

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ»

На правах рукописи

Демина София Альфредовна

**Анализ воздействия урбанизации на экологическое состояние
почв и древесной растительности на примере рекреационных зон с
разной историей землепользования в ТиНАО г. Москвы**

1.5.15 – Экология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
Кандидат биологических наук, PhD
Васенев Вячеслав Иванович

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. Роль рекреационных зон в устойчивом развитии городов	9
1.1 Тенденции и пути урбанизации	9
1.2 Городская зеленая инфраструктура и нормативно-правовая база	13
1.3 Влияние истории землепользования на структуру, состояние и функции рекреационных зон	22
1.4. История вопроса и нормативно-правовая база рекреационных зон Новой Москвы	25
ГЛАВА 2. Объекты и методы исследования	31
2.1 Общая природно-географическая характеристика Новой Москвы	31
2.2. Объекты исследования	37
2.3 Методы исследования	46
ГЛАВА 3. ДИСТАНЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ДИНАМИКИ ТИПОВ ПОВЕРХНОСТИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН НОВОЙ МОСКВЫ	54
3.1. Анализ динамики изменения территории Новой Москвы на основе топографических карт	54
3.2. Временная динамика изменения территории Новой Москвы в период 2000, 2010 и 2019 гг.	56
ГЛАВА 4 ФАКТОРЫ ВНУТРЕННЕЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН	64
4.1 Динамика изменения территории изучаемых рекреационных зон	64
4.2. Изменение экосистемных сервисов в парках с разной историей землепользования.	81
4.3 Анализ функционального зонирования рекреационных зон	82
ГЛАВА 5 СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В	

ИССЛЕДУЕМЫХ ПАРКАХ.....	94
5.1. Анализ древесной растительности в рекреационных зонах	94
5.2 Обобщение и сравнительный анализ рекреационных зон с разной историей землепользования.....	114
ГЛАВА 6 АНАЛИЗ СВОЙСТВ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ.....	123
6.1 Физико-химические свойства почв в 10 парках Новой Москвы	123
6.2. Обобщение и сравнение функциональных зон в парках с разной историей землепользования.....	158
6.3 Микробиологические свойства почв (0–10 см).....	162
6.4 Обобщение и сравнительный анализ микробиологических свойств почвы парков с разной историей землепользования.	178
ГЛАВА 7. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ	180
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	187
ВЫВОДЫ.....	189
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	191

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Зеленая инфраструктура – неотъемлемый компонент современного города, определяющий экологическое состояние и устойчивость городских экосистем (Климанова и др., 2018; Andersson et al., 2014; Liu and Russo, 2021). Городские зеленые насаждения обеспечивают наиболее важные экосистемные услуги: формирование микроклимата, депонирование углерода, поддержание водного баланса, очищение атмосферного воздуха, сохранение биоразнообразия (Manuel de et al., 2021; Zhang and Muñoz Ramírez, 2019). Генеральные планы и стратегии устойчивого развития городских территорий традиционно уделяют большое внимание рекреационным зонам (Bush et al., 2021; Davies and Laforteza, 2017). При этом рекреационные зоны могут заметно отличаться по размеру, форме, состоянию, растительности, почвам, выполняемым экологическим функциям и экосистемным услугам (Bell et al., 2007; Klimanova and Ilarionova, 2020; Klimanova et al., 2018), а также истории землепользования. Например, большую актуальность получают проекты реорганизации и реновации рекультивированных полигонов коммунальных отходов (Artuso et al., 2020; Długońska and Dushkova, 2021) и создания городских парков на месте бывших промышленных территорий в (Pytel et al., 2021; Rodina et al., 2018). Однако чаще всего в процессе урбанизации рекреационные зоны создаются на месте бывших сельскохозяйственных и лесных территорий. Так Москве большое количество лесопарковых зон носят статус особо охраняемых природных территорий (ООПТ), но не смотря на их защиту от масштабной застройки, в них отмечается изменения почвенных свойств под воздействием антропогенного воздействия прилегающих территорий (Мартыненко и др., 2008; Парамонова и др., 2010; Попутников, 2011). Преобразование лесных и бывших сельскохозяйственных земель, так же свойственных и для территории ТиНАО г. Москвы (Новой Москвы), где леса и бывшие сельскохозяйственные угодья занимают более 60 % территории (Demina et al., 2018). Эти процесс становятся основными альтернативными сценариями для

развития рекреационных зон Новой Москвы, при этом их экологические последствия остаются недостаточно изученными.

Цель работы - анализ воздействия урбанизации на экологическое состояние почв и деревьев на примере рекреационных зон с разной историей землепользования в ТиНАО г. Москвы

Задачи исследования.

1. Провести пространственный анализ и типизацию рекреационных зон Новой Москвы на основе данных дистанционного зондирования и открытых ГИС источников.

2. Проанализировать изменения землепользования в границах Новой Москвы на основе спутниковых снимков 2000, 2010, 2019 годов.

3. Оценить видовое разнообразие и состояние древесной растительности для десяти рекреационных зон с различной историей землепользования.

4. Оценить пространственную неоднородность физико-химических и микробиологических свойств почв рекреационных зон с учетом их функционального зонирования.

5. Оценить влияние истории землепользования на состояние древесных насаждений и почв, а также их взаимосвязи для разработки рекомендаций по планированию, содержанию и развитию рекреационных зон Новой Москвы.

Объект и предмет исследования. Объектами исследования являлись почвы и зеленые насаждения десяти рекреационных зон Новой Москвы, созданных или реконструированных после 2012 г. Предметом исследования стали химические и микробиологические свойства почв, видовое разнообразие, возрастная структура и состояние зеленых насаждений рекреационных зон.

Научная новизна. На основании дешифрирования спутниковых снимков за 2000, 2010 и 2019 гг. и анализа генеральных планов десяти парков Новой Москвы выявлены основные закономерности изменений типов поверхности и функционального использования. Показано, что экологическое состояние, свойства и экосистемные услуги почв и зеленых насаждений рекреационных зон Новой Москвы во многом определяется историей землепользования.

Преобразование сельскохозяйственных и лесных территорий в парки приводит к общей утрате основных экосистемных услуг, в первую очередь, из-за запечатывания почв при негативные изменения более значимы для бывших лесных территорий. При этом в парках, созданных на месте бывших сельскохозяйственных земель среднее состояние растительности лучше, чем в лесопарках, за исключением старовозрастных деревьев. Для них также характерны более благоприятные агрохимические свойства почв: нейтральная реакция среды, оптимальное содержание органического вещества и элементов питания.

Теоретическая и практическая значимость.

Результат работы могут быть использованы для поддержки принятия решений по планированию, созданию и содержанию зеленых насаждений новых урбанизированных территорий и, в первую очередь, Новой Москвы – наиболее крупного проекта современного проекта урбанизации в России. Полученные данные дополняют результаты экологического мониторинга городских почв и зеленых насаждений в Новой Москве и могут быть полезны для корректировки подходов к экологическому нормированию и контролю экологического состояния рекреационных зон с различной историей землепользования.

Методология и методы исследования.

Методологическую основу составили исследования отечественных и зарубежных ученых в области урбанизации (Briassoulis, 2000; Dallimer et al., 2011; Liu and Russo, 2021; Tratalos et al., 2007; Vasenev et al., 2017a; Waldhoff et al., 2017; Xie and Niculescu, 2021), анализа состояния зеленой инфраструктуры (Климанова и др., 2020; Andersson et al., 2014; Liu and Russo, 2021) и оценки экосистемных услуг (Душкова и Кириллов, 2016; Семенюк и др., 2021; Gallet, 2012; Klimanova and Illarionova, 2020; Klimanova et al., 2018; M'ikiugu et al., 2012) экологического нормирования и оценки качества городских почв (Макаров и др., 2017; Цветнов и др., 2016; Яковлев и др., 2015). Методическую основу составили подходы дистанционного зондирования (Глазунов и др., 2018; Шихов, 2020; Grybas et al., 2020), полевые и лабораторные методы анализа почв (Воробьева, 1998; Шеин, 2001; Ananyeva и др., 2008) и древесной растительности (Алексеев, 1989; Чистякова

и др., 1989). Достоверность результатов обеспечена статистической обработкой и анализом данных с использованием специализированного программного обеспечения STATISTICA 8 и R Studio.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) На новых урбанизированных территориях ТиНАО г. Москва созданы или реорганизованы 66 рекреационных зон общей площадью до 800 га, развитие большей части из которых шло по одному из альтернативных сценариев: лесопарки на месте бывших лесных земель или парки на месте бывших сельскохозяйственных (СХ) угодий.

2) Основная стратегия развития лесопарков – сохранение экосистемы, а парков на месте СХ-угодий – преобразование и создание нового объекта зеленой инфраструктуры. В результате древесная растительность лесопарков более однородная и старовозрастная, свойства почв близки к естественным. В парках на месте СХ-объектов преобладают антропогенно преобразованные почвы с высоким содержанием Сорг и нейтральной реакцией среды, древесная растительность более разнообразна, а доля старовозрастных деревьев в 7 раз ниже, чем в лесопарках.

3) История землепользования оказывает значимое воздействие на базовые агрохимические свойства почвы (рН и Сорг), которое проявляется как для поверхностных горизонтов, так и для подстилающих. Функциональное зонирование определяет внутреннюю неоднородность содержания фосфора, калия и некоторых тяжелых металлов, при этом разница между зонами является статистически значимой только для поверхностных горизонтов и уменьшается с глубиной.

Степень достоверности и апробация результатов.

полученных автором для представительной выборки (98 точек обследования почв и более 5 000 деревьев) с использованием современного оборудования, методов полевого и лабораторного анализа, дистанционного зондирования, статистической и геостатистической обработки. Часть исследований проводилась в рамках гранта РФФИ Аспирант 19-34–90133. Материалы работы были представлены на российских и международных конференциях: XXI, XXII, XXIII

Докучаевские молодежные чтения (Санкт-Петербург, 2017, 2019, 2020 гг.); 9-й международный конгресс SUITMA (Москва, Россия, 2017), European Geosciences Union General Assembly (Вена, Австрия, 2018, 2020, 2021 гг.); Smart and sustainable cities (Москва, Россия, 2018 г.); Wageningen Soil Conference (Вагенинген, Нидерланды, 2019 г.); SGEM Vienna Green Conference (Онлайн, 2020).

Личный вклад автора

Автор изучил и обобщил литературные и нормативные данные, связанные с темой диссертационного исследования. Проанализировал карты и спутниковые снимки, провел их обработку. Диссертант выполнил все полевые измерения, произвел отбор почвенных образцов и их лабораторные исследования, изучил состояние древесной растительности, выполнил анализ данных, статистическую обработку, обобщение, интерпретацию полученных данных, подготовил публикации, написал диссертацию. В работе [1] вклад автора составил 0,4 печатных листа (п.л.) из 0,65 п.л., в работе [2] 0,18 п.л. из 0,44 п.л., в работе [3] 0,24 п.л. из 0,52 п.л., в работе [4] 0,28 п.л. из 0,83 п.л., в работе [5] 0,5 п.л. из 0,61 п.л.,

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 16 работ: 6 статей в научных журналах (из них 5 – включены в международные базы цитирования Scopus и Web of Science, 1 – рекомендованы ВАК), 10 тезисов в сборниках отечественных и международных конференций.

ГЛАВА 1. Роль рекреационных зон в устойчивом развитии городов

1.1 Тенденции и пути урбанизации

Урбанизация. Рост городов тесно связан с тремя аспектами устойчивого развития: социальный, экономический, экологический. Согласно докладу ООН на 2018 г., доля городского населения на планете превысила 55% процентов, что на 25% больше, чем в 1950 г., а по прогнозу к 2050 году это значение увеличится до 68% (United National, 2018). В особенности такая тенденция будет заметна для развивающихся стран, в результате чего они столкнутся с многочисленными проблемами, связанными с удовлетворением потребностей растущего городского населения, такие как спрос на жилье, инфраструктуру, транспорт, энергию и трудовую занятость, а также с повышенным требованиям на основные услуги, такие как образование и здравоохранение. Потребление природных ресурсов для удовлетворения своих нужд в экономической и технологической сферах, и прирост населения, который обычно имеет параллельные темпы с изменениями в землепользовании (Briassoulis, 2000), сказывается на динамики и изменении растительного покрова/землепользования, которое чаще всего происходят под антропогенным влиянием (Briassoulis, 2000; Waldhoff, et al., 2017; Xie and Niculescu, 2021). С быстрым развитием урбанизации и увеличением численности населения резко изменилась структура городского землепользования, существенно повлиявшая на почвенную и растительную среду города и его окрестностей (Kumar and Hundal, 2016; Liu and Russo, 2021; Vasenev et al., 2017b). Один из возможных процессов урбанизации – увеличение плотности городов, основной целью которого является замедление процесса преобразования землепользования сельской местности, сокращение энергопотребления (Dallimer et al., 2011), несет серьезные последствия для сохранения биоразнообразия и оказания экосистемных услуг (Tratalos и et al., 2007). При этом отличия урбоэкосистемы и фоновых территорий имеют принципиальное значение с точки зрения факторов формирования и функционирования основных компонентов. В то же время, урбоэкосистемы и их

компоненты чувствительны как к локальным антропогенным нагрузкам, так и к глобальным изменениям и уменьшение зеленых зон может негативно сказываться на уровне комфорта и состоянии здоровья человека. Традиционно, урбанизация рассматривается, в первую очередь, как потенциальная угроза, приводящая к необратимым изменениям компонентов окружающей среды, в том числе приводящая к снижению качества атмосферного воздуха, загрязнению поверхностных и грунтовых вод, деградации растительных сообществ, захламлению и запечатыванию почв (Лысак и др., 2000; Строганова и др., 1997а; Grimm et al., 2008; Paul and Meyer, 2001; Scalenghe and Marsan, 2009). В тоже время существуют современные концепции устойчивого развития городов (например, «экологически устойчивый город» (Pickett et al., 2011), «город минимальных эмиссий» (Raciti et al., 2011), «климатически адаптированный город» (Reeve, 2012), которые, напротив, акцентируют внимание на тех функциях и сервисах, которые урбоэкосистема и ее отдельные компоненты могут обеспечить.

Таким образом обеспечение устойчивого функционирования урбоэкосистем – приоритетная задача современности и ближайшего будущего. При наличии различных взглядов на ‘устойчивое’ развитие, включая экономические, социальные и экологические трактовки, определяющая роль зеленых насаждений в устойчивом развитии городских экосистем сомнений не вызывает.

