколистной зеленой зоны, повысили продуктивность, устойчивость, фитомассу кроны и живого напочвенного покрова.

6. Обеспечение перехода на новый уровень устойчивого лесопаркового управления рассмотрено через формирование лесных территорий с особым правовым статусом «лесопарковый зеленый пояс», который предназначен для целей ограничения режима пользования этих территорий в условиях роста населения и угрозы возникновения необратимых процессов в их функционировании. Обосновано выделение «лесопаркового зеленого пояса» для городов с численностью населения более 1 млн. чел. по следующим

критериям: численность населения; наличие факторов риска для устойчивого функционирования лесных экосистем; характер размещения; развитая инфраструктура и наличие рекреационных ресурсов; качество территории для использования в целях рекреации. Целесообразность выделения «лесопаркового зеленого пояса» вокруг г. Уфы связана с «разрастанием» города, интенсивной малоэтажной застройкой пригородных территорий при увеличении численности населения, концентрацией в северо-восточной части города промзоны с крупными перерабатывающими предприятиями нефтегазовой отрасли и деревообработки. Проект ЛЗП находится в границах зеленой зоны радиусом до 50 км, включает существующие леса зеленой, лесопарковой зоны, нерестоохраняемые полосы лесов, защитные полосы лесов вдоль дорог, входящие в I пояс Уфимской агломерации, с сохранением правового режима вышеуказанных категорий лесов.

7. Реализация концепции устойчивого лесопользования в зеленой, лесопарковой зонах и городских лесах, основополагающими направлениями развития которой являются постоянство рекреационного лесопользования, эффективное управление лесами, рекреационно-ландшафтный уход, позволит обеспечить повышение эффективности использования лесов в целях рекреации при высокой степени освоенности ресурсов с одновременным сохранением устойчивости и воспроизводства лесов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в ведущих изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Гибадуллин, Н.Ф. Система рубок в липняках рекреационных лесов/ Н.Ф. Гибадуллин, **М.В. Мартынова**, И.И. Игонин // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – Т.9. – № 2(32). – С. 108-113.
2. Султанова, Р.Р. Рекреационное лесопользование в Республике Башкортостан: состояние и перспективы/ Р.Р. Султанова, **М.В. Мартынова**, И.А. Савельева // Вестник Башкирского ГАУ. – 2015. – № 1(33). – С. 114-121.
3. **Мартынова, М.В.** Динамика культур ели обыкновенной на липовых вырубках Республики Башкортостан/ М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова, А.К. Габделхаков // Вестник Башкирского ГАУ. – 2016. – № 2(38). – С. 111-115.
4. **Мартынова, М.В.** Особенности лесообразовательного процесса в липовых лесах Среднего Предуралья / М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова, А.Ф. Хайретдинов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2016. – № 1. – С. 55-63.
5. **Мартынова, М.В.** Состояние нижних ярусов растительности в липовых лесах и на вырубках/ М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2019. – Т. 23. – № 2. – С. 55-60.
6. Конашова, С.И. Формирование широколиственных лесов в условиях интенсивной рекреации / С.И. Конашова, Р.Р. Султанова, **М.В. Мартынова**, З.З. Рахматуллин // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2020. – №1. – С. 32-43.

7. Габделхаков, А.К. Определение диаметров деревьев липы по замерам пней / А.К. Габделхаков, З.З. Рахматуллин, **М.В. Мартынова**, И.И. Фазлутдинов, И.А. Муллагалеев // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2020. – № 3. – С. 48-61.

8. **Мартынова, М.В.** Оценка трансформации городских лесов с использованием ГИС-технологий / М.В. Мартынова // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 1(62). – С. 131-137.

9. **Мартынова, М.В.** Оценка площади зеленых зон на территории Республики Башкортостан / М.В. Мартынова // Лесотехнический журнал. – 2021. – № 1 (41). – С. 36-45.

10. **Мартынова, М.В.** Влияние антропогенной нагрузки на насаждения хвойных и лиственных пород в условиях города Уфы / М.В. Мартынова // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2021. – № 1. – С. 81-93.

Статьи, входящие в международные базы цитирования (Web of Science, Scopus)

11. Sultanova, R. Evaluation of ecological potential of forests/ R.R. Sultanova, K.M. Gabdrakhimov, A.F. Khayretdinov, S.I. Konashova, V.F. Konovalov, L.N. Blonskaya, I.G. Sabirzyanov, **M.V. Martynova**, R.R. Isyanyulova, A.K. Gabdelkhakov // Journal of Engineering and Applied Sciences.– 2018. – Т. 13. № S8. – Pp. 6590-6596.

12. Gabdrakhimov, K.M. Reproduction of stable pine forests in the Southern Urals / K.M. Gabdrakhimov, A.F. Khayretdinov, R.R. Sultanova, S.I. Konashova, V.F. Konovalov, I.G. Sabirzyanov, A.K. Gabdelkhakov, R.R. Isyanyulova, **M.V. Martynova**, L.N. Blonskaya // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – Т. 13. № S8. – Pp. 6494-6499.

