

На правах рукописи

Нешатаева Елена Викторовна

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЛЕСОПОКРЫТЫХ ЛАНДШАФТОВ
В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА С
ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Брянск – 2015

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова».

Научный руководитель: **Ковязин Василий Федорович**,
доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ
ВПО «Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет им. С.М. Кирова»

Официальные оппоненты: **Дружинин Федор Николаевич**,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная
Молочнохозяйственная академия им. Н.В.
Верещагина»
Тиходеева Марина Юрьевна,
кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ
ВПО «Санкт-Петербургский государственный
университет»

Ведущая организация: Государственное научное учреждение Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»

Защита диссертации состоится «25» сентября 2015 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.019.01 в ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия» по адресу:

241037, г. Брянск, пр-т. Ст. Димитрова, 3.

Телефон: (4832)74-03-37 Факс: (4832)74-60-08 Email: bgita@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия» и на сайте <http://www.bgita.ru>.

Приглашаем Вас принять участие в работе совета, в случае невозможности прибыть на заседание, отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим направлять в адрес совета.

Автореферат разослан «___» _____ 2015 г. и размещен на сайтах ВАК РФ: <http://vak.ed.gov.ru/> и ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия»: <http://www.bgita.ru>

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Нартов Д.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время актуальна проблема устойчивого управления рекреационными лесами в связи с урбанизацией населения вблизи таких крупных мегаполисов как Санкт-Петербург. В связи с растущей нагрузкой на рекреационные лесные биогеоценозы появляется необходимость более тщательно поддерживать средообразующие и социальные функции лесопарков Санкт-Петербурга. При этом основной социальной функцией городских лесов, представленных в Санкт-Петербурге Курортным лесопарком, является рекреационная функция.

Для повышения устойчивости, привлекательности и доступности лесопарковых насаждений Санкт-Петербурга необходимо проводить качественные оценочные мероприятия в отношении рекреационных лесов, позволяющие проектировать на ее основе лесохозяйственную деятельность. При этом использование ГИС-технологий упрощает выставление комплексной оценки лесопарковым насаждениям, позволяет разрабатывать изменяющиеся во времени семантические и картографические базы данных рекреационных лесов. Предложенная методика рекреационной оценки лесов может быть использована при лесоустройстве и разработке методики кадастровой оценки рекреационных лесов.

Степень разработанности темы исследований. В настоящее время существует несколько методик оценки рекреационных лесов. Каждая из этих методик имеет свои особенности. Авторы Э. Репшас (1994), В.С.Моисеев и др. (1990), в попытке наиболее полно и точно описать рекреационную ценность участка, включают в оценку показатели, не связанные с ландшафтными и таксационными характеристиками насаждений. Получить количественную информацию о таких показателях при выполнении лесоустроительных работ невозможно, требуются дополнительные измерения. Таким образом, методики, включающие в себя эти показатели, применимы лишь для тех лесных участков, оценка которых представляет особый интерес для исследователя и возможна в случае наличия материальных и трудовых ресурсов.

Ныне действующая методика ФГУП «Рослесинфорг» (2012) оценки рекреационных лесов, успешно используемая последнее время в рекреационных лесах Санкт-Петербурга, имеет недостатки. Она не учитывает антропоклиматическое воздействие леса на человека, пешеходную доступность лесных участков для рекреантов. К тому же некоторые показатели, вовлеченные в ныне действующую методику оценки, устанавливаются таксатором субъективно, в то время как они могут определяться численными показателями. Таким образом, существующие методики не могут дать комплексную оценку рекреационных лесов.

Цель и задачи исследований. Целью исследования является совершенствование методики комплексной оценки рекреационных лесов с привлечением дополнительных показателей лесных участков, часть которых

определяется при помощи ГИС-технологий для обеспечения устойчивого управления рекреационными лесами.

Задачи исследований:

1. Провести анализ существующих методик рекреационной оценки лесов;
2. Выявить основные таксационные, ландшафтные показатели и ситуационные характеристики, влияющие на рекреационную ценность лесов;
3. Разработать методику комплексной оценки лесопокрываемых ландшафтов в лесах рекреационного назначения, позволяющую устанавливать рекреационную ценность лесного участка по материалам лесоустроительных документов и картографических материалов, составленных с помощью ГИС-технологий, без дополнительных полевых измерений;
4. Апробировать предложенную методику комплексной оценки рекреационных лесов на территории Курортного лесопарка Санкт-Петербурга;
5. Определить направления практического использования предложенной методики.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

Впервые применен комплексный подход при определении рекреационной оценки лесопарковых ландшафтов, заключающийся в обосновании необходимости объединения показателей, влияющих на рекреационную оценку в группах оценок устойчивости, комфортности и ситуационных свойств лесных участков. При этом предложено авторское определение комфортности и ситуационных свойств лесных участков; теоретически обосновано применение дополнительных показателей лесной и ландшафтной таксации, а также пространственных характеристик лесных участков, не используемых в действующей методике при определении рекреационной оценки лесопарковых ландшафтов; выявлены весовые коэффициенты всех показателей, влияющих на устойчивость, комфортность, ситуационные свойства и комплексную рекреационную оценку лесного участка.

Теоретическая и практическая значимость.

Доказана необходимость использования групп показателей, влияющих на рекреационную ценность лесных участков, расположенных в границах лесов Санкт-Петербурга.

Выявлена степень влияния каждого предложенного в составе группы показателя на рекреационную ценность лесов.

Дано научное обоснование необходимости ранжирования балльных оценок, выставляемых рекреационным лесам, по группам признаков.