История землепользования. Динамика и разнообразие путей развития городских территорий приводит к необходимости разделения зеленых территорий на различные группы: по происхождению (естественные или искусственные), по вариантам собственности (частные, общественные и пр.), а также по типу использования (спортивные, для тихого отдыха, детские, подростковые) (Bell, et al., 2007; Foley et al., 2005; Hooke et al., 2012). Под озеленением городов обычно понимают создание зеленых насаждений на территории города, включающая в себя парковые зоны, общественные пространства, сады, открытые спортивные сооружения, детские игровые площадки чаще всего путем реконструкции существующих объектов. При этом тип создаваемой рекреационной зоны во многом зависит от функционального использования территории. Современная

тенденция устойчивого развития городов и запрос на комфортную городскую среду приводит к появлению рекреационных зон с различной историей землепользования. Например, большую популярность приобретают и активно внедряются проекты реорганизации промышленных территорий в городские парки (Platt, 2010; Pytel et al., 2021; Rodina et al., 2018; Sousa de, 2014) рекультивированных полигонов коммунальных отходов (Artuso et al., 2020; Długoński and Dushkova, 2021). В то же время, чаще всего в процессе урбанизации рекреационные зоны создаются на месте бывших сельскохозяйственных и лесных территорий (Bae and Ryu, 2015; Hedde et al., 2013; Ponge et al., 2013; Postma-Blaauw et al., 2010; Previati et al., 2007; Sánchez-Moreno et al., 2011; Santorufó et al., 2012; Shochat et al., 2006; Uno et al., 2010), при этом ожидаемые закономерности динамики состояния и свойств почв и зеленых насаждений заметно отличаются. Преобразование леса в рекреационную зону подразумевает сохранение основных растительных ассоциаций, хотя и может быть сопряжено со значительными изменениями: упрощением вертикальной структуры, интродукцией новых видов, созданием дорожно-тропиночной сети и малых архитектурных форм (Рысин и др., 2003; Рысин и др., 2006а; Kuznetsov et al., 2018). В таких рекреационных зонах преобладают естественные почвы, хотя повышенная антропогенная нагрузка, связанная с переуплотнением, загрязнением или засолением из-за применения противогололедных средств, что может привести к изменению отдельных свойств почвы (Прокофьева и Попутников, 2010; Kuznetsov et al., 2018; Romzaykina et al., 2021). А создание рекреационной зоны на месте сельскохозяйственных, чаще всего, залежных земель (Pazúr et al., 2020), приводит к радикальной смене растительных сообществ, высадке новых зеленых насаждений, как правило, с доминированием интродуцированных видов (Lemoine-Rodríguez et al., 2019; Schuh et al., 2020), а также значительной долей рудеральных видов, особенно в случае недостаточного ухода (Czortek and Pielech, 2020). Для таких рекреационных зон характерно преобладание антропогенных почв и почвенных конструкций, создаваемых при посадке декоративных растений, газонов и клумб. Их свойства и функции могут значительно отличаться от естественных почв (Смагин., 2012; Deeb et al., 2020;

Romzaykina et al., 2017).

Таким образом, история землепользования - становится одним из основных факторов, влияющих на состояние растительности и физические, химические и микробиологические свойства почв зеленых насаждений рекреационных зон урбанизированных территорий, что особенно заметно для одного из крупнейших современных проектов урбанизации – Новой Москвы (Тетиор, 2020; Argenbright, 2013; Argenbright, 2018; Argenbright et al., 2020; Demina et al., 2018; Schulp and Verburg, 2009). Недостаточный анализ данных по истории землепользования сильно обедняет знания о почвенных явлениях и состоянии зеленых насаждений, в т. ч. в городских рекреационных зонах, в недавно урбанизированных районах (Niu et al., 2022; Perring et al., 2016). Степень разнообразия и структура растительного покрова территорий также являются важными для изучения, поскольку могут влиять на функции и свойства окружающей среды (Bae and Ryu, 2015).

Рекреационные зоны в городах испытывают серьезные антропогенные нагрузки такие, как вытаптывание, уплотнение почвы, скашивание травяной растительности (Добровольский и Никитин, 1990; Добровольский и Никитин, 2012; Казеев и др., 2003; Blum, 2005; Doran, 2002), а также флюктуации температуры и водообмена, что приводит к изменению видового состава растительных сообществ, распространению адвентивных и рудеральных видов. Ежегодно более 1 млн м³ органических и минеральные субстраты завозятся в Москву для создания грунтов для в целях озеленения и благоустройства (Brianskaia et al., 2020). Для качественного управления рекреационными территориями необходимо проводить комплексные исследования состояния почв и зеленых насаждений, которые позволят правильно оценить нагрузку на них.

Особенный интерес представляют именно рекреационные зоны Новой Москвы, занимающие промежуточное положение между естественными лесами (которыми они в основном были, до 2012 года) и городскими парками Москвы. Статус ООЗТ (особо охраняемых зеленых территорий), к которому относятся рекреационные территории Новой Москвы, подчеркивают их особенность, но не отражают их специфику, в частности влияние истории землепользования.

1.2 Городская зеленая инфраструктура и нормативно-правовая база

Впервые понятие «зеленая инфраструктура» появляется в книге «Зеленые пути для Америки», где Чарльз Литтл использует его для описания объединенных в сеть природных форм рельефа и открытых зеленых пространств, которые создают альтернативы муниципальной или региональной инфраструктуре (Adegun, 2017; Little, 1990), определив «зелёную инфраструктуру» как систему естественных ландшафтов и общественных зелёных зон, создающую альтернативу городской техногенной инфраструктуре (Adegun, 2017). В настоящее время понятие «зеленая инфраструктура» достаточно обширно и в разных регионах его описывают по-разному. В странах Северной Америки под элементами зеленой инфраструктуры понимают природные территории и зеленые насаждения, выполняющие функции регулирования стока и защиты от наводнений, очистки воды и воздуха и поддержки местообитаний. В Европейских странах это понятие более обширно и к нему относят области с высоким уровнем биоразнообразия, устойчиво функционирующие экосистемы за пределами охраняемых участков, а также природные комплексы, выполняющие функцию экологического коридора и др. (Климанова и др., 2016). В отечественной практике термин «зелёной инфраструктуры» используется относительно недавно и не употребляется в официальных регламентирующих документах. В ГОСТ 28329–89 «Озеленение городов. Термины и определения», действующем с 1991 г., используются понятия «система озеленённых территорий города», «зелёная зона города» и «зелёные насаждения». Под последней подразумевается совокупность древесной, кустарниковой и травяной растительности на определенной территории. Система озеленённых территорий города является наиболее близким аналогом к зарубежному понятию зелёной инфраструктуры и определяется как «взаимоувязанное, равномерное размещение городских озеленённых территорий, определяемое архитектурно-планировочной организацией города и планом его дальнейшего развития, предусматривающее связь с загородными насаждениями». Выделяется 4 типа озеленённых территорий: общего пользования (парки, скверы,

лесопарки и прочее), ограниченного пользования (спортивные площадки, участки детских, учебных и лечебных заведений, жилых комплексов и т.д.), специального назначения (кладбища, сады, зоопарки, водоохранные и противопожарные зоны и другие) и рекреационного назначения (ГОСТ 28329-89). Таким образом, зеленая инфраструктура — это не только рекреационные зоны, но также и комплексная сеть объектов, которая обеспечивает устойчивое функционирование природных и антропогенных территорий, уменьшающие влияние антропогенного воздействия на окружающую среду для решения городских и климатических проблем (Dushkova and Kirillov, 2016; Mell, 2009; M'ikiugu et al., 2012). Но главным критерием является «незапечатанная территория», однако и в данном утверждении есть противоречие, некоторые источники относят к зеленой инфраструктуре и такие территории, как площади, бульвары, которые выполняют рекреационные функции, а также регулируют воздушные потоки в городе.

Многочисленные исследования показали, что парки являются основным местом отдыха и развлечений жителей, важным средством взаимодействия жителей с природной средой, влияют на физическое и психическое здоровье городского населения (Xie et al., 2020; Zhang and Li, 2017). В то же время рекреационные зоны и прежде всего городские парки создают «зеленый каркас» города и обеспечивают жизнедеятельность горожан. Например, деревья и кустарники поглощают загрязняющие вещества (углеводороды, сульфаты, тяжелые металлы и твердые частицы), выбрасываемые предприятиями и транспортом (Dovletyarova et al., 2017), Растительность и почвы городских парков способствуют секвестрации углерода и отложению азота (Raciti et al., 2011; Svirejeva-Nopkins et al., 2004). Кроме того, зеленые насаждения в городе регулирует микроклимат, смягчая эффект городского острова тепла (Kislov and Konstantinov, 2011) и поддерживает биоразнообразие в городских районах (McKinney, 2006). Почвы городских парков играют важную роль для роста и развития растений, однако другие функции почвы, такие как защита грунтовых вод, буферизация загрязняющих веществ, связывание и хранение углерода, также очень важны (Курбатова, 2004; Morel et al., 2015). Таким образом, в многочисленных парках

зеленые насаждения выполняют не только декоративную функцию, но и являются буферной зоной, смягчающей антропогенное воздействие на город (Ермаков et al., 2017; Miroshnyk и др., 2022; Molla and Mekonnen, 2019). Однако при большом перечне функций, которые выполняет зеленая инфраструктура в т. ч. и рекреационные зоны, отсутствует их единая классификация, что осложняет процесс изучения данных территорий. В связи с чем была проведена работа по изучению терминологии, в т. ч. и в нормативных документах, которая позволила выделить основные понятия, описывающие виды и функциональное назначение рекреационных зон, что позволило получить общее представление о типах рекреационных зон и их особенностях. (Таблица 1).

Таблица 1 - Определения различных типов рекреационных зон и их источники (Разработана автором)

Термин	Определение	Источник
Парк	1) Термин очень широкого значения как некая совокупность на одном (иногда огороженном) месте – от городского парка как древесных насаждений в городе, природных и национальных парков – значительных юридически выделенных территорий и акваторий, находящихся под охраной, до автомобильного парка.	Природопользование Словарь-справочник. (Реймерс, 1990; СП 475.1325800.2020.)
	2) Сочетание зеленых насаждений (и обычно архитектуры малых форм) с дорогами, аллеями и водоемами, предназначенное для украшения и оздоровления местности, где отдыхают люди. В составе понятия парк разделяют регулярный парк с геометрически правильной планировкой, подстриженными деревьями и кустарниками и пейзажный, или ландшафтный парк)	
	Участок озелененной территории общего пользования, основной вид разрешенного использования которого - рекреация.	Свод правил. Парки. Правила градостроительного проектирования и благоустройства" (СП 475.1325800.2020)

Продолжение таблицы 1

Термин	Определение	Источник
Парк	Это общественная территория (от 10 га), на которой существующие природные условия (насаждения, водоемы, рельеф) реконструированы с применением различных приемов ландшафтной архитектуры, зеленого строительства и инженерного благоустройства и представляющая самостоятельный природно-архитектурный комплекс, где создана благоприятная в гигиеническое и эстетическое отношении среда для отдыха населения. Существует несколько типов парков.	Проектирование садов и парков (Гостев и Юскевич, 1991)
	Озелененная территория общего пользования от 10 га, представляющая собой самостоятельный архитектурно-ландшафтный объект. Примечание. В зависимости от преобладающих элементов ландшафтной композиции и функций выделяют луговой, нагорный, водный, детский, спортивный, этнографический парки и др.	ГОСТ Озеленение городов. Термины и определения. (ГОСТ 28329–89)
Многофункциональный парк	Объект ландшафтной архитектуры многофункционального назначения рекреационной деятельности с развитой системой благоустройства, предназначенной для периодического массового отдыха населения	Свод правил. Парки. Правила градостроительного проектирования и благоустройства (СП 475.1325800.2020)
Специализированный парк	Объект ландшафтной архитектуры с преобладанием одной из рекреационных функций (спортивная, детская, мемориальная, прогулочная, выставочная, этнографическая, научная (например: ботанический, зоологический парки) развлекательная, оздоровительная, курортная, бальнеологическая и т. д.).	Свод правил. Парки. Правила градостроительного проектирования и благоустройства (СП 475.1325800.2020)
Парк культуры и отдыха	Представляет собой зеленый массив, который по размерам, размещению в плане населённого пункта и природной характеристике обеспечивает наилучшие условия для отдыха населения и организации массовых культурно-просветительских, спортивных, политических и др. мероприятий. Зеленые насаждения в нем занимают не менее 70–80 % общей площади. Кроме того, на его территории прокладывают благоустроенные пешеходные дорожки с покрытием из щебня, кирпича, плит; водопровод, обеспечивающий поливку не менее 25% общей площади парк; устраивают наружное освещение.	Проектирование садов и парков (Гостев и Юскевич, 1991)

Продолжение таблицы 1

Термин	Определение	Источник
Парк городской	Посаженное или окультуренное насаждение в черте города, занимающее достаточно обширную территорию (чем отличается от сквера, бульвара) и используемое для отдыха горожан. Часто имеет самостоятельный орган административного управления.	Природопользование Словарь-справочник (Реймерс, 1990)
	Зелены массив с ограниченным набором сооружений по обслуживанию населения, предназначенный в основном для отдыха и прогулок. Уровень благоустройства его соответствует требованиям, предъявляемым к паркам культуры и отдыха.	Проектирование садов и парков (Гостев и Юскевич, 1991)
Лесопарк	Обширный естественный лес, обычно недалеко от крупного населенного пункта или внутри его, приспособленный («окультуренный») для массового отдыха. Спорта, развлечений и удовлетворения культурных и эстетических потребностей людей. Мероприятия по «окультуриванию» могут ограничиваться проведением троп и устройством скамеек для отдыха или расширяться до специально продуманного комплекса архитектуры малых форм в сочетании со спортивно-оздоровительными учреждениями и сооружениями, а также мероприятиями по обогащению флоры им фауны лесопарка.	Природопользование Словарь-справочник (Реймерс, 1990)
	Благоустроенный лесной массив, предназначенный для различного вида отдыха. В лесопарке размещают ограниченное количество сооружений по обслуживания посетителей. Благоустройство заключается в прокладке пешеходных и ограниченного количества автомобильных дорог, поливочного водопровода, освещение лыжных трас и др.	Проектирование садов и парков (Гостев и Юскевич, 1991)
	Благоустроенная лесная территория, предназначенная для отдыха населения	ГОСТ Международный стандарт. Охрана природы. Охрана и защита лесов. Термины и определения (ГОСТ 17.6.1.01-83)

Продолжение таблицы 1

Термин	Определение	Источник
Сквер	Небольшой общественный парк, или сад, чаще всего по среди площади города или на перекресте улиц (нередко на месте снесенных домов). Иногда устраивается перед домом, отнесенным в глубину кварталов. Обычно сквер окружает дома при свободной планировке кварталов.	Природопользование. Словарь-справочник (Реймерс, 1990)
	Небольшой озелененный участок на площади или улице, используемый для кратковременного отдыха и архитектурных целей.	Проектирование садов и парков (Гостеви и Юскевич, 1991)
	Озелененная территория общего пользования небольшого размера, являющаяся элементом оформления площади, общественного центра, магистрали, используемая для кратковременного отдыха и пешеходного транзитного движения	ГОСТ Озеленение городов. Термины и определения (ГОСТ 28329–89)
Бульвар	Древесная аллея посреди улицы, широкая улица, обсаженная деревьям	Природопользование Словарь-справочник (Реймерс Н, 1990)
	Озелененная полоса вдоль проезжей части улицы или набережной. Служит для пешеходного движения и кратковременного отдыха.	ГОСТ Озеленение городов. Термины и определения (ГОСТ 28329–89)
Дворовая территория (двор)	Дворовая территория— территория участков жилой и смешанной жилой застройки в границах квартала, прилегающая к одному или нескольким многоквартирным домам и преимущественно используемая проживающими в них лицами, в том числе для подъезда и подхода к соответствующим домам, для досуговых и рекреационных целей, хозяйственно-бытовых нужд.	Стандарт благоустройства Объектов инфраструктуры отдыха в городе Москве. Книга 4. Стандарт благоустройства дворовых территорий., 2017
Спортивные парк (стадион)	Территорий на которой расположены различные спортивные сооружения, а также сооружения для отдыха посетителей и проведения культурно-просветительской работы.	Стандарт благоустройства Объектов инфраструктуры отдыха в городе Москве. Книга 4. Стандарт благоустройства дворовых территорий., 2017