13. Blonskaya, L.N. Biological indices of bashkir lombardy poplar (*Populus nigra* l. × *populus nigra* var. *italica* du roi) in urban landscapes/ L.N. Blonskaya, R.R. Sultanova, S.I. Muftakhova, **M.V. Martynova**, S.I. Konashova, I.G. Sabirzyanov, A.Sh. Timeryanov, E.R. Khanova, L.M. Ishbirdina, G. Odintsov // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2019. – Т. 25. № S2.– Pp. 30-36.

14. **Martynova, M.** Forest management based on the principles of multifunctional forest use / M. Martynova, R. Sultanova, D. Khanov, E. Talipov, R. Sazgutdinova // Journal of Sustainable Forestry. – 2020. – V.40 – Pp. 32-46.

15. **Martynova, M.** Growth of *Tilia cordata* Mill. in urban forests / M. Martynova, R. Sultanova, G. Odintsov, R. Sazgutdinova, E. Khanova// South-East European Forestry. – 2020. – 11(1). – Pp. 1-9.

16. Gabdelkhakov A. Evaluating diameter distribution series of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) in forest stands / A. Gabdelkhakov, Z. Rakhmatullin, **M. Martynova**, I. Fazludtinov, I. Mullagaleev//Plant Methods. – 2021.– Т. 17.– № 1.

17. **Martynova, M.** Assessment of urban plantations spatial-temporal structure / M. Martynova // Journal of Environmental Accounting and Management. – 2021 – V. 10, Issue 1. Pp. – 39-47.

18. Sultanova, R.R. Carbon stocks in the forests of the Ural Region / R.R. Sultanova, **M.V. Martynova**, G.E. Odintsov, Yu. A. Yanbayev // *Baltic Forestry* this link is disabled, 2022, 28(1), 608.

Статьи в прочих изданиях

19. **Мартынова, М.В.** Рекреационное лесопользование на территории, прилегающей к Павловскому водохранилищу/ М.В. Мартынова // *Студент и аграрная наука. Материалы IV Всеросс. студенческой конф.* – 2010. – С. 149.

20. **Martynova, M.V.** Recreational forest use on the territory adjacent to Pavlovsky reservoir/ M.V. Martynova, R.R. Sultanova // *Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach.* – 2011. – Т. V. – С. 163-168.

21. **Мартынова, М.В.** Комплексная оценка рекреационного потенциала природного парка «Мурадымовское ущелье»/ М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова // *Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach.* – 2012. – С. 318.

22. **Мартынова, М.В.** Оптимизация рекреационного лесопользования территории, прилегающей к Павловскому водохранилищу / М.В. Мартынова // *Особенности развития агропромышленного комплекса на современном этапе. Всероссийская научно-практ. конф. в рамках XXI Международной спец. выставки «АгроКомплекс-2011».* Уфа, 2011. – С. 253-254.

23. **Мартынова, М.В.** Рекреационный потенциал Башкирского Предуралья / М.В. Мартынова, Д.А. Ханов // *Актуальные проблемы лесного комплекса.* – 2012. – № 33. – С. 96-99.

24. **Мартынова, М.В.** Оценка лесных ресурсов Республики Башкортостан для целей рекреации (на примере Павловского водохранилища и природного парка «Мурадымовское ущелье»)/ М.В. Мартынова, Т.Ч. Фаттахов // *Научные исследования в современном мире: проблемы, перспективы, вызовы. II Межд. молодежная научной конф. молодых ученых России и Германии в рамках ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы.* – 2012. – С. 184-189.

25. **Мартынова, М.В.** Закономерности роста культур ели обыкновенной на вырубке и под пологом липового древостоя / М.В. Мартынова // *Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Башкирский государственный аграрный университет.* – 2014. – С. 225-229.

26. **Мартынова, М.В.** Рекреационное использование искусственных насаждений сосны обыкновенной в Республике Башкортостан / М.В. Мартынова, Э.Р. Насырова // *Инновационному развитию агропромышленного комплекса – научное обеспечение. Материалы Международной научно-практ. конф. в рамках XXII Международной спец. выставки «АгроКомплекс-2012».* Уфа, 2012. – С. 125-127.

27. **Мартынова, М.В.** Оценка рекреационного лесопользования в зоне Предуралья / М.В. Мартынова // *Инновационному развитию агропромышленного комплекса – научное обеспечение. Материалы Международной научно-практ. конф. в рамках XXII Международной спец. выставки «АгроКомплекс-2012».* Уфа, 2012. – С. 122-125.

28. **Мартынова, М.В.** Туристско-рекреационные ресурсы в системе рекреационного лесопользования/ М.В. Мартынова // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. – 2016. – С. 89-91.