Предложен способ усовершенствования методики комплексной оценки рекреационных лесов на основании выявленных зависимостей между рекреационной ценностью насаждений и их таксационно-ландшафтными показателями.

Раскрыты пути повышения эффективности рекреационного лесопользования с использованием комплексной оценки, полученной на основании предложенной методики.

Получены картографические и семантические базы данных рекреационной привлекательности лесов Санкт-Петербурга с применением ГИС-технологий.

Практическая значимость заключается в возможности использования предложенной методики при лесоустроительных работах, проектировании лесохозяйственных мероприятий в рекреационных лесах и при разработке методики кадастровой оценки рекреационных лесов.

Методология и методы исследования. Для достижения поставленной цели исследования использована общенаучная методология, базирующаяся на методах эксперимента, анализа, синтеза, современных математических и статистических методах, применяемых для обработки полевых результатов, которые широко применяются в естественнонаучных исследованиях.

Положения, выносимые на защиту:

1. Теоретическое обоснование необходимости внесения в методику оценки рекреационных лесов показателя комфортности территории, под которой понимается удобство человека находиться в лесопарковом ландшафте с точки зрения эстетического, эмоционального и антропоклиматического восприятия природного комплекса;

2. Доказана необходимость учета ситуационных свойств лесных участков, связанных с их положением на карте или плане рельефа местности (близость к дорогам, населенным пунктам, водоемам) при комплексной рекреационной оценке лесопокрытых ландшафтов;

3. Необходимость использования весовых коэффициентов для каждого из показателей, влияющих на оценку устойчивости, комфортности и ситуационных свойств, а также перцентильного ранжирования в рамках каждой из оценок в целях их приведения в единую классификационную систему.

Достоверность обеспечивалась применением современных методик проведения лесоводственных исследований и обработки исходных данных с использованием компьютерных технологий. Исследования выполнены с доверительной вероятностью 0,95. Полученный материал обрабатывался методами математической статистики с помощью приложений Microsoft Excel и программы MapInfo.

Апробация результатов. Основные результаты исследований докладывались на ежегодных научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава СПбГЛТУ им. С.М. Кирова в 2013 и 2014 годах в рамках научных сессий кафедры лесоводства. Тематика исследований представлялась и на международных конференциях: международной научно-технической интернет-конференции «ЛЕСА РОССИИ В XXI ВЕКЕ» (Санкт-Петербург, 2011), международной научно-технической конференции «Регионы в условиях неустойчивого развития» (Кострома-Шарья, ноябрь 2012), 8й международной научно-практической

конференции «Стратегические вопросы современной науки» (Пржемыч, 2012), международной научно-практической конференции «Современные научные достижения – 2013» (Прага, 2013).

Разработанная база данных по оценке лесопарковых ландшафтов апробирована в Сестрорецком лесничестве Курортного лесопарка.

Личный вклад автора. Исследования выполнены лично автором на всех этапах работы: постановка целей и задач, составление программы исследований, выбор методики исследований, сбор, обработка и анализ полевых исследований, обобщение результатов, обоснование выводов, написание статей и тезисов докладов для участия в научных конференциях.

Публикации. По результатам диссертационных исследований опубликовано 11 работ, из них 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего в себя 108 наименований, в том числе 4 иностранных и трех приложений. Материал изложен на 136 страницах текста, содержит 39 таблиц, 10 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Состояние проблемы исследований

В настоящее время существует несколько отечественных методик определения рекреационной оценки лесов (Гальперин, 1967; Пряхин, 1981, Тихонов, 1983; Тарасов, 1986; Моисеев и др, 1990; Атрохин, 1991; Хайретдинов, 2002; Ирадян, 2004; Горохов, 2005). Имеются и зарубежные методики (Ying Zhang, Xue Zhou, 2013), которые в основном основываются на экономической оценке рекреационных лесов, на потенциальной стоимости тех материальных благ и услуг, которые лес оказывает для человека.

Большая работа по оценке лесопарковой зоны Санкт-Петербурга проведена В.С. Моисеевым, Л.Н. Яновским и др. (1990). Ученые предложили две методики оценки ландшафтных участков в рекреационных лесах. Первая методика основана на лесоводственно-таксационных показателях, получаемых при ландшафтной таксации (оценки рекреационная, эстетическая, проходимости, просматриваемости, шкалы устойчивости и рекреационной дигрессии). Эта методика в настоящее время используется при выполнении лесоустроительных работ не только в лесопарках Санкт-Петербурга, но и в других регионах России.

Вторая методика (Моисеев и др., 1990) основана на математическом моделировании распределения отдыхающих в рекреационных лесах с учетом показателей лесной таксации, пространственного положения объекта отдыха, а также показателей, которые не определяются при лесоустройстве (отношение протяженности береговой линии, доступной для отдыха к ее

общей протяженности, площадь зеркала лесного водоема, длина кроны деревьев, запас древесной зелени и пр.).

Среди других работ следует отметить исследования Э. Репшаса (1994), занимавшегося проблемами рекреационного лесопользования. По результатам его исследований получена методика оценки рекреационных свойств леса, учитывающая антропоклиматические свойства леса.

Существует экономический подход при рекреационной оценке лесов (Тарасов, 1986). Такая оценка может быть проведена несколькими способами: а) затратная; б) результатная оценка рекреационной функции леса; в) рекреационная оценка леса, как результата обмена ценностей; г) оценка рекреационной функции леса по потребительской стоимости и др. Однако, по мнению А. И. Тарасова (1986), экономическая оценка рекреации является наиболее сложным вопросом в теории и практике рекреационного лесопользования.