Продолжение таблицы 1

Термин	Определение	Источник
Парк Исторический (мемориально-исторический) / Музей-заповедник	Ландшафтный парк, связанный с историческими событиями, личностями	Природопользование. Словарь-справочник (Реймерс, 1990)
	Основным содержанием деятельности в парке этого типа является ознакомление посетителей с историческими памятниками ландшафтной архитектуры	Проектирование садов и парков, 1991 (Гостев и Юскевич, 1991)
Парк ландшафтный/ парк пейзажный	Одна из разновидностей парка (природного) – искусственно созданный, а чаще окультуренный привлекательный для людей охраняемый антропогенный ландшафт, используемый в основном в рекреационных целях	Природопользование. Словарь-справочник (Реймерс, 1990)
Парк национальный	Обширная территория, включающая особо охраняемые природные (неподлежащие существенному воздействию со стороны человека) ландшафты или их части, предназначенная помимо главной задачи сохранения природных комплексов в неприкосновенности преимущественно для рекреационных целей. Имеет особое административное управление, осуществляющее землепользование на всей территории парка или в его заповедной зоне. Территория национального парка как правило зонирована.	Природопользование. Словарь-справочник (Реймерс, 1990)
	Территория обычно очень больших размеров. Он совмещает функции заповедника и лесопарка и в состав городской территории входят в исключительных случаях (пр. Лосиный остров)	Проектирование садов и парков. (Гостев. Юскевич, 1991)
Парк народный	Термин, не употребляющийся в международной номенклатуре природных (особо) охраняемых территорий и используемый как синоним парка национального или парка природного, парка ландшафтного	Природопользование Словарь-справочник (Реймерс Н.Ф., 1990)

Экологическая значимость зеленой инфраструктуры не вызывает сомнений, оказывая благоприятное влияние как на состояние городской среды, так и на самочувствие граждан (Климанова и др., 2020). В то же время помимо экологических функций она выполняет и экономическую. Такие функции зеленой инфраструктуры называют экосистемные услуги (ЭУ), они позволяют рассчитать выгоды (с финансовой точки зрения), полученные от окружающей природной среды. Наибольший объём ЭУ в городе предоставляют леса, реки и речные долины, луга, (т. е. элементы, приуроченные к естественным или полустественным

элементам внутри города). Например, водно-болотные пространства и речные поймы могут выполнять услуги всех типов: от регулирования климата до культурно-просветительских услуг. Мало озеленённые скверы и набережные почти не выполняют каких-либо других услуг, кроме как культурных. Пустыри, котлованы и карьеры редко выполняют культурные или регулирующие функции, но несут весомый вклад в формирование объёма обеспечивающих услуг (Климанова и др., 2020), а также могут выполняться такие услуги как: депонирование углерода, формирование микроклимата, осаждение пыли в воздухе, контроль водного баланса, формирование среды обитания диких животных, подавление ветра и шума сокращение объемов ливневых стоков, увеличение скорости пополнения запасов подземных вод сокращение загрязняющих веществ ливневых стоков, поглощение углекислого газа, смягчение эффекта городского острова тепла и снижение энергопотребления, улучшение качества воздуха, дополнительные рекреационные места и местообитания для живой природы, увеличение стоимости земли (Климанова и др., 2020, ; Andersson-Sköld et al., 2018; Batty et al., 2003; Bolund and Hunhammar, 1999; Cortinovis and Geneletti, 2020; Gallet, 2012; Gill et al., 2007; Sandström, 2002; Toporina et al., 2019). Таким образом, зеленая инфраструктура является важным экологическим и экономическим фактором для устойчивого развития городов.

Прямая оценка ЭУ ЗИ в биофизических и монетарных показателях на уровне города осложнена, с одной стороны, размером и количеством объектов исследования, а с другой стороны, неполнотой открытых данных. Так, для прямой оценки климаторегулирующей услуги ЗИ необходима сеть из постоянных пунктов наблюдений за приземной температурой воздуха, чтобы наиболее точно определить интенсивность и расположение островов холода в городе. Для наиболее верной оценки очищения воздуха ЗИ необходим перечень древесных видов и данные о площади, занимаемой каждым из них.

Для многих объектов исследования с большой площадью удобно использовать разные методы, основанные на пространственном моделировании. Например, при помощи цифровой модели рельефа возможно оценить

стокорегулирующие и противоэрозионные услуги. Открытые геопространственные данные могут содержать материалы о рекреационных объектах или территориях, пригодных для рекреации. Одним из наиболее «надёжных» с точки зрения доступности и охвата данных являются мультиспектральные космические снимки, которые позволяют инвентаризировать ЗИ и рассчитывать её состав, состояние и площадь. В этом аспекте уместно использовать так называемый «площадной» подход к оценке предоставляемого объёма экосистемных услуг, исходя из допущения, принятого в (ТЕЕВ, 2020), что объём экосистемных услуг ЗИ в городе напрямую зависит от площади. Что же касается культурных и социальных функций, то, вероятнее всего, для оценки эффектов от реализации стратегии озеленения требуется организовать мониторинг общественного мнения и качества жизни в городе.

В отечественной практике в нормативных документах не используется термин «экосистемные услуги (сервисы), однако, рациональное использование городских почв определено законом г. Москвы «О городских почвах» от 04.07.2007 г., №31 как экономически, экологически и социально обоснованное использование почв без снижения плодородия, а также способности выполнять ими экологические функции и экосистемные услуги. Также существуют приказ министерства природных ресурсов и экологии от 8 июля 2010 года N 238 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» направленный на финансовый расчет причинения вреда почвам (Бондаренко, 2016), и документы, регламентирующие администрирование (уход, содержание, эксплуатация) элементов зеленой инфраструктуры, такие как постановление правительства г. Москвы ПП №514 «О повышении качества почвогрунтов в Москве», в котором указаны нормативы по почвогрунтам, постановление правительства г. Москвы ПП 743 «Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений и природных сообществ города Москвы» от 10 сентября 2002 года, № 423-ПП от 22.08.2012 Об особо охраняемых зеленых территориях в городе Москве и другие документы, которые необходимо учитывать при работе с городским пространством. При этом большое

количество терминов и определений дает понять разнообразие типов, размеров, функционального назначения рекреационных зон и указывает на важность учета, в том числе и, истории землепользования, что позволило в дальнейшем классифицировать рекреационные зоны Новой Москвы для выбора объектов исследования и пространственного анализа всей территории.

1.3 Влияние истории землепользования на структуру, состояние и функции рекреационных зон

Среди разнообразия городских зеленых территорий можно выделить категории по происхождению (естественные или искусственные), по вариантам собственности (частные, общественные и пр.), а также по типу использования (спортивные, для тихого отдыха, детские, подростковые) (Bell et al., 2007). Городские зеленые насаждения включают в себя места с естественно растущими насаждениями, а также определенные виды городской зелени, такие как уличные деревья и зеленые лужайки. Типичными зелеными насаждениями в городских и пригородных районах являются общественные парки и городские леса; другие определения могут также включать частные сады, лесные массивы, детские игровые площадки, прибрежные пешеходные дорожки, пляжи и т. д. (Vasenev et al., 2019). Рассматривая социальный аспект формирования современных городов, необходимо выделить дефицит рекреационно-досуговых зон, а в рамках современного общества расположение таких пространств вблизи жилой застройки, является необходимостью, для создания комфортных условий проживания в городе (Dorozhkina, 2020). Создание качественной многофункциональной зоны отдыха – важная задача современной архитектуры. Сложность заключается в необходимости комплексного рассмотрения назначения, функциональности проектируемых пространств. При этом необходимо учитывать как территориальные особенности, их качественное состояние и социальную значимость, так и экологическое состояние окружающей среды (Davletshina et al., 2019; Rodionovskaja and Dorozhkina, 2018). Землепользование и функциональное зонирование являются

ключевыми факторами, определяющими пространственную изменчивость растительности и почв в черте города, с более естественными растительно-почвенными ассоциациями в рекреационных и пригородных зонах и более нарушенными растительными сообществами и искусственными почвами в промышленных зонах и обочинах дорог (Ghosh et al., 2016; Huot et al., 2017). Тип рекреационной зоны во многом зависит от функционального использования территории. Функциональное зонирование территории дает интегральную оценку характера антропогенных нагрузок на нее (Прокофьева и Попутников, 2010). И хотя почвы городских парков считаются менее нарушенными и загрязненными, чем в большинстве других функциональных зонах городов, и поэтому обычно рассматриваются как эталоны качества городских почв (Romzaykina et al., 2017), в городских условиях любая хозяйственная деятельность человека оставляет след в почвенном профиле. Каждый новый вид землепользования либо трансформирует свойства уже сформированных почвенных горизонтов, либо изменяет почвенный профиль так, что формируются новые почвенные горизонты (Строганова и др., 1997b), а также под влиянием рекреации в лесопарках и парках меняются количественные характеристики состояния растительного покрова и подстилки (Кузнецов и др., 2015).

Современная тенденция устойчивого развития городов и запрос на комфортную городскую среду приводит к появлению рекреационных зон с различной историей землепользования. Методы управления, почвенные процессы, различные функциональные зоны в парках с разными типами растительности, приводят к образованию новых закономерностей в пространственном распределении свойств почв (Romzaykina et al., 2017). Лесные экосистемы - один из ключевых компонентов окружающей среды, а городские леса являются одним из ключевых компонентов урбоэкосистемы, который выполняет такие важные функции как: экологические, природоохранные, рекреационные функции, необходимые для комфортной жизни в городской среде (Курбатова., 2004; Hansen and Pauleit, 2014). При этом урбанизация значительно повышает значимость городских процессов в регуляции глобальных, в частности, климатических

изменений и сохранении биоразнообразия (ТЕЕВ, 2010). Лесные экосистемы в условиях города подвержены неизбежной трансформации, в том числе под воздействием потока загрязняющих веществ из атмосферы и уже накопившихся в компонентах экосистемы (почвы, донные отложения), а также в результате прошлой хозяйственной деятельности. Более того, городские леса испытывают значительно более высокую функциональную нагрузку в сравнении с естественными лесами, связанную, в частности, с необходимостью совмещения средообразующих, рекреационных и социальных функций (Буйволова, 2016). В городских условиях лесопарки представляют собой участки территории, которые в большей степени схожи с природными экосистемами, при этом выполнение рекреационной функции для этих зон является, одним из самых сильных антропогенных факторов, влияющих на устойчивое развитие данных территорий (Бурова и др., 2015; Рысин и др., 2006b). Преобразование леса в рекреационную зону подразумевает сохранение основных растительных ассоциаций, хотя и может быть сопряжено со значительными изменениями: упрощением вертикальной структуры, интродукцией новых видов, созданием дорожно-тропиночной сети и малых архитектурных форм (Кузнецов и др., 2017). В таких рекреационных зонах преобладают естественные почвы, хотя повышенная антропогенная нагрузка, связанная с переуплотнением, загрязнением или засолением из-за применения противогололедных средств может привести к изменению отдельных свойств (Кузнецов и др., 2017; Прокофьева и Попутников, 2010; Romzaykina et al., 2021). Создание рекреационной зоны на месте сельскохозяйственных земель, чаще всего, залежных земель, приводит к радикальной смене растительных сообществ, высадке новых зеленых насаждений, как правило, с доминированием интродуцированных видов (Lemoine-Rodríguez et al., 2019), а также значительной долей рудеральных видов, особенно в случае недостаточного ухода (Czortek and Pielech, 2020). Для таких рекреационных зон характерно преобладание антропогенных почв и почвенных конструкций, создаваемых при посадке декоративных растений, газонов и клумб. Их свойства и функции могут значительно отличаться от естественных почв (Смагин 2012; Deeb, 2020; Romzaykina, 2021). При этом любой

из представленных вариантов развития территории на протяжении столетий может сохранять последствия своего исторического функционального использования (Arce-Nazario, 2007; Flinn and Vellend, 2005; Foster et al., 2003) оказывая влияние в том числе на биоразнообразии территории (Ewers et al., 2013). Таким образом, история землепользования - становится одним из основных факторов, влияющих на состояние растительности, а также физические, химические и микробиологические свойства почв зеленых насаждений рекреационных зон урбанизированных территорий, оказывая серьезное влияние на развития территории начиная от внешнего вида и функционального назначения и заканчивая различной экологической нагрузкой. Степень участия зеленой инфраструктуры в выполнении экологических функций напрямую зависит от площади, которую они занимают и разнообразия зеленой инфраструктуры в ней (Klimanova et al., 2016), что особенно заметно для одного из крупнейших современных проектов урбанизации – Новой Москвы (Тетиор, 2020; Demina et al., 2018; Makhinya et al., 2021; Schulp and Verburg, 2009).

1.4. История вопроса и нормативно-правовая база рекреационных зон Новой Москвы

В современном мире все чаще используется широкий подход к определению понятия «зеленая инфраструктура», под которым понимают не только рекреационные зоны и особо охраняемые природные территории (ООПТ), но и включают совокупность всех незапечатанных пространств расположенных в черте городов (Климанова и др., 2018). Таким образом, роль в устойчивом управлении городской территорией играют не только леса (Dwyer J et al., 2003; Nowak et al., 2001), но также и сельскохозяйственные (бывшие сельскохозяйственные) территории, которых на территории Новой Москвы сохранилось достаточно много (Демина и др., 2022; Demina et al., 2018; Makhinya et al., 2021; Vasenev et al., 2019)

Согласно Земельному кодексу (ЗК) Российской Федерации, все земли целевого назначения разделяются на 7 категорий:

- 1) земли сельскохозяйственного назначения;
- 2) земли населенных пунктов;
- 3) земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения;
- 4) земли особо охраняемых территорий и объектов;
- 5) земли лесного фонда;
- 6) земли водного фонда;
- 7) земли запаса (ЗК РФ).

До 2012 г. объекты, на которых проводились исследования, относились к 1, 2, 4 и 5 категориям. Присоединение новых территорий к Москве в 2012 году привело не только к расширению границ, но и изменило административные статусы этих зон. Так, согласно пункту 4 статьи 1 закона г. Москвы № 48 от 19 декабря 2007 года «Все земли в городе Москве относятся к категории земель населенных пунктов» (Рисунок 1). Таким образом, независимо от того, что было ранее, после присоединения новых территорий они все перешли в категорию земель населенных пунктов, которая, в свою очередь, в соответствии с градостроительными регламентами, подразделяется на следующие территориальные зоны:

- 1) жилые;
- 2) общественно-деловые;
- 3) производственные;
- 4) инженерных и транспортных инфраструктур;
- 5) рекреационные;
- 6) сельскохозяйственного использования;
- 7) специального назначения;
- 8) военные объекты;
- 9) иные территориальные зоны (статья 85 ЗК РФ).

Категории земель до 2012 г. на территории Новой Москвы (согласно ЗК РФ)



Рисунок 1 - Категории земель на территории Новой Москвы до и после присоединения к г. Москве 1 июля 2012 г.