29. **Мартынова, М.В.** Туристско-рекреационный потенциал территории, прилегающей к Павловскому водохранилищу / М.В. Мартынова // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона. «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Рязань, 2016. – С. 188-190.

30. **Мартынова, М.В.** Рост культур ели обыкновенной в липняках / М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова // Проблемы сохранения и преобразования агроландшафтов. Материалы Международной интернет-конф., посвященной 225-летию со дня рождения С.Т. Аксакова. Уфа, 2016. – С. 270-273.

31. **Мартынова, М.В.** Правовой режим лесов, вовлеченных в рекреационное лесопользование / М.В. Мартынова // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. Материалы III международной научно-практической конф. Саратов, 2016. – С. 119-124.

32. **Мартынова, М.В.** Правовые основы ведения хозяйства в рекреационных лесах / М.В. Мартынова // Законодательные исследования. Выпуск 12 / Секретариат Государственного Собрания – Курултая Республики Башкортостан. – Уфа: Мир печати, 2016. – С. 214-222

33. **Мартынова, М.В.** Рекреационное использование природных и культурно-исторических ресурсов Республики Башкортостан / М.В. Мартынова // Совершенствование системы физического воспитания, спортивной тренировки, туризма и оздоровления различных категорий населения. XVI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Сургут, 2017. – С. 306-310.

34. **Мартынова, М.В.** Освоенность территории Республики Башкортостан по видам лесопользования/ М.В. Мартынова // В книге: Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы II Международной научно-технической конференции. – 2017. – С. 193-196.

35. **Мартынова, М.В.** Экономическая оценка экологических функций лесов Республики Башкортостан/ М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова, А.К. Габделхаков // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. Международный сборник научных статей. – 2018. – С. 92-99.

36. Халикова, О.В. Анализ изменения санитарного состояния древесных растений в парке культуры и отдыха «Первомайский» г. Уфы за 2017-2019 гг./ О.В. Халикова, **М.В. Мартынова**, С.И. Муфтахова // Российский электронный научный журнал. – 2019. – № 3(33). – С. 216-228.

37. Рахматуллин, З.З. Динамика NDVI растительного покрова Лесопарка им. Лесоводов Башкирии/ З.З. Рахматуллин, И.Р. Рахматуллина, А.К. Габделхаков, **М.В. Мартынова**, Р.Р. Султанова // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. – 2019. – С. 104-113.

38. **Мартынова, М.В.** Разработка рекреационного маршрута на основе

оценки рекреационного потенциала Иглинского лесничества Республики Башкортостан / М.В. Мартынова, Т.И. Рябова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие АПК. Материалы 70-й Международной научно-практ. конф.. Рязань, 2019. – С. 72-75.

39. Одинцов Г.Е. Влияние защитных лесных насаждений на элементы микроклимата / Г.Е. Одинцов, А.Ш. Тимерьянов, **М.В. Мартынова** // Потенциал науки и современного образования в решении приоритетных задач АПК и лесного хозяйства. Юбилейная национальная научно-практ. конференции. Рязанский ГАУ им. П.А. Костычева. Рязань, 2019. – С. 233-236.

40. **Мартынова, М.В.** Депонирование углерода лесами, расположенными на землях лесного фонда Республики Башкортостан / М.В. Мартынова // Российский электронный научный журнал. – 2021. – № 2 (40). – С. 161-168.

41. **Мартынова, М.В.** Многофункциональное использование липняков Республики Башкортостан / М.В. Мартынова // Уфимский гуманитарный научный форум. АН Республики Башкортостан. Уфа, 2020. – С. 558-561.

42. **Мартынова, М.В.** Состояние интродуцентов в насаждениях города Уфы / М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова // В книге: Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VI Международной научно-технической конференции. Том 2. Под. ред. А.А. Добровольского. Санкт-Петербург, 2021. – С. 11-13.

43. **Мартынова, М.В.** Комплексная оценка рекреационного потенциала городских лесов г. Уфы / М.В. Мартынова // Российский электронный научный журнал. – 2021. – № 3 (41).

44. **Мартынова, М.В.** Методический подход к оценке лесных участков, вовлеченных в рекреационное пользование / М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова // В книге: Леса России: политика, промышленность, наука, образование. материалы VII Всероссийской научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2022. – С. 248-250.

Учебник, учебное пособие

45. Султанова, Р.Р. Основы рекреационного лесоводства: учебник для вузов / Р.Р. Султанова, **М.В. Мартынова**. – Санкт-Петербург: Лань, 2018.–264 с. (2-ое издание 2021 г.)

46. Султанова, Р.Р. Оптимизация рекреационного лесопользования: учебное пособие / Р.Р. Султанова, А.Ф. Хайретдинов, **М.В. Мартынова**. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2015. – 254 с.