Из анализа отечественных и зарубежных источников установлено, что наибольшее практическое применение находят методики, основанные на моделировании таксационных и ландшафтных характеристик фитоценозов. Такие методики существуют, но требуют комплексности и усовершенствования. Поэтому нами разработана методика комплексной оценки рекреационных лесов, позволяющая автоматизировать процесс обработки данных с использованием ГИС-технологий.

2. Программа, объекты и методика исследований

Основное внимание в программе исследований уделялось выявлению и доказательству влияния таксационных и ситуационных показателей на рекреационную ценность лесов. Программа исследований включала: 1) выбор и определение показателей лесной и ландшафтной таксации на опытных объектах, оценка ситуационных показателей лесных участков; 2) классификация выбранных показателей на группы; 3) определение удельных весов каждого из показателей в рамках группы; 4) ранжирование оценок по каждой группе показателей для приведения в единую классификационную систему; 5) разработка картографической и семантической баз данных комплексной оценки рекреационных лесов с использованием ГИС-технологий.

При разработке методики комплексной оценки рекреационных лесов в качестве района исследований выбран Курортный лесопарк Санкт-Петербурга, представляющий собой городские леса мегаполиса. Курортный лесопарк занимает площадь 23,6 тыс. га и разделен на 6 участковых лесничеств, при этом большинство лесничеств располагаются в северной части Санкт-Петербурга, на побережье Финского залива. Средняя площадь участкового лесничества составляет порядка 4 тыс. га.

По первому пункту программы заложены 15 временных пробных площадей (ВПП), расположенных в четырех участковых лесничествах Курортного лесопарка. Выбор пробных площадей проводился на основании

их различия друг от друга по таксационным и ландшафтным характеристикам, таким как породный состав и возраст древостоя, тип лесорастительных условий, класс эстетической, рекреационной оценки, степени дигрессии и пр. Такой выбор обоснован необходимостью охватить все разнообразие ландшафтных и таксационных показателей рекреационных лесов. Пробные площади заложены в соответствии с правилами закладки временных площадей, изложенных в учебнике таксации (Минаев и др., 2010). На них проведен сплошной пересчет деревьев, подроста и подлеска, определены таксационные (Минаев и др., 2010) и ландшафтные (Моисеев и др., 1990) характеристики насаждений. На основании таксационных ландшафтных характеристик проводился расчет класса совершенства, являющегося основным показателем, характеризующим рекреационную ценность насаждения в действующей в настоящее время методике оценки насаждений.

В рамках второго пункта программы на основании исследований ученых (Моисеев и др., 1990; Атрохин, 1991; Хайретдинов, 2002; Ирадян, 2004; Репшас, 1994) составлен набор групп показателей лесной и ландшафтной таксации, которые потенциально влияют на рекреационную ценность лесов. Предложена градация каждого показателя в зависимости от изменения степени его влияния на рекреационную ценность лесов.

Результаты измерений лесных и ландшафтных показателей, полученные на 15 ВПП, использованы для определения степени их влияния на рекреационную оценку лесопарковых насаждений. Выбранные лесные и ландшафтные показатели объединены в пары, представляющие собой градуированное значение показателя и класс совершенства. Для всех пар данных по каждому из показателей проведен корреляционный анализ. В случае если коэффициент корреляции между показателем и классом совершенства оказывался выше коэффициента достоверности Брауэ-Пирсона для 15 пар данных, влияние показателя принималось достоверным, и такой показатель включался в предлагаемую методику расчета комплексной оценки лесопокрываемых ландшафтов. В случае, если предлагаемый показатель не участвует в методике выставления класса совершенства лесопокрываемых ландшафтов, то влияние такого показателя рассматривалось не через корреляционный анализ, а через анализ теоретических и практических выводов ученых, описывающих этот признак как фактор, влияющий на рекреационную ценность насаждений. Отобранные по результатам корреляционного анализа показатели объединялись в формулу расчета комплексной оценки лесопокрываемых ландшафтов.

Третий пункт программы исследований заключался в определении удельных весов каждого показателя, влияющего на устойчивость, комфортность и ситуационные свойства лесного участка и на комплексную рекреационную оценку в целом.

Четвертый пункт программы исследований заключался в перцентильном ранжировании групп оценок с использованием 33 и 66

перцентиля, результатом ранжирования являются три класса оценок устойчивости, комфортности и ситуационных свойств.

При выполнении пятого пункта программы составлены картографическая и семантическая базы данных комплексной оценки рекреационных лесов, расположенных в Курортном лесопарке Санкт-Петербурга, с использованием геоинформационной системы MapInfo и программы Microsoft Excel.

3. Обоснование показателей рекреационной оценки лесов

Предлагаем проводить оценку лесопокрытых ландшафтов в лесах рекреационного назначения на основании трех групп оценок:

- устойчивости лесных участков;
- комфортности лесов для рекреантов;
- ситуационных свойств лесных участков.

Оценку устойчивости (таблица 1) и комфортности (таблица 2) насаждений предлагается проводить на основании таксационных и ландшафтных характеристик древостоя. Оценку ситуационных свойств лесных участков предлагается выставлять на основании показателей, характеризующих близость к оцениваемому лесному участку водоемов, степени рекреационной привлекательности таких водоемов и пешеходной доступности лесных участков (таблица 3).

По результатам корреляционного анализа, проведенного на основании данных 15 пробных площадей, получены коэффициенты корреляции, указывающие на взаимосвязь между лесоводственными показателями, входящими в группу оценок устойчивости (таблица 4) или комфортности (таблица 5) и классом совершенства. Значение коэффициента достоверности Брауэ-Пирсона для 15 пар данных при доверительной вероятности 0,95 согласно табличным данным равен 0,4409.