(Разработан автором)

Говоря о рекреационных зонах Новой Москвы, нельзя не упоминать об истории формирования экологического каркаса города, и выделить такой термин как «Лесопарковый защитный пояс Москвы (ЛПЗП)». Эта территория предназначена для поддержания благоприятной экологической обстановки в регионе, а также является связующим звеном между городским и природным пространством, предназначенная для поддержания благоприятной экологической обстановки в столице и создания мест отдыха для горожан. В различной литературе и проектах используется термин «лесопарковый пояс», однако, как и «зеленая инфраструктура» он включает в себя не только рекреационные зоны, но также и целый ряд природных объектов, таких как поля, сады, луга и т. д. Создание ЛПЗП для Москвы впервые предусматривалось в генеральном плане 1935 г., где лесопарковый пояс должен был выполнять функции по улучшению микроклимата и связанную с ним оздоровительную, а также являться местом возможной организации массового отдыха. Эта территория должна была быть тщательно оберегаемой природной зоной, которая ограничивала расширение в т. ч. и городской застройки. (Иконников, 1984). Таким образом, уже на этом этапе появляются попытки создания устойчивого города и «Особо охраняемых природных территорий». Военное время внесло свои коррективы в развитие таких зон, было уничтожено большое количество лесного массива, а с учетом того, что к 1970 г. ежегодный прирост населения составил более 100 тыс. человек в год, произошло нарушение целостности зеленого массива и границы зеленого пояса, постепенно отодвигались вместе с городскими. К этому времени Москва стала регионом, с большим количеством лесопарков, но отсутствием целостного зеленого кольца внутри города, как это было запланировано ранее. В 1971 году был принят новый Генеральный план развития Москвы с учетом измененных в 1960 году административных границ города. К 1980-м годам Московская кольцевая автомобильная дорога (МКАД) перестала выполнять в некоторых районах, роль барьера для развития города, началось активное освоение прилегающих территорий. Так, с 1984 г. по 1990 г. в границы Москвы были включены новые зоны ЛПЗП, такие как Солнцево, Бутово, Новоподрезково, Митино, Северный, Косино-

Жулебино. Площадь московского региона увеличилась более чем на 10 тыс. га (Краснощекова и Иванов, 1997). Создание экологического каркаса г. Москвы и в XXI веке является актуальным вопросом и важным этапом для устойчивого становления урбоэкосистемы (Климанова и др., 2004). В связи со сложностями развития города в рамках радиальной системы, было принято решение о присоединение новых территорий, что позволило бы снизить в первую очередь транспортную нагрузку и перераспределить потоки людей. В июле 2011 состоялось подписание Соглашения о передачи земель, входящих в лесопарковый защитный пояс, в постоянное (бессрочное) пользование Федеральным агентством лесного хозяйства Правительству Москвы. Площадь составила порядка 30 тыс. га. Москве были переданы территории бывших Учинского, Северного, Зеленоградского, Красногорского, Балашихинского, Юго-Восточного, Москворецкого, Исторического спецлесхозов и заповедника «Горки», таким образом, часть ЛПЗП, также попала в новые административные границы города, что привело к необходимости адаптации нормативно-правовой базы в т.ч. и для этих участков, согласно ПП №424 г. Москвы от 22.08.2012 года, входившие до 1 июля 2012 г. в состав лесного фонда и включенные в состав внутригородской территории города Москвы в результате изменения границы между Москвой и Московской областью, относятся к зеленому фонду города Москвы. Всего присоединилось 764 км² лесных территорий (Demina et al., 2018), большая часть которых получила статус ООЗТ (особо охраняемые зеленые территории) (Постановление Правительства РФ от 02.04.2020 N 424 «Об особенностях предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов»,). Они создавались, как одна из разновидностей особо охраняемых территорий специально для бывших лесов Новой Москвы для выполнения средозащитных, климаторегулирующих, санитарно-гигиенических и рекреационных функций, оказывающих положительное влияние на экологическую обстановку и обеспечивающих благоприятные условия отдыха людей (Маркова, 2020). В 2014 году Постановлениями Правительства Москвы №616-ПП и 1457-ПП о внесении

изменений в правовые акты города Москвы в перечень разрешённых видов деятельности на ООЗТ были включены строительство, реконструкция и эксплуатация линий электропередач, связи, трубопроводов, автомобильных, железнодорожных и других линейных объектов, объектов капитального и некапитального строительства физкультурно-оздоровительного, спортивного назначения, в том числе с подключением к сетям электроснабжения, водопровода, канализации, теплоснабжения и заглублением до 0,5 м, без устройства фундаментов, таким образом, данные поправки разрешают производить вырубку древесных насаждений в рамках работ, указанных ранее, что уменьшает значимость статуса ООЗТ и термина «особо охраняемых» территорий.

Земли сельскохозяйственного назначения не имеют особого статуса и так же, как остальные зоны перешли в категорию «земель населенных пунктов», и как следствие, могут продолжать использоваться и для сельскохозяйственных нужд.

При этом зеленая инфраструктура, которая располагается на расстоянии до 20–25 км от МКАД наиболее подвержена антропогенному воздействию, таким образом, количество не нарушенных природных ландшафтов на этом расстоянии минимально. Правительство Москвы нацелено на сохранение природного каркаса города, что подтверждается генеральным планом развития новых территорий до 2035 г., и при этом создание благоприятной среды для жизни населения за счет создания и реконструкции новых рекреационных зон. Всего на территории Новой Москвы до 2035 года планируется организовать (реорганизовать) 90 парков. Что приведет к доступности населения к качественной инфраструктуре.

ГЛАВА 2. Объекты и методы исследования¹

2.1 Общая природно-географическая характеристика Новой Москвы

Новая Москва (Троицкий и Новомосковский административные округа г. Москвы, ТиНАО) расположена в центральной части Восточно-Европейской равнины и занимает общую площадь более 1500 км² на юго-запад от г. Москва в границах до 2012 г. (Рисунок 2). Климат умеренно-континентальный со среднегодовой температурой 4–5 °С, снежный покров обычно держится с конца декабря до середины апреля.

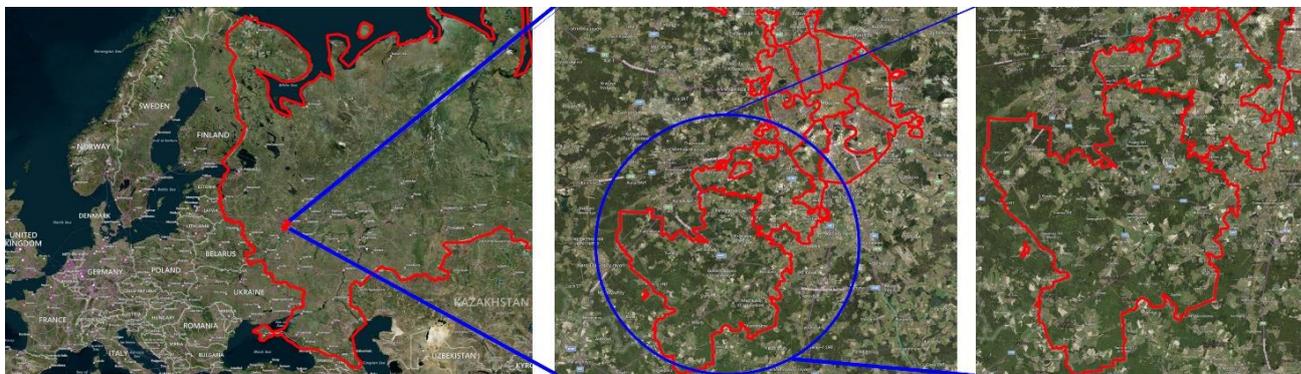


Рисунок 2 - Географическое расположение Новой Москвы (Разработан автором)

Высота над уровнем моря варьируется от 125 до 240 м, при этом большая часть территории находится на высоте выше 170 метров. Угол крутизны склонов

¹ Основные результаты изложены в данной главе, опубликованы в следующих статьях:

13. Демина С. А., Васенев В.И., Махиня К.И., Ромзайкина О.Н., Истомина И. И., Павлова М. Е., Довлетярова Э. А. Комплексный анализ почв и зеленых насаждений в парках Новой Москвы, образованных на месте бывших сельскохозяйственных территорий и леса // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2022 Т. 17 № 3 С. 331–349.

82. Demina S. и др. Microbial properties of urban soils with different land-use history in New Moscow // Soil Sci. 2018. Т. 183. № 4.

115. Makhinya K. и др. The Influence of Soil Quality on Trees' Health in Urban Forest // Springer Geography., 2021.

160. Vasenev V. I., Yaroslavtsev A.M., Vasenev I.I., Demina S.A., Dovltetyarova E.A. Land-use change in new moscow: First outcomes after five years of urbanization // Geography, Environment, Sustainability. 2019. Т. 12. № 4.

только в единичных случаях больше $6,34^\circ$, в основном этот показатель не превышает $1,59^\circ$ (Рисунок 3).

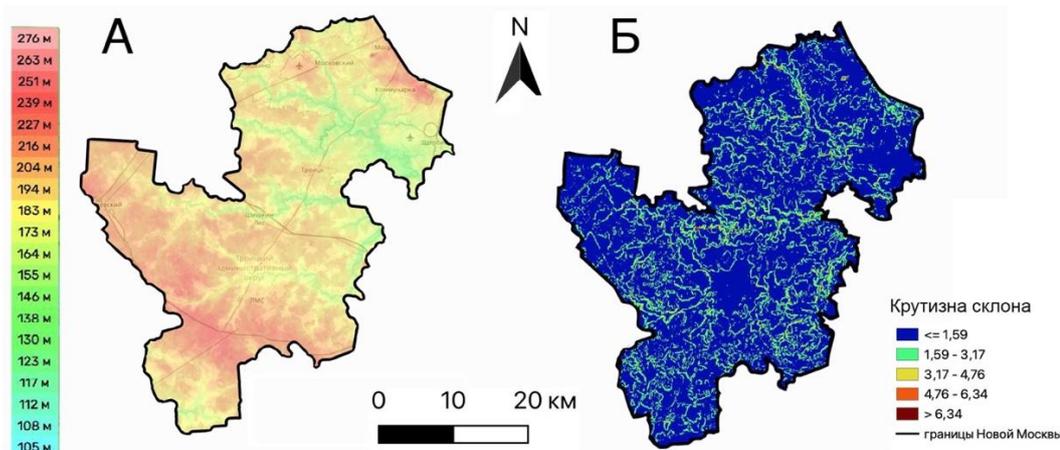


Рисунок 3 - Карта высот (А) и крутизны (Б) склонов на территории Новой Москвы

Новая Москва располагается на 43-х видах урочищ (Таблица 2), но основные территории располагаются на плоской и пологоволнистой водноледниковой равнине, моренной равнине, волнистой на высоте 180–190 м на уровне моря, моренной равнине на высоте 160–180 м и на плоской озёрно-водноледниковой равнине (Рисунок 4).

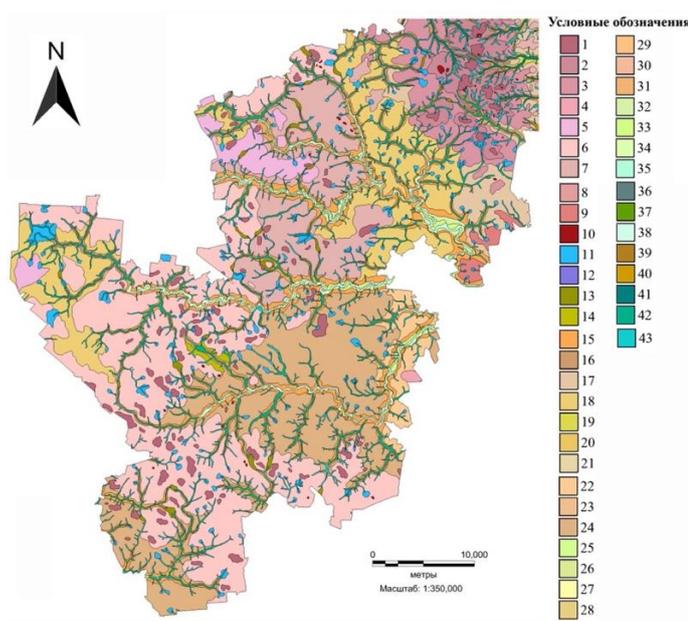


Рисунок 4 - Ландшафтная карта Новой Москвы (условно-восстановительные виды урочищ) (Ландшафтная карта Подмосковья. Масштаб 1: 100 000, 2005)

Таблица 2 - Ландшафтно-экологическая характеристика коренных урочищ Новой Москвы (Ландшафтная карта Подмосковья. Масштаб 1: 100 000, 2005)

№ п.п.	Виды урочищ
1.	Моренные всхолмления, слабовыпуклые и плосковершинные /с абс. отм. 220–250 м/, сложенные покровными суглинками, подстилаемыми мореной, хорошо дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами, под широколиственными, преимущественно дубовыми, лесами.
2.	Моренные равнины, возвышенные /200-240 м/, волнисто-увалистые, сложенные покровными суглинками (1–2 м мощностью), подстилаемыми мореной, расчлененные лощинно-балочными верховьями долин малых рек, отлично дренированные, с дерново-слабо- и дерново-среднеподзолистыми почвами, под липо-дубравами.
3.	Моренные равнины /180-200 м/, увалистые и волнисто-увалистые, сильно расчлененные глубоко врезанными балками, долинами малых рек и ручьев балочного типа, отлично дренированные, сложенные мощными (до 3 м) покровными суглинками по морене, с дерново-слабо- и реже дерново-среднеподзолистыми почвами под липняками с елью, дубом, вязом и ясенем.
4.	Волнистые моренно-эрозионные равнины, сложенные маломощными покровными суглинками на морене, на возвышенном цоколе коренных песков и, с дерново-слабоподзолистыми местами слабосмытыми почвами, распаханными или под осиново-березовыми с дубом, участием ели и сосны кустарниковыми широколиственными лесами.
5.	Конечно-моренные всхолмления, выпуклые и слабовыпуклые /180-200 м/, сложенные маломощными (до 1,5 м) покровными суглинками, подстилаемыми мореной (большой частью легкого механического состава), отлично дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами, под дубравами с примесью липы и сосны.
6.	Моренные равнины, волнистые /180-190 м/, слаборасчлененные лощинами и балками, сложенные покровными суглинками разной мощности, подстилаемыми мореной, с дерново-слабо- и дерново-среднеподзолистыми, нередко слабogleеватыми, почвами, под широколиственно-еловыми и широколиственными с елью лесами.
7.	Моренные равнины, /160-180 м, останцовые поверхности/, пологонаклонные и волнисто-увалистые, хорошо дренируемые лощинами и балками, сложенные покровными суглинками на морене, с дерново-слабо- и дерново-среднеподзолистыми почвами, под липово-дубовыми с елью лесами.
8.	Моренные равнины, плоские и слабоволнистые /155-170 м/, «разбитые» на изолированные участки многочисленными мелкими ложбинами стока ледниковых вод («переливами»), сложенные (0,5–1,5 м) покровными суглинками, подстилаемыми мореной или, иногда маломощными (до 0,5 м) «наледными» песками, с дерново-среднеподзолистыми чаще слабogleеватыми почвами, под широколиственно-еловыми лесами.
9.	Моренные равнины /155-170 м/, волнистые и холмистые («останцы» -«утопленный» моренный рельеф), относительно хорошо дренированные, сложенные маломощными (до 1,5 м) покровными суглинками на морене, с дерново-среднеподзолистыми, иногда gleеватыми, почвами, под широколиственно-еловыми и еловыми лесами.
10.	Камы мелкие (с относительной высотой до 3–5 м и десятки - первые сотни метров в диаметре) слабовыпуклые, сложенные толщей песчано-гравийных отложений, перекрытых маломощной мореной и местами покровными суглинками, отлично дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами, под широколиственно-хвойными, преимущественно сосновыми, лесами.

Продолжение таблицы 2

№ п.п.	Виды урочищ
11.	Древнеозерные котловины, плоские и пологонаклонные, сложенные мощной толщей озерноледниковых алевритистых суглинков и алевритов, с дерново-подзолистыми оглеенными, реже перегнойно-глеевыми, почвами, под широколиственно-еловыми сырыми и заболоченными лесами.
12.	Древнеозерные котловины, плоские и пологовогнутые, сложенные озерноледниковыми алевритистыми суглинками с прослоями песков, с дерново-подзолисто-глеевыми, иловато- и торфянисто-глеевыми почвами, под еловыми с участием широколиственных пород заболоченными лесами или низинными и переходными болотами.
13.	Мелкие ложбины стока («межбассейновые» переливы), пологовогнутые и пологонаклонные, сложенные водноледниковыми суглинками, подстилаемыми песками, сырые, с дерново-подзолисто-глеевыми и глееватыми почвами, под широколиственно-хвойными лесами.
14.	Мелкие ложбины стока («межбассейновые» переливы), плоские и пологовогнутые, сложенные водноледниковыми маломощными (до 1 м) суглинками с прослоями песков, сырые и заболоченные, с дерново-подзолисто-глеевыми и мелкоболотными почвами, под елово-сосновыми с участием широколиственных пород лесами.
15.	Ложбины стока ледниковых вод, освоенные долинно-балочной сетью (долинные зандры малых рек), полого- и покатоноклонные, сложенные мощной толщей (до 3 м) водноледниковых суглинков, подстилаемых песками с цоколем из морены и коренных пород, отлично дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами, под широколиственно-еловыми и широколиственно-сосновыми лесами.
16.	Ложбины стока ледниковых вод, освоенные долинно-балочной сетью (долинные зандры малых рек), плоские и пологонаклонные, суглинисто-песчаные, относительно хорошо дренированные, с дерново-средне- и дерново-слабоподзолистыми почвами, под сосновыми с участием ели и широколиственных пород лесами.
17.	Водноледниковые равнины, возвышенные /160-180 м/, плоские, пологоволнистые и наклонные, расчлененные долинами малых рек и ручьев, сложенные водноледниковыми суглинками, подстилаемыми песками, умеренно дренированные, с дерново-средне- и дерново-слабоподзолистыми, местами глееватыми, почвами, под широколиственно-хвойными лесами.
18.	Плоские озёрно-водноледниковые равнины, сложенные тяжёлыми суглинками, подстилаемыми мореной или коренными глинами, с дерново-средне- и дерново-сильноподзолистыми подзолистыми часто поверхностно-глееватыми почвами под берёзово-осиново-еловыми с примесью дуба и липы кустарниковыми кислично-хвощёво-влажнотравными лесами.
19.	Высокие долинные зандры (правобережной части Москвы), плоские и пологонаклонные, расчлененные балками и изредка береговыми оврагами, сложенные водноледниковыми суглинками и песками, относительно хорошо дренированные, с дерново-подзолистыми, иногда глееватыми, почвами, под хвойными с участием дуба и липы лесами.
20.	Низкие долинные зандры (III надпойменная терраса, правобережье Москвы), плоские или полого- и покатоноклонные, расчлененные, местами сильно, балками, береговыми оврагами и долинами малых рек, хорошо и отлично дренированные, суглинисто-песчаные, с дерново-подзолистыми почвами, под широколиственно-сосновыми с участием ели лесами.

Продолжение таблицы 2

№ п.п.	Виды урочищ
21.	Водноледниковые равнины, плоские и слабоволнистые /155-170 м/, сложенные водноледниковыми суглинками (0,5–1,5 м), подстилаемыми песками и мореной, замедленно дренируемые лоцинно-балочными верховьями долин малых рек, с дерново-среднеподзолистыми, реже средне- и сильноподзолистыми, часто оглеенными почвами, под хвойными с примесью липы и дуба лесами.
22.	Пологоволнистые водноледниковые эрозионные равнины, сложенные флювиогляциальными суглинками и супесями, перекрытыми чехлом лёссовидных суглинков, подстилаемыми мореной или коренными глинами, с дерново-слабоподзолистыми почвами с пятнами светлосерых лесных оподзоленных почв, большей частью распаханые, с островными осиново-березовыми с дубом и участием ели кустарниковыми широколиственными лесами.
23.	Водноледниковые равнины, плоские и слабоволнистые /160-170 м/, сложенные водноледниковыми песками каменистыми, залегающими на морене и местами перекрытыми маломощными (до 1 м) покровными суглинками, плохо дренируемые, с многочисленными заболоченными западинами, с дерново-подзолистыми и подзолистыми, в том числе глееватыми и глеевыми, почвами, под сосновыми и, реже еловыми, с дубом и липой лесами.
24.	Плоские и пологоволнистые водноледниковые равнины, сложенные флювиогляциальными отложениями: суглинками, супесями и песками, с чехлом покровных суглинков, с дерново-слабо- и дерново-среднеподзолистыми почвами под сосново-берёзовыми с елью, дубом и клёном лещиновыми широколиственными и вейниково-волосистоосоковыми лесами.
25.	Долинные зандры левобережья Москвы и Яузы /140-160 м/, (преимущественно низкие, местами слившиеся с высокими, III надпойменная терраса), плоские и пологонаклонные, умеренно дренированные, слабо- и местами среднерасчлененные балками и долинами малых рек и ручьев, сложенные древнеаллювиальными водноледниковыми песками и супесями с прослоями суглинков, с дерново-слабоподзолистыми и подзолистыми, нередко оглеенными, почвами, под сосновыми с елью, липой и дубом лесами.
26.	Низкие долинные зандры /140-160 м, III надпойменная терраса Яузы/, пологонаклонные, волнистые и мелкохолмистые, расчлененные балками и долинами ручьев, относительно хорошо дренированные, песчаные, со слабоподзолистыми и дерново-слабоподзолистыми почвами, под сосновыми с примесью дуба лесами.
27.	Низкие долинные зандры, относительно пониженные /140 м/, плоские, сложенные древнеаллювиальными песками с прослоями алевритистых суглинков, плохо дренированные, сырые, с дерново-средне- и дерново-сильноподзолистыми почвами, под сосняками с елью и дубом.
28.	Долинные зандры /низкие и высокие, слившиеся, 150–160 м/, плоские и мелковолнистые, местами осложненные эоловыми буграми и западинами, песчаные, замедленно дренированные, со слабо- и среднеподзолистыми, в том числе оглеенными, почвами, под сосновыми с елью лесами.
29.	Древнеаллювиально-водноледниковые равнины /130-150 м/ - долинные зандры, волнисто- и грядово-бугристые, со сложным эоловым рельефом, умеренно-дренированные, сложенные водно-ледниковыми песками, подстилаемые перемытой мореной и меловыми песками, с подзолистыми почвами под сосновыми лесами.

Продолжение таблицы 2

№ п.п.	Виды урочищ
30.	Моренно-водноледниковые всхолмления, слабовыпуклые и плоские останцы высоких уровней, сложенные водноледниковыми суглинками и песками на близко лежащей морене, относительно хорошо дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами под хвойными с дубом лесами.
31.	Эоловые гряды и крупные бугры, сложенные эоловыми песками, со слабоподзолистыми и подзолистыми слаборазвитыми почвами под сосняками.
32.	Древнеаллювиальные равнины /II надпойменная терраса/, плоская и пологонаклонная, реже мелкобугристая, сложенная древнеаллювиальными песками, реже супесями, местами перекрытыми маломощными суглинками, умеренно дренированные, с дерново-слабо- и дерново-среднеподзолистыми и подзолистыми почвами, под сосновыми с липой и дубом лесами.
33.	Древнеаллювиальные равнины /I надпойменная терраса/, плоская, местами пологонаклонная, сложенная древнеаллювиальными песками с прослоями супесей и суглинков, слабо дренированные, со среднеподзолистыми и дерново-подзолистыми, местами оглеенными, почвами, под сосновыми лесами.
34.	Древнеаллювиальные равнины /I и II надпойменная терраса, нерасчлененные /пологонаклонные, сложенные древнеаллювиальными песками, перекрытыми маломощными супесями и суглинками, хорошо дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами, под сосновыми с примесью широколиственных пород лесами.
35.	Поймы ровные и мелковолнистые, осложненные многочисленными староречьями, сложенные аллювиальными суглинками и песками с прослоями гальки, с пойменными дерново-глеевыми и пойменными дерновыми почвами под липо-дубравами и вязовниками.
36.	Поймы плоские, сложенные аллювиальными слоистыми (суглинки и пески) отложениями, с пойменными болотными почвами, под черноольшаниками, дубравами и вязовниками.
37.	Болота пойменные, низинные, с черноольшаниками на мощных торфяниках.
38.	Поймы мелких рек, волнистые и бугристые, сложенные аллювиальными суглинками и песками, сырые и влажные, с пойменными дерновыми, разной степени оглеенными, почвами, под черноольшаниками и вязовниками.
39.	Коренные склоны долин крутые, сложного профиля, чаще оплывно-оползневые, сложенные маломощными делювиальными суглинками и супесями, подстилаемыми водноледниковыми песками в верхней части склона и мореной или коренными (в основном юрскими глинами) в нижней части, с дерновыми, неравномерно смыто-намытыми и оглеенными, почвами, под липняками и дубравами с сосной лесами.
40.	Коренные склоны долин покатые и покато-крутые, сложенные делювиальными суглинками (1–3 и более м мощностью), подстилаемыми рыхлыми четвертичными отложениями, с дерновыми, в нижних частях оглеенными, почвами, под широколиственно-еловыми и широколиственно-сосновыми лесами.
41.	Долины малых рек и ручьев балочного типа, глубокооврезанные, покато- и крутосклонные, с фрагментами суглинисто-песчаных надпойменных террас, с дерново-слабоподзолистыми, местами глееватыми, почвами под сосняками, с дерновыми смыто-намытыми почвами на склонах под липо-дубравами и пойменными дерновыми глееватыми и глеевыми почвами местами с черноольшаниками на поймах.

Продолжение таблицы 2

№ п.п.	Виды урочищ
42.	Долины малых рек и ручьев балочного типа, пологовогнутые, песчаные с прослоями суглинков, с подзолистыми и дерново-подзолистыми сильно оглееными почвами под сосняками с елью и широколиственными породами на склонах и террасах и черноольшаниками на пойменных дерново-глеевых почвах на поймах.
43.	Лощины и балки, влажные и сырые, реже заболоченные, под хвойными и ольховыми с примесью широколиственных пород лесами.

Растительный покров Новой Москвы разнообразен и представляет собой как отдельные участки с сохранившимися естественными насаждениями (сосновые боры, хвойно-широколиственные леса, березово-осиновые мелколиственные леса, черно- и сероольшаники), так и искусственные, состоящие из пород, используемых в озеленении: Тополь бальзамический (*Populus balsamifera L.*), Липа сердцевидная (*Tilia cordata Mill.*), Клен остролистный (*Aser platanoides L.*), Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum L.*), Береза повислая (*Betula pendula Roth*), различные виды Ив (*Salix sp.*) и др. (Kiseleva, Stonozhenko, Korotkov, 2020).

2.2. Объекты исследования

Присоединение территории Новой Москвы увеличило площадь Московского мегаполиса в два с половиной раза. За период 2012–2020 годов на ее территории было построено более 12 миллионов м² жилой площади, а население увеличилось вдвое - с 250 тысяч до 554 тысяч человек (stroimsk.ru). Такое увеличение селитебной нагрузки привело к необходимости создания комфортной городской среды и организации рекреационных зон на новых территориях.

Рекреационные зоны Новой Москвы. Генеральный план развития Новой Москвы до 2035 г. предусматривает постройку большого количества новых жилых комплексов, что приведет к необходимости создания комфортной инфраструктуры для обеспечения привлекательности данных административных округов.

Объектами исследования являются почвы и зеленые насаждения 10 парков Новой Москвы. Рекреационные зоны были выбраны с учетом истории землепользования (бывшие лесные территории или бывшие сельскохозяйственные

объекты (СХ, СХ-объекты) и удаленности от Москвы в границах до 2012 г. (Рисунок 5).

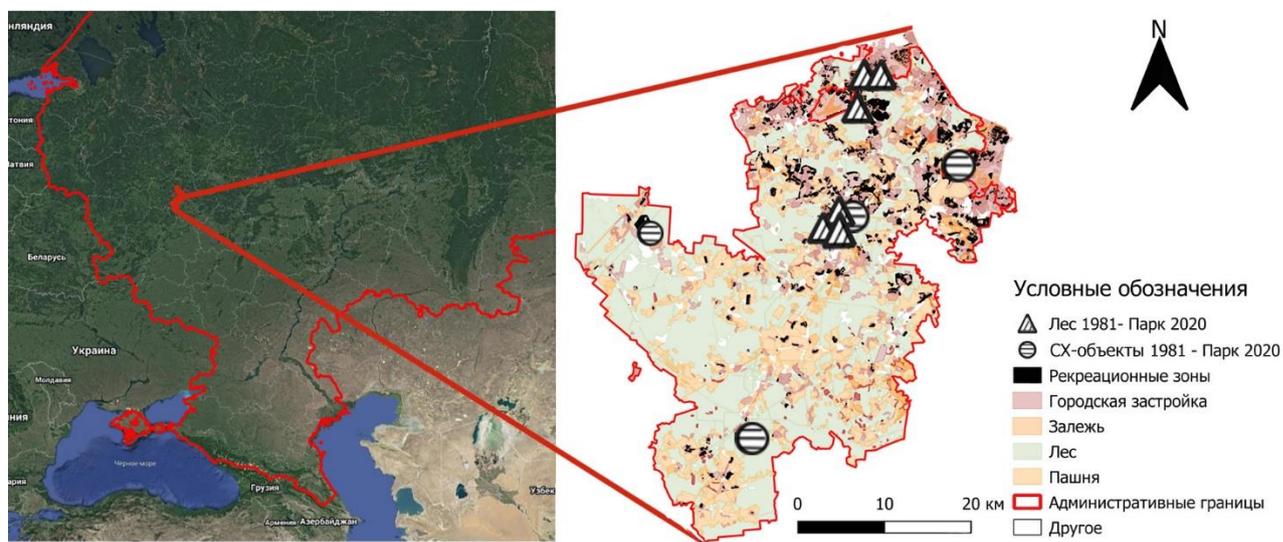


Рисунок 5 - Расположение объектов исследования в Новой Москве (Разработан автором)

Парк Рассказовка полностью располагается на плоско озёрно-водноледниковой равнине, сложенной тяжёлыми суглинками, подстилаемыми мореной или коренными глинами, с дерново-средне- и дерново-сильнопodzolistыми podzolistыми часто поверхностно-глееватыми почвами под берёзово-осиново-еловыми с примесью дуба и липы кустарниковыми кислично-хвощёво-влажнотравными лесами, на высоте от 180 до 190 метров над уровнем моря, а крутизна склонов не превышает $3,17^\circ$. Почвы в парке дерново-слабо и среднеpodzolistые.

Ульяновский лесопарк располагается сразу на трех видах ландшафта:

1) Большая часть парка располагается на моренной равнине /180-200 м/, увалистые и волнисто-увалистые, сильно расчлененные глубоко врезанными балками, долинами малых рек и ручьев балочного типа, отлично дренированные, сложенные мощными (до 3 м) покровными суглинками по морене, с дерново-слабо- и реже дерново-среднеpodzolistыми почвами под липняками с елью, дубом, вязом и ясенем.

2) Моренные равнины, /160-180 м, останцовые поверхности/, пологонаклонные и волнисто-увалистые, хорошо дренируемые лощинами и балками, сложенные покровными суглинками на морене, с дерново-слабо- и дерново-среднеподзолистыми почвами, под липово-дубовыми с елью лесами.

3) Плоские озёрно-водноледниковые равнины, сложенные тяжёлыми суглинками, подстилаемыми мореной или коренными глинами, с дерново-средне- и дерново-сильноподзолистыми подзолистыми часто поверхностно-глееватыми почвами под берёзово-осиново-еловыми с примесью дуба и липы кустарниковыми кислично-хвощёво-влажнотравными лесами.

Высота варьировалась от 180 до 190 м над уровнем море, а крутизна склонов в некоторых местах достигала $3,17^\circ$. Почвы в парке дерново-слабо и среднеподзолистые.

Парк 3-го микрорайона Московского располагается на плоско озёрно-водноледниковой равнине, сложенной тяжёлыми суглинками, подстилаемыми мореной или коренными глинами, с дерново-средне- и дерново-сильноподзолистыми подзолистыми часто поверхностно-глееватыми почвами под берёзово-осиново-еловыми с примесью дуба и липы кустарниковыми кислично-хвощёво-влажнотравными лесами, на высоте 194 метра над уровнем моря, а крутизна склонов не превышает $3,17^\circ$. Почвы в парке дерново-подзолистые смытые.