По результатам корреляционного анализа из расчета оценки комфортности насаждений исключается влияние относительной полноты древостоя.

Таблица 1 - Лесоводственные показатели, влияющие на устойчивость насаждений

Показатель оценки		Оценка, балл														
		1			2			3			4			5		
Класс бонитета		5			4			3			2			1		
Наличие отпада, м ³ /га		Более 47			В интервалах 0-7, либо 42-47			В интервалах 7-13, либо 36-42			В интервалах 13-20, либо 30-36			20-30		
Возобновление подростом (в зависимости от количества и возраста)	Возраст подроста, лет	1-5	6-10	>10	1-5	6-10	>10	1-5	6-10	>10	1-5	6-10	>10	1-5	6-10	>10
	Количество подроста, тыс. шт/га	<3	<1	<0,5	3-5	1-3	0,5-1	5-10	3-5	1-3	10-15	5-10	3-5	>15	>10	>5
			Молодняки и средневозрастные древостои													
Устойчивость к рекреационным нагрузкам (в зависимости от типа ЛРУ и преобладающей породы)	Сосна, лиственница	A0,A1,A4,A5,B0,B5, C4,C5,D4,D5			A2,B1,C0,D0			A3,B2,B4,C1,D1			B3,C2,C3,D2,D3			-		
	Береза, осина	A4,A5,B0,B5,C5,D5			A2,A3,B1,C0,D0			B2,C1,C4,D4			B3,C2,D1			C3,D2,D3		
	Ольха	B2,B3,B4,B5,C2,C5			A3,C4			C3			D3			D2		
	Ель, пихта	B4,B5,C4,C5,D4,D5			B2,B3			C2,D1			C3,D2,D3			-		
Стадия дигрессии		5			4			3			2			1		

Таблица 2 – Показатели, влияющие на комфортность насаждений

Показатель оценки	Оценка, балл		
	1	2	3
Просматриваемость лесного участка, м	20 и менее	21-40	Более 40
Относительная полнота древостоя	Более 0,8	0,4-0,8	Менее 0,4
Эстетическая ценность преобладающей породы	Осина, ива, ольха серая, ольха черная	Ель, береза	Сосна, лиственница, липа, твердолиственные породы
Разнообразие видов растений в подлеске	Отсутствуют	1-2 вида	Более 2
Возрастная группа преобладающей породы	Молодняки, перестойные	Средневозрастные, приспевающие	Спелые
Общий отпад, м ³ /га	От 10 и выше	До 10	Отсутствует
Степень увлажнения почвы лесного участка	Ультрагигрофильные (болота) А5-D5, Гигрофильные (сырые) А4-D4	Мезогигрофильные (влажные) А3-D3, Мезофильные (свежие) А2-D2	Мезоксерофильные (сухие) А1-D1, Ксерофильные (очень сухие) А0-D0
Проходимость лесного участка (в зависимости от наихудшего показателя лесного участка)	- ультрагигрофильные или гигрофильные почвы; - густота подроста более 8 тыс. шт/га; - густота подлеска более 5 тыс. шт/га; - захламленность и сухостой более 10 м ³ /га; - крутизна склонов участка более 15°; - относительная полнота древостоя более 0,8	- мезогигрофильные или мезофильные почвы; - густота подроста 2-8 тыс. шт/га; - густота подлеска 2-5 тыс. шт/га; - захламленность и сухостой до 10 м ³ /га; - крутизна склонов участка 5-15°; - относительная полнота древостоя 0,4 - 0,8	- мезоксерофильные или ксерофильные почвы; - густота подроста до 2 тыс. шт/га или отсутствует; - густота подлеска до 2 тыс. шт/га или отсутствует; - захламленность и сухостой отсутствуют; - Участок ровный или с холмами крутизной не более 5°; - относительная полнота древостоя менее 0,4
Распределение древесных пород по степени фитонцидности	Ильмовые	Лиственница, ясень, липа, ольха черная и серая, ива	Дуб, клен, береза, сосна обыкновенная, ель, осина

Таблица 3 – Показатели, влияющие на ситуационные свойства насаждений

Показатель оценки	Оценка, балл			
	1	2	3	4
Привлекательность водоема	Малопригодные для рекреации, мелкие реки и ручьи шириной от десятков сантиметров до нескольких метров, имеющие не большую глубину	Выборочно пригодные для рекреации водоемы, купание в таких водоемах затруднено или дискомфортно в связи с характером побережья (отвесные или торфяные берега, густая растительность по берегам, заболоченность дна (торфяное или илистое дно))	Реки и озера средних размеров площадью от 100 до 200 га, пригодные для всех видов отдыха, связанных с водой, за исключением отдыха с использованием моторных средств передвижения по воде. Такие водоемы обычно имеют приемлемые условия для купания (пологие спуски к водоему, достаточные глубины, места для принятия солнечных ванн).	Крупные водные объекты площадью более 200 га, пригодные для всех видов отдыха, связанных с водой
Близость водоема к границам лесного участка, м	121-150	81-120	41-80	До 40
Расстояние от точки входа в лес до ближайшей границы лесного участка, км	6-8	4-6	2-4	0-2

Таблица 4 - Определение достоверности влияния лесоводственных показателей на устойчивость рекреационных лесов

Лесоводственный показатель	Значение коэффициента корреляции	Обоснованность включения показателя в группу оценок
Класс бонитета	0,7500	На основании результатов корреляционного анализа показатель включается в методику оценки
Общий отпад	-0,2817	В силу того, что в действующей методике расчета класса совершенства рекреационных лесов наличие мертвой древесины учитывается исключительно как фактор, негативно влияющий на эстетическую ценность насаждений, представляется нецелесообразным использовать результаты корреляционного анализа. Наличие сухостоя и валежника в насаждении вносит значительный вклад в повышение биоразнообразия в лесу, что является одним из факторов, повышающим устойчивость древостоев (Ярошенко, 2004; Марк Ван Бентем, 2007; Thompson, 2009; Кутепов, 2010). Поэтому показатель включается в методику оценки.
Наличие подростa	0,3154	Действующая методика не учитывает густоту, возраст и зависимость появления подростa от возраста древостоя, поэтому представляется нецелесообразным использовать результаты корреляционного анализа. Однако, наличие подростa в приспевающих, спелых и перестойных древостоях свидетельствует о хороших условиях для роста и развития древостоя, его устойчивости к внешним воздействиям, гарантирует успешное последующее возобновление древостоя (Тимофеев, 1953; Тихонов, 1982; Мартынов, 2008). Поэтому показатель включается в методику оценки.
Устойчивость к рекреационным нагрузкам	0,0072	В действующей методике отсутствует оценка устойчивости древостоев к рекреационным нагрузкам, следовательно, представляется нецелесообразным использовать результаты корреляционного анализа. Однако устойчивость древостоев к рекреационным нагрузкам является одним из важнейших показателей оценки устойчивости рекреационных лесов (Генсирук, 1987; Репшас, 1994; Кравчук, 2011). Поэтому показатель включается в методику оценки.
Стадия дигрессии	-0,5701	В действующей методике не учитывается влияние степени дигрессии на класс совершенства. Сильная обратная зависимость класса совершенства от класса дигрессии потенциально может быть связана с обратной зависимостью класса бонитета, входящего в выставление класса совершенства древостоя, от степени дигрессии. В целом, определение стадий рекреационной дигрессии древостоев по действующей методике включает в себя определение устойчивости, однако является более чувствительной и широкой характеристикой, наиболее полно описывающей текущее состояние древостоя (Моисеев и др., 1990; Ирадян, 2004; Мартынов и др., 2008). Поэтому показатель включается в методику оценки.

Таблица 5 - Определение достоверности влияния лесоводственных

Лесоводственный показатель	Значение коэффициента корреляции	Обоснованность включения показателя в группу оценок
Просматриваемость лесного участка	0,4704	На основании результатов корреляционного анализа показатель включается в методику оценки
Относительная полнота древостоя	-0,1401	Некоторые авторы (Репшас, 1994; Ирадян, 2004) указывают на то, что относительная полнота влияет на эстетическое восприятие древостоя, чем ниже полнота – тем более привлекательно насаждение для рекреантов. Однако, древостои разной полноты могут формировать насаждения с широким разбросом эстетических качеств, и использование относительных полнот как показателя, непосредственно влияющего на рекреационную ценность насаждения нецелесообразно.
Эстетическая ценность породы	0,5615	На основании результатов корреляционного анализа показатель включается в методику оценки
Разнообразие видов растений в подлеске	-0,5531	Методика расчетов класса совершенства не учитывает видовое разнообразие растений в подлеске. Вероятно, видовое разнообразие подлеска следует рассматривать как положительный признак в пределах декоративных групп, а не в пределах целого ландшафтного участка. Однако, влияние достоверно, показатель включается в методику.
Возрастная группа	0,5157	На основании результатов корреляционного анализа показатель включается в методику оценки
Общий отпад	0,5634	На основании результатов корреляционного анализа показатель включается в методику оценки
Степень увлажнения почвы	0,5909	На основании результатов корреляционного анализа показатель включается в методику оценки
Проподимость лесного участка	0,5307	На основании результатов корреляционного анализа показатель включается в методику оценки
Стерильность воздуха лесного участка (фитонцидность древесных пород)	0,1425	Методика расчетов классов совершенства не учитывает фитонцидность древесных пород. Однако, фитонциды, выделяемые растениями в воздух, подавляют рост и развитие патологических микроорганизмов, убивают бактерий. Таким образом, насаждения увеличивают стерильность воздуха (Моисеев и др., 1990; Репшас, 1994; Мартынов и др., 2008; Исаева, 2010). Поэтому показатель включается в методику оценки.

показателей на комфортность рекреационных лесов

По обзору литературы и результатам корреляционного анализа сформирован перечень показателей, влияющих на рекреационную ценность лесов. Затем проведен экспертный опрос, направленный на выявление

удельного веса каждого из показателей, входящих в группу оценок устойчивости, комфортности и ситуационных свойств.

Согласно результатам экспертного опроса, наибольшее влияние на оценку устойчивости лесов оказывает устойчивость насаждений к рекреационным нагрузкам и класс бонитета, а наименьшее – наличие подроста и величина общего отпада на лесном участке. По результатам определения удельных весов показателей, оценку устойчивости рекреационных насаждений (У) предлагается рассчитывать по формуле:

$$Y=0,3X_1+0,1X_2+0,1X_3+0,3X_4+0,2X_5 \quad (1)$$

где X_1 – класс бонитета, балл;

X_2 – общий отпад, балл;

X_3 – количество подроста, балл;

X_4 – устойчивость к рекреационным нагрузкам, балл;

X_5 – стадия дигрессии, балл.