Парк Троицкая роща расположен на моренной равнине, останцовых поверхностях, пологонаклонных и волнисто-увалистых, хорошо дренируемых лощинами и балками, сложенные покровными суглинками на морене, с дерново-слабо- и дерново-среднеподзолистыми почвами, под липово-дубовыми с елью лесами. Высота варьировалась от 190 до 200 м над уровнем моря, а почвы представлены сразу тремя типами: Дерново-подзолистая слабоглееватые, Смытые и намытые почвы оврагов, балок пойм малых рек и прилегающих склонов и Дерново-слабо и среднеподзолистые с преобладанием последних. Крутизна склонов не превышает $3,17^\circ$.

Сквер г. Троицка расположен на моренной равнины, останцовые поверхности, пологонаклонные и волнисто-увалистые, хорошо дренируемые лощинами и балками, сложенные покровными суглинками на морене, с дерново-слабо- и дерново-среднеподзолистыми почвами, под липово-дубовыми с елью лесами, высота варьировалась от 195 до 205 м над уровнем моря, крутизна склонов не превышает $3,17^\circ$. Почвы представлены смытыми и намытыми почвами оврагов, балок пойм малых рек и прилегающих склонов и дерново-слабо и среднеподзолистые с преобладанием последних.

Парк Усадьба Троицкое располагается на ложбине стока ледниковых вод, освоенные долинно-балочной сетью (долинные зандры малых рек), полого- и покатоноклонные, сложенные мощной толщей (до 3 м) водноледниковых суглинков, подстилаемых песками с цоколем из морены и коренных пород, отлично дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами, под широколиственно-еловыми и широколиственно-сосновыми лесами и древнеаллювиальной равнине /I и II надпойменная терраса, нерасчлененные / пологонаклонные, сложенные древнеаллювиальными песками, перекрытыми маломощными супесями и суглинками, хорошо дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами, под сосновыми с примесью широколиственных пород лесами, высота над уровнем моря варьировалась от 170 до 175 метров, а крутизна склонов доходит до $4,76^\circ$., почвы представлены смытыми и намытыми почвами оврагов, балок пойм малых рек и прилегающих склонов и дерново-подзолистыми слабogleеватыми.

Парк «Южное Бутово» располагается в долине малых рек и ручьев балочного типа, пологовогнутые, песчаные с прослоями суглинков, с подзолистыми и дерново-подзолистыми сильно оглеенными почвами под сосняками с елью и широколиственными породами на склонах и террасах и черноольшаниками на пойменных дерново-глеевых почвах на поймах, а также на водноледниковой равнине, возвышенные /160-180 м/, плоские, пологоволнистые и наклонные, расчлененные долинами малых рек и ручьев, сложенные водноледниковыми суглинками, подстилаемыми песками,

умеренно дренированные, с дерново-средне- и дерново-слабоподзолистыми, местами глееватыми, почвами, под широколиственно-хвойными лесами, на высоте от 165 до 170 метров над уровнем моря, угол крутизны склонов не превышала 3,17°.

Парк Сосны располагается на плоской озёрно-водноледниковой равнине, сложенные тяжёлыми суглинками, подстилаемыми мореной или коренными глинами, с дерново-средне- и дерново-сильноподзолистыми подзолистыми часто поверхностно-глееватыми почвами под берёзово-осиново-еловыми с примесью дуба и липы кустарниковыми кислично-хвощёво-влажнотравными лесами, а также в долине малых рек и ручьев балочного типа, пологовогнутые, песчаные с прослоями суглинков, с подзолистыми и дерново-подзолистыми сильно оглеенными почвами под сосняками с елью и широколиственными породами на склонах и террасах и черноольшаниками на пойменных дерново-глеевых почвах на поймах. Высота варьировалась от 185 до 200 м над уровнем моря, а крутизна склонов не превышала 3,17°. Почвы дерново-подзолистые смытые и дерново-подзолистые слабоглееватые.

Парк п. Роговское располагается в долине малых рек и ручьев балочного типа, пологовогнутые, песчаные с прослоями суглинков, с подзолистыми и дерново-подзолистыми сильно оглеенными почвами под сосняками с елью и широколиственными породами на склонах и террасах и черноольшаниками на пойменных дерново-глеевых почвах на поймах и ложбине стока ледниковых вод, освоенные долинно-балочной сетью (долинные зандры малых рек), полого- и покатоноклонные, сложенные мощной толщей (до 3 м) водноледниковых суглинков, подстилаемых песками с цоколем из морены и коренных пород, отлично дренированные, с дерново-слабоподзолистыми почвами, под широколиственно-еловыми и широколиственно-сосновыми лесами. Высота варьировалась от 180 до 190 метров над уровнем моря, а угол крутизны склонов не превышал 1,59°, парк располагается на смытых и намытых почвах оврагов, балок, пойм малых рек и прилегающих склонов.

Зона отдыха «Заречье» располагается на древнеаллювиальных равнинах /I надпойменная терраса/, плоская, местами пологонаклонная, сложенная древнеаллювиальными песками с прослоями супесей и суглинков, слабо дренированные, со среднеподзолистыми и дерново-подзолистыми, местами оглееными, почвами, под сосновыми лесами. Высота варьировалась от 153 до 158 м над уровнем моря, а крутизна склона не превышала $3,17^\circ$. Почвы в парке аллювиальные луговые кислые и смытые и намытые почвы оврагов, балок, пойм малых рек и прилегающих склонов (таблица 3).

Таблица 3 - Общая характеристика объектов исследования (Разработана автором)

Название парка (район)	Год осн./рек.	Ист. земляния	Функции	S, га	Расстояние от границ Москвы на 2012 г., км	Тип ландшафта	Тип почв	Н, м	Тип зоны
Парк Рассказовка	2017	Лес	Спортивная, рекреационная, транзитная	27	8	Плоская озёрно-водноледниковая равнина (18)	Дерново-слабо и среднеподзолистые	180-190	Лесопарк (ООЗТ)
Ульяновский лесопарк	-	Лес	Спортивная, рекреационная, транзитная	22.2	5.8	Моренные равнины /180-200 м/, (3) Моренные равнины, м, (7) Плоские озёрно-водноледниковые равнины (18)	Дерново-слабо и среднеподзолистым и	180-190	Лесопарк (ООЗТ)
Парк 3-го микрорайона Московского (п. Московский)	1935/2017	Лес	Рекреационная, транзитная коммунальная	16.8	8.7	Плоские озёрно-водноледниковые равнины (18)	Дерново-подзолистые смытые	194	Лесопарк (ООЗТ)
«Троицкая роща» (г. Троицк)	2008/2011	Лес	Рекреационная, транзитная, защитная	15.0	19	Моренные равнины, м, (7)	Смытые и намывные почвы оврагов, балок пойм малых рек и прилегающих склонов, Дерново-слабо и среднеподзолистые с преобладанием последних	190-200	Лесопарк

Продолжение таблицы 3

Название парка (район)	Год осн. /рек.	Ист. земляния	Функции	S, га	Расстояние от границ Москвы на 2012 г., км	Тип ландшафта	Тип почв	Н, м	Тип зоны
Сквер г. Троицк	-/2016	Лес	Спортивная, рекреационная, транзитная	4.7	20	Моренные равнины, м, (7)	Смытыми и намытыми почвами оврагов, балок пойм малых рек и прилегающих склонов, дерново-слабо и среднеподзолистые с преобладанием последних	195-205	Лесопарк
Парк усадьбы Троицкое	-/2016	Лес	рекреационная, транзитная	2,9	17.7	Ложбины стока ледниковых вод (16) Древнеаллювиальные равнины (34)	Смытыми и намытыми почвами оврагов, балок пойм малых рек и прилегающих склонов, дерново-слабо и среднеподзолистые с преобладанием последних	170-175	Лесопарк
Парк «Южное Бутово» (р-н Южное Бутово)	2018	СХ	Спортивная, рекреационная, транзитная	18.6	6.2	Долины малых рек и ручьев (41) Водноледниковые равнины (17)	Дерново-подзолистые смытые	165-170	Многофункциональный парк

Продолжение таблицы 3

Название парка (район)	Год осн. /рек.	Ист. земле- ния	Функции	S, га	Расстояние от границ Москвы на 2012 г., км	Тип ландшафта	Тип почв	Н, м	Тип зоны
Парк «Сосны», (п. Новофедоровск ое)	2013	СХ	Спортивная, рекреационна я, транзитная	15.1	37.8	Плоские озёрно- водноледников ые равнины (18) Долины малых рек и ручьев (42)	Дерново- подзолистые смытые, дерново- подзолистые слабоглееватые.	185- 200	Многофу нкционал ьный парк
Парк истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой	2017	СХ	рекреационна я, транзитная	2.3	50	Долины малых рек и ручьев (42) Ложбины стока ледниковых вод (16)	Смытых и намытых почвах оврагов, балок, пойм малых рек и прилегающих склонов.	180- 190	Парк Историче ский
Зона отдыха «Заречье»	2014	СХ	Спортивная, рекреационна я, транзитная	5.1	17.3	Древнеаллювиа льные равнины (33)	Аллювиальные луговые кислые и смытые и намытые почвы оврагов, балок, пойм малых рек и прилегающих склонов	153- 158	Многофу нкционал ьный парк

2.3 Методы исследования

Методы дистанционного зондирования и пространственного анализа с использованием ГИС-технологий.

Анализ динамики изменения территории Новой Москвы на основе топографических карт. Изменение землепользования в Новой Москве было проанализировано путем сравнения карт 2017 года и 1981 г. Исторические данные были получены из оцифрованной топографической карты 1981 г. (масштаб 1:100 000), тогда как землепользование 2017 г. было проанализировано на основе цифровой карты, полученной из открытых источников (проект OpenStreetMap) (openstreetmap.org). Типы землепользования были унифицированы и выделены доминирующие виды: пашни, луга (залежи), леса и городские территории. С помощью инструментов пространственного анализа программы QGIS 2.14 было проведено пересечение оцифрованных карт и выявлены пути изменения землепользования в заданный период времени.

Анализ динамики изменения территории Новой Москвы на основе спутниковых снимков. Для анализа землепользования территории Новой Москвы были выбраны мультиспектральные снимки со спутников Landsat 7 (2000 год), Landsat 5 (2010 год), Landsat 8 (2019 год). Данные были получены с официального сайта геологической службы США (USGS). В ходе исследования использовался уровень Level-2A (surface reflectance), который содержит атмосферно скорректированные данные. В исследовании были использованы данные съемки в видимом (RGB), ближнем и среднем инфракрасном диапазонах с пространственным разрешением 30 м (Grybas et al., 2020). С целью исследования изменений землепользования был использован метод классификации с обучением. Результатом классификации является изображение с одним слоем тематических данных, каждый пиксель которого имеет значение какого-либо класса или помечен как не принадлежащий ни к одному классу (Чандра, 2008; Шихов, 2020). Классификация выполнялась с помощью полуавтоматического плагина классификации (Semi-automatic classification plugin). Анализировались следующие

типы землепользования за период с 2000 – 2019 гг.: 1) запечатанные территории; 2) лесные массивы (лес); 3) открытые почвы, почвы с низкой растительностью; 4) луга; 5) водные объекты (Рисунок 6).

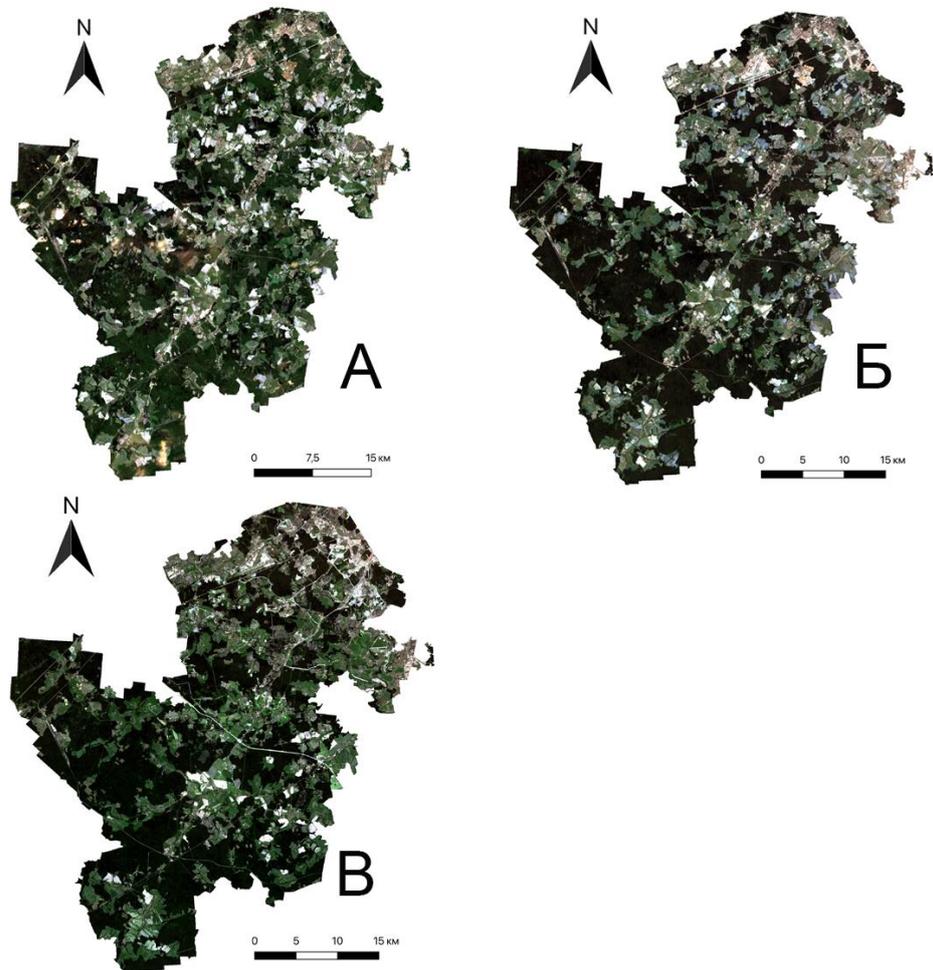


Рисунок 6 - Спутниковые снимки территории Новой Москвы 2000 г. (А), 2010 г. (Б), 2019 г. (В) (Разработан автором)

Оценка точности классификации производилась путем создания матрицы ошибок (*confusion matrix*). Независимый набор пикселей с известным классом типа землепользования сравнивался с результатом классификации и считался процент корректно-классифицированных пикселей (общая точность классификации) (Vasenev et al., 2019). Всего, для каждого класса было отобрано не менее 30 независимых пикселей.

Изменение экосистемных сервисов в парках с разной историей землепользования. Изменение структуры поверхности (запечатывание, динамика травяной и древесно-кустарниковой растительности) (Климанова и др., 2020 ; Burkhard и др., 2009; Haines-Young and Potschin-Young, 2018; Smagin et al., 2018) является индикатором для оценки потенциала обеспечения экосистемных сервисов и экономической оценки деградации земель (Бондаренко, 2016, Климанова и др., 2020). На основании литературных данных была разработана балльная экспертная оценка (Таблица 4), значения в которой по каждой услуге проранжированы от -2 до +2, отражая, соответственно, максимальное снижение или увеличение потенциала по обеспечению экосистемной услуги. В результате была получена оценка влияния изменения типов поверхности на экосистемные услуги изученных рекреационных зон.

Таблица 4 - Балльная характеристика изменения экосистемных услуг при увеличении различных типов поверхности (Разработана автором)

	Микроклимат	Депонирование углерода	Качество воздуха	Биоразнообразии
Запечатанные территории	-2	-1	-1	-2
Открытая почва	0	-2	-2	-1
Луг	+1	+1	+1	+1
Деревья	+2	+2	+2	+2

Анализ пространственного распределения рекреационных зон Новой Москвы проводился на основе данных, полученных из открытых источников (OSM, спутниковые снимки и Yandex-карты), а также оцифровки градостроительной карты г. Москвы в программе QGIS 2.14. Полученные результаты (представленные в Главе 3) позволили определить объекты для комплексного исследования состояния почв и древесной растительности. Были отобраны 10 парков, сопоставимые по почвенно-ландшафтным условиям, но отличающиеся историей землепользования и действующим статусом: 6 лесопарков на месте бывших лесных земель (включая 3 ООЗТ) и 4 на месте бывших сельскохозяйственных угодий.