Согласно результатам экспертного опроса, наибольшее влияние на оценку комфортности рекреационных лесов оказывает проходимость и захламленность лесного участка, а наименьшее – разнообразие видов растений в подлеске и стерильность воздуха лесного участка. При этом удельный вес такого фактора, как стерильность воздуха лесного участка, меньше значения 0,05, что является основанием для исключения этого показателя из расчета оценки комфортности рекреационных лесов. Таким образом, расчет оценки комфортности рекреационных лесов (К) предлагается проводить по формуле:

$$K=0,1X_6+0,1X_7+0,1X_8+0,2X_9+0,2X_{10}+0,1X_{11}+0,2X_{12} \quad (2)$$

где X_6 – просматриваемость лесного участка, балл;

X_7 – эстетическая ценность преобладающей породы, балл;

X_8 – разнообразие видов растений в подлеске, балл;

X_9 – возрастная группа преобладающей породы, балл;

X_{10} – захламленность лесного участка и сухостой, балл;

X_{11} – степень увлажнения почвы лесного участка, балл;

X_{12} – проходимость лесного участка, балл.

Экспертный опрос, направленный на выявление степени влияния показателей на оценку ситуационных свойств лесных участков, показал, что эксперты сочли влияние всех показателей равновесным. Таким образом, оценку ситуационных свойств (С) предлагается рассчитывать по формуле 3.

$$C=(X_{13}+X_{14}+X_{15})/3 \quad (3)$$

где X_{13} – привлекательность водоема, балл;

X_{14} – близость водоема, балл;

X_{15} – пешеходная доступность лесного участка, балл.

В рамках каждой группы оценок используются разные балльные градации. Так, например, при оценке устойчивости используется пятибалльная градация, а при оценке комфортности лесов для рекреантов – трехбалльная. При этом для всех оценок 1 балл выставляется для наихудших показателей насаждения. В связи с необходимостью единой классификации

во всех группах оценок, проводится ранжирование, направленной на разделение каждой из групп оценок на три класса оценки. При этом 1 класс характеризует насаждения с лучшими характеристиками, а 3 – с худшими.

Ранжирование проводится при помощи перцентиля. Перцентиль – это значение переменной, которая определяет границу между показателями, находящимися выше и ниже этого значения (Лотфуллин, 2013). В данной работе при апробации предложенной методики использовались 33-й и 66-й перцентиль для общего массива рассчитанных оценок групп признаков лесных участков. Все показатели, расположенные ниже 33-го перцентиля характеризуют насаждения плохого для рекреантов качества, от 33-го до 66-го – среднего качества, а с 66-го 100-й – хорошего качества. При этом каждый конкретный таксационный выдел территории сравнивался с остальными выделами квартала и определялся в зависимости от итогов сравнения в класс оценки.

4. Комплексная оценка лесопокрываемых ландшафтов рекреационных лесов с использованием ГИС-технологий

Значимость каждой группы оценок на основании экспертного опроса принималось одинаковой по влиянию на комплексную оценку лесопокрываемых ландшафтов в лесах рекреационного назначения. Обоснованность применения равновесного влияния каждой из групп признаков подтверждается исследованиями, указывающими на важность каждой из этих групп (Атрохин, 1991; Моисеев и др., 1990; Хайретдинов, 2002), поскольку низкая оценка любой из групп может значительно ухудшить рекреационную ценность лесного участка в целом. Поэтому величину комплексной рекреационной оценки ($O_{\text{компл}}$) каждого лесного выдела предлагается определять как среднее арифметическое по 3 основным направлениям оценок:

$$O_{\text{компл}} = (Y + K + C) / 3 \quad (4)$$

Методика комплексной рекреационной оценки апробирована в Сестрорецком участковом лесничестве Курортного лесопарка. Выбор объекта апробации обусловлен большим разнообразием рекреационного качества выделов и возможностью наглядно показать на этом примере разницу в выставляемых рекреационных оценках.

Разработанная нами комплексная оценка рекреационных лесов позволила с помощью геоинформационной системы MapInfo составить тематическую карту (рисунок) и связанную с ней семантическую базу данных распределения лесов Сестрорецкого участкового лесничества по классам устойчивости, комфортности насаждений и ситуационных свойств лесных участков и комплексной рекреационной оценке насаждений.

Методика апробирована по 92 парам данных, установлено, что коэффициент корреляции между классом совершенства и величиной комплексной рекреационной оценки, рассчитанной по предлагаемой

методике, почти в 2 раза выше критического значения коэффициента корреляции Брауэ-Пирсона, что подтверждает справедливость предлагаемой в рамках данной работы методики.

Средневзвешенная оценка рекреационной ценности лесов Сестрорецкого участкового лесничества составляет 2,3, что свидетельствует о достаточно низкой рекреационной ценности большей части лесных участков.

Лучшие с точки зрения рекреации лесные участки располагаются в большинстве случаев вблизи автодорог, имеют водные объекты на прилегающих территориях, почвы на этих участках преимущественно свежие и влажные, класс бонитета насаждений – не ниже 3. Выдела с низкой рекреационной ценностью находятся в центре квартала, окружены болотами, почвы избыточно увлажнены, класс бонитета растущих древостоев часто низкий.

Методика комплексной оценки лесопокрываемых ландшафтов в лесах рекреационного назначения может использоваться в целях проектирования лесохозяйственных мероприятий, исходя из рекреационной ценности лесных участков – их устойчивости и комфортности для отдыха человека (таблица 6).