Визуальная оценка жизненного состояния древесной растительности. В каждом парке было заложено по 9–10 экспериментальных площадок площадью около 0.13 га (древесные насаждения изучались в радиусе 20 м вокруг точек отбора почвенных образцов). На площадках определяли биологический возраст (онтогенез) и проводили оценку жизненного состояния по стандартным методикам (Алексеев, 1989; Чистякова и др., 1989; Постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 года N 743-ПП). Жизненное состояние определялся в соответствии с биологическим возрастом дерева. Для подроста и взрослых деревьев выделяли следующие категории: имматурные (полувзрослые) особи (im), виргинильные (взрослые вегетативные) растения (v), молодые генеративные особи (g1), средневозрастные (зрелые) генеративные деревья (g2) и старые генеративные особи (g3) (Чистякова и др., 1989). Проростки и ювенильные растения не рассматривались.

При оценке жизненного состояния деревьев применялась шестибальная шкала В. А. Алексеева (1989), основанная на визуальной фиксации состояния кроны (степень усыхания ветвей, облиственность кроны, трещиноватость коры и пр.). Выделялись следующие балльные категории состояния: 1 – здоровое дерево; 2 - поврежденное (ослабленное) дерево; 3 - сильно поврежденное (сильно ослабленное) дерево, 4 – отмирающее дерево; 5а– свежий сухостой (деревья, погибшие менее года назад, иногда с сухой листвой или хвоей); 5б – сухостой прошлых лет (деревья, погибшие год и более лет назад, теряющие остатки ветвей и кору) (Алексеев, 1989; Постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 года) (Таблица 5).

Таблица 5 - Шкала категорий жизненного состояния деревьев по визуальным характеристикам кроны по В. А. Алексеев (Алексеев, 1989 г.; Постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 года)

Балл	Состояние	Пояснение
1	Здоровое дерево.	Не имеет внешних повреждений кроны и ствола, густота кроны обычная для господствующих деревьев, мертвые и отмирающие ветви сосредоточены в нижней части кроны и отсутствуют в

		верхней её половине. Закончившие рост листья и хвоя зеленого или темно-зеленого цвета, их продолжительность жизни типична для региона. Повреждения листьев и хвои незначительны (<10%) и не сказываются на состоянии дерева
--	--	---

Продолжение таблицы 5

Балл	Состояние	Пояснение
2	Поврежденное (ослабленное) дерево.	Обязателен хотя бы один из следующих признаков: снижение густоты кроны на 30% за счет преждевременного опадения или недоразвития листьев (хвои) или изреживания скелетной части кроны; наличие 30% мертвых и (или) усыхающих ветвей в верхней половине кроны; повреждение (объедание, ожог, хлорозы, некрозы и т. д.) и выключение из ассимиляционной деятельности 30% листовой поверхности
3	Сильно поврежденное (сильно ослабленное) дерево.	Обязателен хотя бы один из следующих признаков: снижение густоты облиствления кроны на 60% за счет преждевременного опадения листьев (хвои) или изреживания скелетной части кроны; наличие 60% мертвых и (или) усыхающих ветвей в верхней половине кроны; повреждение различными факторами и выключение из ассимилирующей деятельности 60% площади листьев; отмирание верхушки кроны
4	Отмирающее дерево	Крона разрушена, её густота - не менее 15–20% по сравнению со здоровой; >70% ветвей, в том числе в верхней половине, сухие или бледно-зеленого, желтоватого, оранжево-красного цвета. Некрозы белесого, коричневого или черного цвета. При загрязнении атмосферы большая часть некротизированных листьев быстро отмирает. В комлевой и средней части ствола возможны признаки заселения стволовыми вредителями
5а	Свежий сухостой	Деревья, погибшие менее года назад. У них возможны остатки сухой хвои или листьев, кора и мелкие ветви часто бывают целы. Как правило, заселены насекомыми-ксилофагами
5б	Старый сухостой	Деревья, погибшие в прошлые годы. Постепенно утрачивают ветви и кору

Видовое разнообразие рассчитывалось с помощью индекса разнообразия и индекса разности Шеннона по формуле 1 и формуле 2 соответственно (Shannon, 1948; Chao, Shen, 2003)

$$(1) \quad H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i, \text{ где}$$

p_i - доля всего сообщества, состоящего из видов i

$$(2) \quad E = H' / \ln S, \text{ где}$$

H' – индекс разнообразия Шеннона

S - общее количество уникальных видов.

Анализ экологического состояния почв рекреационных зон.

Полевые исследования. Во всех парках проводился отбор почвенных образцов с помощью почвенного бура для суглинистой почвы (Eijkelkamp, Нидерланды) методом конверта (площадка 2х2 м в 9 или 10 точках для их полевого описания и дальнейшего изучения в лаборатории), на анализ физико-химических свойств отбирали образцы на глубину 50 см (в отдельных точках – до 100 см), для микробиологического анализа в слое 0-10 см. Методом кольца (по Н.А. Качинскому) (ГОСТ 12536-2014) проводился отбор образцов для определения плотности почв (Шеин и др., 2007). В каждой точке проводилось определение гранулометрического состава (метод Захарова) (Еремченко и др., 2014) и геопривязка в системе WGS 84 (GPS Garmin eTrex 10). В качестве фоновых объектов были изучены лесные и залежные участки, расположенные вблизи парков с соответствующей историей землепользования.

Анализ физико-химических свойств почвы. Плотность почвы была проанализирована весовым методом как масса единицы объема почвы, высушенной при 105 °С (Guidelines for soil description, 2018). Кислотность водной суспензии 1: 2.5 (рН_{H2O}) определяли с помощью рН-метра («Эконикс», Москва, Россия) (ГОСТ 26423–85.). Валовое содержание тяжелых металлов определяли с использованием портативного рентген-флуоресцентного анализатора (РФА) Vanta C (Olympus, США). Метод основан на регистрации и последующем анализе спектра, полученного при облучении исследуемого образца рентгеновским излучением (Ravansari et al., 2020). Для каждого образца измерения производили в трех повторностях, время экспозиции – 120 секунд. Определение подвижных соединений фосфора и калия методом Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650–2011) на Спектрофотометре ДР-3900 и Пламефотометр ФПА-2-01.

Анализ микробиологической активности почвы. Для проведения микробиологического анализа образцы проходили инкубацию в течение 7 суток при постоянной температуре 22 °С и условиях 50-60% полной влагоемкости для просушенных и измельченных до 1 мм образцов Субстрат-индуцированное дыхание (СИД) определяли по регистрации начального максимального выделения

CO₂ из обогащенной глюкозой почвы (Anderson and Domsch, 1978). Навеску почвы 1 г помещали во флакон (15 мл), добавляли раствор глюкозы (0.1 мл г⁻¹, 5 мг глюкозы г⁻¹), герметично закрывали и инкубировали при 22°C в течение 3-5 ч. Затем определяли концентрацию CO₂ в газовой фазе флакона методом газовой хроматографии (Кристалл 2000). Углерод микробной биомассы С_{мик} (мкг С г⁻¹) определяли по формуле: СИД × 40.04 + 0.37 (Anderson and Domsch, 1978) с учетом концентрации CO₂ в газовой фазе флакона, ее объема, навески образца и времени его инкубации. Базальное дыхание (БД) почвы измеряли в образце почвы, инкубированном 24 ч при 22°C (Ananyeva et al., 2008) с добавлением в почву дистиллированной воды (0.1 мл г⁻¹) вместо глюкозы. БД выражали в мкг CO₂-С г⁻¹ ч⁻¹ и рассчитывали также на единицу площади почвы (г CO₂ м⁻² сут⁻¹) с учетом плотности ее верхнего 10 см слоя. Микробный метаболический коэффициент (удельное дыхание почвенных микроорганизмов) определяли по отношению БД / С_{мик} = qCO₂ (мкг С-CO₂ мг⁻¹С_{мик} ч⁻¹).

Статистический анализ и обработка данных. Результаты анализа свойств почв и состояния древесной растительности обрабатывались с использованием инструментов описательной статистики (проверка нормальности распределения, оценки среднего, ошибки среднего и доверительных интервалов). Значимость различий средних значений показателей между парками проверяли с использованием однофакторного дисперсионного анализа, а между парками с разной историей землепользования - по t-критерию Стьюдента для независимых групп. Взаимосвязи между свойствами почв и параметрами состояния зеленых насаждения сначала анализировали по методу главных компонент (РСА) с дальнейшей проверкой выявленных зависимостей на основе регрессионного анализа. Статистическую обработку и анализ данных проводили с использованием программного обеспечения Statistica 8.0 и R studio. (Para et al., 2017). Порядок проведения исследования представлен на Рисунке 7.



Рисунок 7 - Схема этапов научного исследования (Разработан автором)

ГЛАВА 3. ДИСТАНЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ДИНАМИКИ ТИПОВ ПОВЕРХНОСТИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН НОВОЙ МОСКВЫ

3.1. Анализ динамики изменения территории Новой Москвы на основе топографических карт²

В период с 1981 по 2017 год на территории современной Новой Москвы режим землепользования существенно менялся. В 1981 г. здесь преобладали леса, площадь которых составляла 835 км² (55% общей площади). Пахотные угодья и луга были вторым и третьим по распространенности землепользованием, занимая более 30% территории, тогда как городские территории занимали только 4%. В связи с активной урбанизацией Новой Москвы общая площадь городских территорий увеличилась более чем в три раза (с 63 км² до 193 км²). В основном это увеличение произошло за счет расширения существующих городских территорий, однако некоторые новые поселения были застроены и вдоль основных транспортных магистралей – Киевского и Калужского шоссе. До 70% урбанизации происходило в пределах 30 км от бывших границ Москвы. Основная урбанизация произошла на бывших лугах и пахотных землях, которые потеряли 87 и 18 % территории соответственно. Лесные массивы меньше пострадали от урбанизации: 71 км² (9 %) бывших лесов были преобразованы в городские районы. Таким образом, процессы урбанизации стали причиной почти двух третей изменений в землепользовании (Рисунок 8), произошедших за 35 лет на площади более 220 км².

² Основные результаты изложены в данной главе, опубликованы в следующих статьях:
82. Demina S. и др. Microbial properties of urban soils with different land-use history in New Moscow // Soil Sci. 2018. Т. 183. № 4.

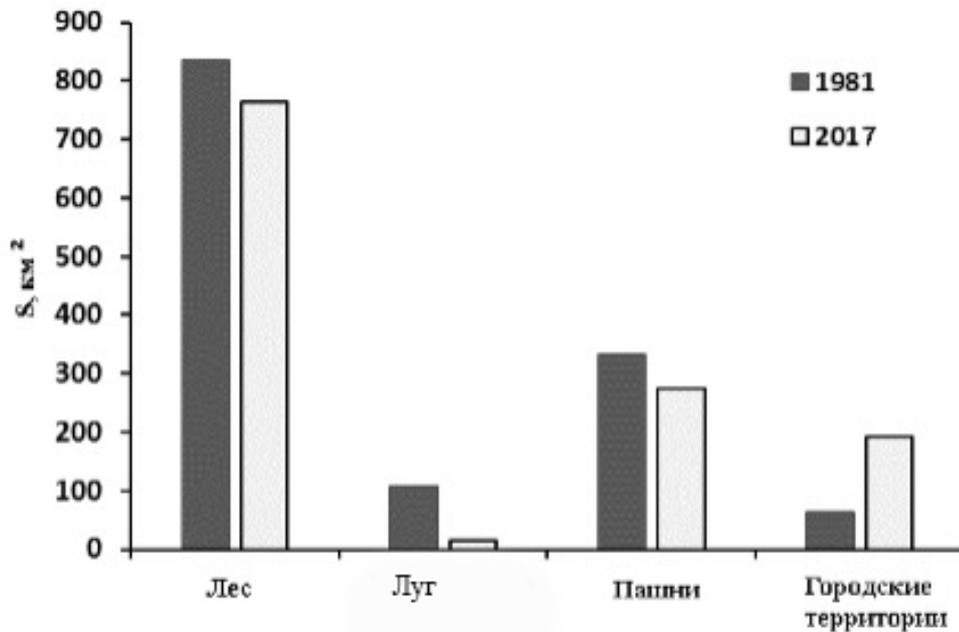


Рисунок 8 - Динамика изменения землепользования Новой Москвы 1981–2017 гг. (Разработан автором)

Сравнительный анализ территории в период с 2017 и 1981 гг. показывает явную тенденцию к уменьшению площадей природной территории (лес, луг, пашни) и увеличение городских зон. Он выявляет основные результаты изменений в землепользовании, но не описывает динамику этого периода, в отличие от анализа данных, полученных со спутниковых снимков, что важно для понимания движущих сил изменений землепользования региона. При сравнении карт, полученных за все периоды наблюдений, были выявлены следующие пути изменения землепользования: 1) превращение лесных массивов в застроенные территории; 2) лесные площади, переустроенные в пахотные земли, и 3) пахотные земли, переустроенные в застроенные территории. Ни один из этих путей изменения землепользования не оставался линейным в течение всего периода наблюдения, а увеличивал или уменьшал интенсивность или даже менялся на обратное землепользование в результате социально-экономических воздействий и политических решений.

3.2. Временная динамика изменения территории Новой Москвы в период 2000, 2010 и 2019 гг.³

Данные, полученные при анализе спутниковых снимков, подтвердили наши заключения относительно общей динамики изменения поверхности территории, однако, показали, что при более детальном рассмотрении, значения могут меняться внутри периода. Таким образом, в 2010 г. наблюдается увеличение количества древесных насаждений на 1.3 км² по сравнению с 2000 г, а в 2019г. происходит уменьшение на 1.6 км² по сравнению с 2010 г. Доля древесных насаждений в общей структуре землепользования за период с 2000 по 2019 гг., уменьшилась на 3.8% (Рисунок 9).

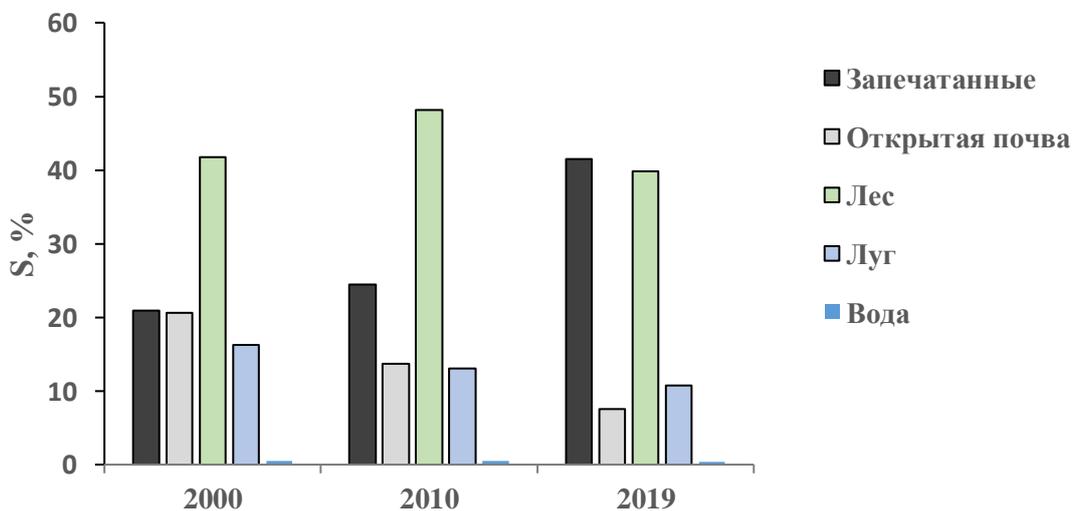


Рисунок 9 - Динамика изменения поверхности территории Новой Москвы в % за 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Основной рост запечатанных территорий приходится на период с 2010 по 2019 гг. - увеличение площади в 1.7 раз (3.3 км²), по сравнению с отрезком времени с 2000 по 2010 гг. - 0.7 км². Что связано с началом масштабной стройки новых жилищных комплексов, после присоединения этих территорий к Москве. Для

³ Основные результаты изложены в данной главе, опубликованы в следующих статьях:

160. Vasenev V. I., Yaroslavtsev A.M., Vasenev I.I., Demina S.A., Dovltetyarova E.A. Land-use change in new moscow: First outcomes after five years of urbanization // Geography, Environment, Sustainability. 2019. Т. 12. № 4.