Таблица 6 - Лесохозяйственные мероприятия по повышению классов устойчивости и комфортности лесопарковых насаждений

Лесохозяйственные мероприятия по повышению	
Класса устойчивости	Класса комфортности
Оставлять на лесном участке сухостой и валеж в количестве до 10 м ³ /га	Разреживать подрост и подлесок куртинным методом. Такая мера обеспечит повышение просматриваемости и проходимости без уменьшения декоративности
Проводить меры содействия естественному лесовозобновлению целевой породой и реконструктивные рубки для повышения продуктивности насаждений в данных лесорастительных условиях	Проводить мероприятия по содействию лесовозобновлению породами высокой эстетической ценности
Прокладывать организованные тропы и туристические маршруты для сокращения нагрузки на живой напочвенный покров, уменьшения вытаптывания почвы, снижения повреждаемости древостоя, подроста и подлеска рекреантами	Проводить уборку сухостоя и валежа при их объеме свыше 10 м ³ /га
Проводить лесосушение в лесах с преобладанием сырых и мокрых почв	
Проводить ландшафтные и санитарные рубки, направленные на повышение устойчивости древостоя	Проводить группово-ландшафтные рубки с последующей посадкой в «окна» декоративных кустарников, формировать опушки леса
Очистка территории от бытового мусора	

Предлагаемая методика может быть использована при разработке методики определения кадастровой стоимости рекреационных лесов.

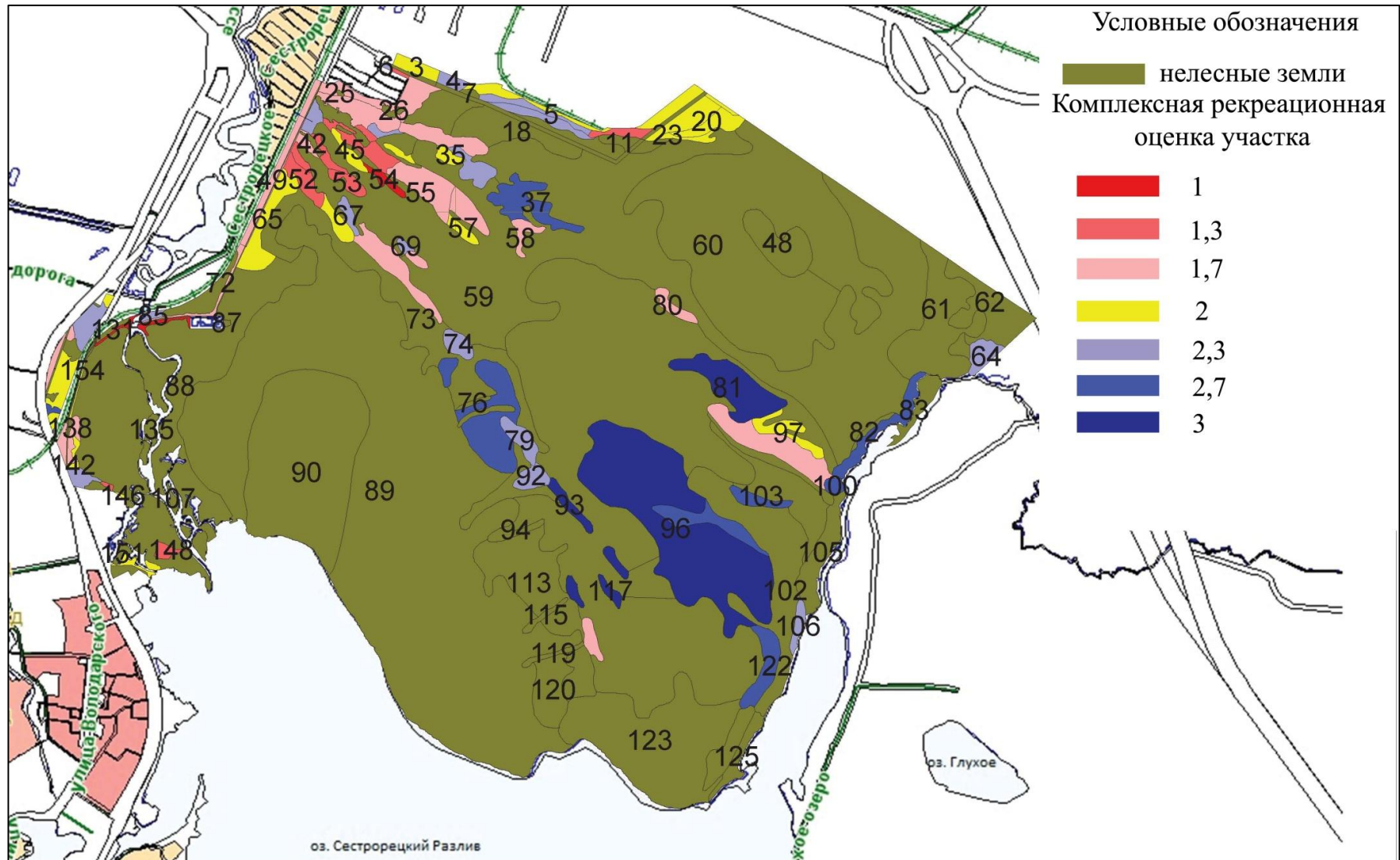


Рисунок. Карта-схема распределения лесных участков по комплексной рекреационной оценке. М 1:35000

Заключение

1. Тщательное изучение литературы, посвященной рекреационной оценке лесов, позволило нам сформировать три группы оценок: устойчивости, комфортности и ситуационных свойств лесных участков, которые следует учитывать при комплексном подходе к рекреационной оценке лесопокрытых ландшафтов.

2. Разносторонний научный анализ полученных данных позволил выявить наиболее информативные показатели лесной и ландшафтной таксации, а также пространственные характеристики лесных участков, влияющих на оценки устойчивости, комфортности, ситуационных свойств и комплексную рекреационную оценку лесных участков. При этом задействованы как показатели, включенные в ныне действующую методику рекреационной оценки лесов, так и иные показатели, определение значений которых не требует проведения дополнительных полевых исследований. Дано научное обоснование необходимости учета каждого из предложенных показателей при определении комплексной рекреационной оценки.

3. Методом экспертного опроса определена весовая доля каждого показателя, влияющего на оценки устойчивости, комфортности, ситуационных свойств и комплексную рекреационную оценку лесного участка.

4. Предлагаемая методика, по сравнению с ныне действующей, учитывает не только биологическую устойчивость лесных участков, но и устойчивость к рекреационным нагрузкам. Учет такой комплексной оценки устойчивости при последующем проектировании лесохозяйственных работ позволяет реализовать принцип устойчивого управления лесами, сформулированный Лесным Кодексом РФ.

5. Определена и доказана необходимость учета ситуационных свойств лесных участков в комплексной оценке рекреационных лесов. Предложено авторское определение ситуационных свойств лесных участков. Раскрыта методика определения ситуационных характеристик лесных участков с применением ГИС-технологий.

6. Предложены лесохозяйственные мероприятия, направленные на повышение классов устойчивости и комфортности лесных участков, что, в свою очередь, позволяет повысить рекреационную оценку лесного участка.

7. Разработанная методика была апробирована на примере части Курортного лесопарка, являющегося типичным рекреационным объектом Санкт-Петербурга. На основании данных оценки выявлены наиболее ценные с точки зрения рекреации лесные участки.

8. Выделены основные области возможного применения данной методики в целях: проектирования лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение устойчивости и комфортности лесных участков; разработки методики определения кадастровой стоимости рекреационных лесов.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Нешатаева, Е.В.** Методика оценки комфортности рекреационных лесов / Е.В. Нешатаева, В.Ф. Ковязин // Общественно-научный журнал «Проблемы региональной экологии». – М., 2014. - №2. – С. 146-151.
2. **Нешатаева, Е.В.** Методика комплексной оценки устойчивости рекреационных лесов / Е.В. Нешатаева, В.Ф. Ковязин // Журнал «Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова». – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2014. - №4. – С. 18-22.

Прочие публикации:

3. **Дроздова (Нешатаева), Е.В.** История формирования лесопарковой зоны Санкт-Петербурга / Е.В. Дроздова (Нешатаева), В.Ф. Ковязин // Научно-технический журнал «Вестник МАНЭБ». – Т.14., №4 (1) – СПб.:СПбГЛТА, 2010. – С. 14-18.
4. **Дроздова (Нешатаева), Е.В.** Использование компьютерного моделирования для анализа влияния рубок ухода на производительность и сортиментную структуру древостоя/ Е.В. Дроздова (Нешатаева), В.Ф. Ковязин// Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы лесного комплекса» под ред. Е.А. Памфилова. Выпуск 30. - Брянск: БГИТА, 2011. – С.10-13.
5. **Дроздова (Нешатаева), Е.В.** Перспективы использования зарубежных систем поддержки принятия решений в лесном хозяйстве / Е.В. Дроздова (Нешатаева), В.Ф. Ковязин // Леса России в XXI веке: Материалы 7 международной научно-технической интернет-конференции. – СПб.:СПбГЛТА, 2011. – С. 16-19.
6. **Дроздова (Нешатаева), Е.В.** Почвенно-растительные ресурсы лесопарковой зоны Санкт-Петербурга / Е.В. Дроздова (Нешатаева), В.Ф. Ковязин // Научно-технический журнал «Вестник МАНЭБ». – Т. 17., №3. – СПб.:СПбГЛТУ, 2012. – С. 57-61.
7. **Дроздова (Нешатаева), Е.В.** Видовое разнообразие древесно-кустарниковых растений в лесопарковых насаждениях Санкт-Петербурга/ Е.В. Дроздова (Нешатаева), В.Ф. Ковязин // Естествознание в регионах: проблемы, поиски, решения: Материалы международной научной конференции «Регионы в условиях неустойчивого развития». – Кострома-Шарья: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2012.- Т.1. – С. 152-159.
8. **Нешатаева Е.В.** Почвы Таврического сада Санкт-Петербурга // Е.В. Нешатаева, В.Ф. Ковязин // Materiały VIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Strategiczne pytania światowej nauki - 2012». Volume 26. Ekologia. Geografia i geologia. Nauka i studia, Przemysł, 2012. – Str. 84-90.
9. Основы лесного, садово-паркового и приусадебного хозяйства: Методические указания к учебной практике / НМСУ «Горный». Сост.: В.Ф. Ковязин, **Е.В. Дроздова (Нешатаева)**. - СПб, 2012.- 26 с.
10. **Нешатаева, Е.В.** Лесоводственные характеристики городских лесов Санкт-Петербурга/ Е.В. Нешатаева, В.Ф. Ковязин // Журнал «Астраханский вестник экологического образования». –№4 (26). – Астрахань, 2013. - С. 131-138.
11. **Нешатаева, Е.В.** Почвы Юсуповского сада Санкт-Петербурга /В.Ф. Ковязин, Е.В. Нешатаева // Materiály ix mezinárodní vědecko – praktická konference «Moderní vymoženosti vědy – 2013». Díl 61. Zeměpis a geologie. Ekologie. - Praha, 2013. – Str. 15-24.