открытой почвы мы наблюдаем постепенное снижение площадей, независимо от периода 2000, 2010, 2019 гг. (3.9, 2.6, 1.4. км² соответственно). Тенденция для травяных покрытий аналогична 3.1, 2.5, 2 км² соответственно. Что объясняется началом уменьшения площадей сельскохозяйственных территорий и образования на них либо жилой застройки, либо залежей.

Первым шагом изучения рекреационных зон стал анализ территории Новой Москвы и выявление всех парков, размер которых превышал 2 га. Данные, полученные из открытых источников (Open street map, спутниковые снимки и Yandex-карты), позволили определить процентное соотношение лесов, территории ООЗТ и рекреационных зон, а также выявить основные пути развития парковых территорий, их расположение, площадь и историю землепользования (Таблица 6)

Таблица 6 - Рекреационные зоны Новой Москвы (Разработана автором)

Название	Координаты		Площадь, га	ООЗТ	Землепользование 1981 г.
	X	Y			
Мемориальный комплекс «Парк Победы»	55,58311	37,12168	2,1	нет	залежь
Сквер Чоботовский	55,64290	37,35389	1,0	нет	залежь
Сквер Красная пахра	55,43054	37,27502	1,5	нет	застройка
Фабричная площадь	55,49021	37,30230	0,2	нет	застройка
Парк в честь 70-летия Победы в Великой Отечественной Войне	55,50424	37,33614	0,9	нет	застройка
Автодром	55,60402	37,31638	54,9	нет	лес
Академический	55,48504	37,30228	2,7	нет	лес
Ботанический сад Вилар	55,56427	37,59158	27,0	нет	лес
Говоровский лесопарк	55,64577	37,42593	44,4	ООЗТ	лес
Парк 3-го мкр Московского	55,59824	37,33779	24,5	ООЗТ	лес
Парк «Филатов луг»	55,59637	37,37709	26,3	ООЗТ	лес
Парк Рассказовка	55,63180	37,31327	27,1	ООЗТ	лес
Троицкая Роща	55,46846	37,30056	13,6	нет	лес
Троицкий сквер	55,46931	37,29378	4,4	нет	лес
Ульяновский лесопарк	55,63388	37,35244	22,2	ООЗТ	лес
Чайка	55,61646	37,34163	3,5	нет	лес
Чоботовский лес	55,64704	37,36152	33,0	нет	лес

Продолжение таблицы 6

Название	Координаты		Площадь, га	ООЗТ	Землепользование 1981 г.
	Х	У			
сквер Конструктора Симонова	55,54213	37,57496	0,9	нет	лес
Центральный парк	55,60680	37,29266	4,7	нет	лес
Троицкий лесопарк	55,61021	37,47794	59,0	ООЗТ	лес
Экзотик парк	55,41471	37,26830	7,3	нет	лес
Парк Десеновское	55,50514	37,32413	9,2	нет	лес
Летова тропа	55,55336	37,42146	36,3	ООЗТ	лес
Дружба	55,65569	37,38927	2,2	нет	Лес
дружба 2	55,65406	37,38366	1,0	нет	Лес
Фабричный	55,49233	37,30170	2,5	нет	лес
Парк "Центральный"	55,60865	37,29466	2,9	нет	лесопарк
60 лет октября	55,65712	37,40133	7,7	нет	луг
60-летия октября	55,65879	37,40664	1,9	нет	луг
ЖК Новопеределкино	55,65117	37,36953	2,4	нет	луг
Парк Битца	55,57401	37,57326	34,3	нет	луг
Парк Буратино	55,63639	37,36426	2,3	нет	луг
Сквер в Коммунарке (без названия)	55,56491	37,47356	1,1	нет	луг
Центральный парк в Солнцево	55,65219	37,39150	13,1	нет	луг

Продолжение таблицы 6

Название	Координаты		Площадь, га	ООЗТ	Землепользование 1981 г.
	Х	У			
Смотровая площадка парка Пыхтино	55,61619	37,30402	1,9	нет	луг
Мещерский пруд	55,67389	37,40936	16,6	Нет	луг (пруд)
Пляж Серебряная чаша	55,53786	37,13589	9,9	нет	СХ
Сквер 55-летия Победы	55,52820	37,51807	7,6	нет	СХ
парк Пыхтино	55,61813	37,30559	2,3	нет	СХ
парк Ручеек	55,59301	37,20176	11,7	нет	СХ
Парк "Сосны"	55,46792	36,93711	17,6	нет	СХ
Аллея 50-летия Победы	55,64288	37,36582	0,6	нет	СХ
Аллея Мосметростроя	55,59248	37,36691	0,3	нет	СХ
Детский ландшафтный парк	55,54215	37,53579	6,8	нет	СХ
Заречье	55,49601	37,30196	6,1	нет	СХ
Красная пахра	55,43977	37,25896	8,8	нет	СХ
Ландшафтный парк "Южное Бутово"	55,54423	37,53533	125,1	нет	СХ
Липовый парк "Коммунарка"	55,56761	37,48455	3,0	нет	СХ
Малый солнцевский пруд	55,64830	37,39738	4,7	нет	СХ
Парк "Барыши"	55,49804	37,54134	9,7	нет	СХ
Парк Истории	55,21777	37,07690	2,0	нет	СХ

Продолжение таблицы 6

Название	Координаты		Площадь, га	ООЗТ	Землепользование 1981 г.
	Х	У			
Сквер "Защитников московского неба"	55,55096	37,56769	0,6	нет	СХ
Сквер "Молодёжный"	55,64929	37,40842	0,7	нет	СХ
сквер Борец	55,64160	37,36036	0,2	нет	СХ
сквер Героев-Чернобыльцев	55,63644	37,35785	0,2	нет	СХ
Рекреационная зона ул. Брусиловская,	55,50239	37,58794	4,4	нет	СХ
Общественный мемориал в Тетеринках	55,17141	37,07163	0,2	нет	СХ
усадебный парк Кончеево	55,54651	37,28293	2,2	нет	усадыба
Парк усадьбы Старо-Никольское	55,53559	37,15483	2,7	нет	усадыба
Усадебный парк Клёново	55,32256	37,34814	2,5	нет	усадыба
Усадыба Троицкая	55,50139	37,29960	8,6	нет	усадыба
Усадыба троицкая	55,50172	37,30664	4,0	нет	усадыба
Мешковский усадебный парк	55,59113	37,32638	4,6	нет	усадыба (лес)
Усадебный парк "Филимонки"	55,55462	37,35359	4,0	нет	усадыба (лес)
усадыба "Александрово-Щапово"	55,41654	37,40672	9,9	нет	усадыба (лес)
усадыба Остафьево	55,49826	37,49782	38,7	нет	усадыба (лес)

СХ- сельскохозяйственные объекты

Таким образом, было отобрано 66 действующих рекреационных зон, часть из них уже существовала в 1981 году, такие как сквер «Красная Пахра», Фабричная площадь, парк в честь 70-летия Победы в Великой Отечественной войне (современное название), которые располагаются внутри застройки, 9 парков являются усадьбами, которые также существовали в 1981 году, 1 лесопарк. Остальные 53 рекреационная зона были созданы после 1981 года. Из них 2 объекта расположены на месте залежи, 9 на месте луга, 21 парк образован на месте бывших сельскохозяйственных объектов и 21 на месте леса.

Оцифровка градостроительной карты г. Москвы показала, что 96% от лесного массива в Новой Москве, носят статус ООЗТ, при этом только 0,34% являются рекреационными зонами, что составляет 30% (239,8 га) от всей площади парков (796 га). Но по количеству только 7 из 66 рекреационных зон являются ООЗТ. При этом рекреационные зоны занимают 0,54% от все площади Новой Москвы, и большая часть располагается на расстоянии до 30 км от МКАД (Рисунок 10).

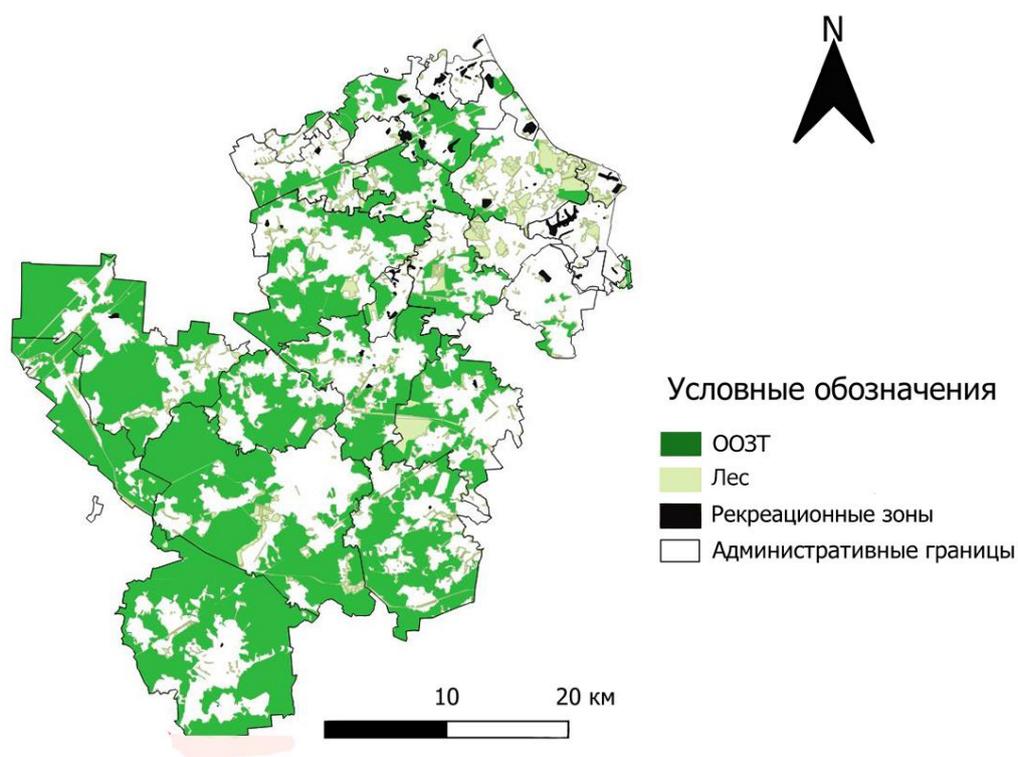


Рисунок 10 - Распределение ООЗТ и рекреационных зон на территории Новой Москвы (Разработан автором)

При изучении рекреационных зон, расположенных на территории Новой Москвы, были выбраны 10 парков, с разной историей землепользования, а также с различными статусами, чтобы получить большее разнообразие в выборке. Таким образом, было отобрано 3 лесопарка со статусом ООЗТ, 3 лесопарка без статуса, и 4 парка образованных на месте бывших сельскохозяйственных угодий, но с разными площадями (Рисунок 11).

Лесопарки (ООЗТ)



п. Рассказовка



Ульяновский лесопарк



п. 3-го мкр. Московского

Лесопарки (не ООЗТ)



п. Троицкая роща



сквер г. Троицка



Усадьба г. Троицка

Парки (бывших СХ-объекты)



п. Южное Бутово



п. Сосны



п. пос. Роговское



зона отдыха
Заречье

Рисунок 11 - Фотографии объектов исследования (Разработан автором)

ГЛАВА 4 ФАКТОРЫ ВНУТРЕННЕЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН⁴

4.1 Динамика изменения территории изучаемых рекреационных зон

Парк Рассказовка. В 2000 г. на территории парка Рассказовка не было запечатанной поверхности, преобладали древесные насаждения (96,5 %), травяных покрытия занимали 2.5%, а открытая почва 1%. В 2010 году динамика изменилась. Запечатанные территории стали занимать уже 5.1% от общей площади парка, в большей степени за счет расширения Боровского шоссе. Травяное покрытие занимало всего 0.6%. На 2019 год количество древесных насаждений уменьшилось почти на 10% по сравнению с 2000 годом и стали занимать всего 87,6%, а количество запечатанных территорий увеличилось до 7,6 % (Рисунок 12).

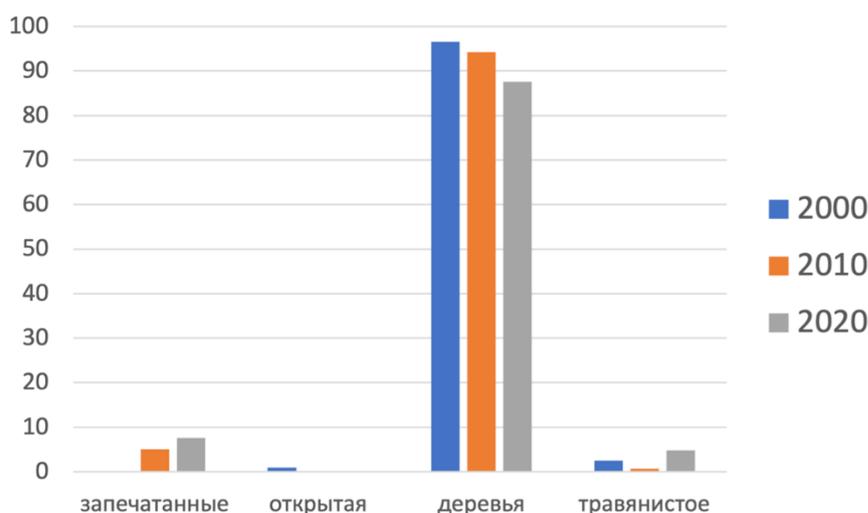


Рисунок 12 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Рассказовка в 2000 г., 2010 г., 2019 г., % (Разработан автором)

⁴ Основные результаты изложены в данной главе, опубликованы в следующих статьях:

13. Демина С. А., Васенев В.И., Махиня К.И., Ромзайкина О.Н., Истомина И. И., Павлова М. Е., Довлетярова Э. А. Комплексный анализ почв и зеленых насаждений в парках Новой Москвы, образованных на месте бывших сельскохозяйственных территорий и леса // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2022 Т. 17 № 3 С. 331–349.

115. Makhinya K. и др. The Influence of Soil Quality on Trees' Health in Urban Forest // Springer Geography., 2021.

160. Vasenev V. I., Yaroslavtsev A.M., Vasenev I.I., Demina S.A., Dovltetyarova E.A. Land-use change in new moscow: First outcomes after five years of urbanization // Geography, Environment, Sustainability. 2019. Т. 12. № 4.

Данные, полученные со спутниковых снимков, показывают нам в каких районах произошли видимые изменения. Так на изображение 2010 года на Юго-Востоке парка, появляются запечатанные территории, что, как было сказано выше объясняется расширением Боровского шоссе, и как следствие, приводит к деградации лесного массива, что мы можем наблюдать на снимке 2019 г. (Рисунок 13).

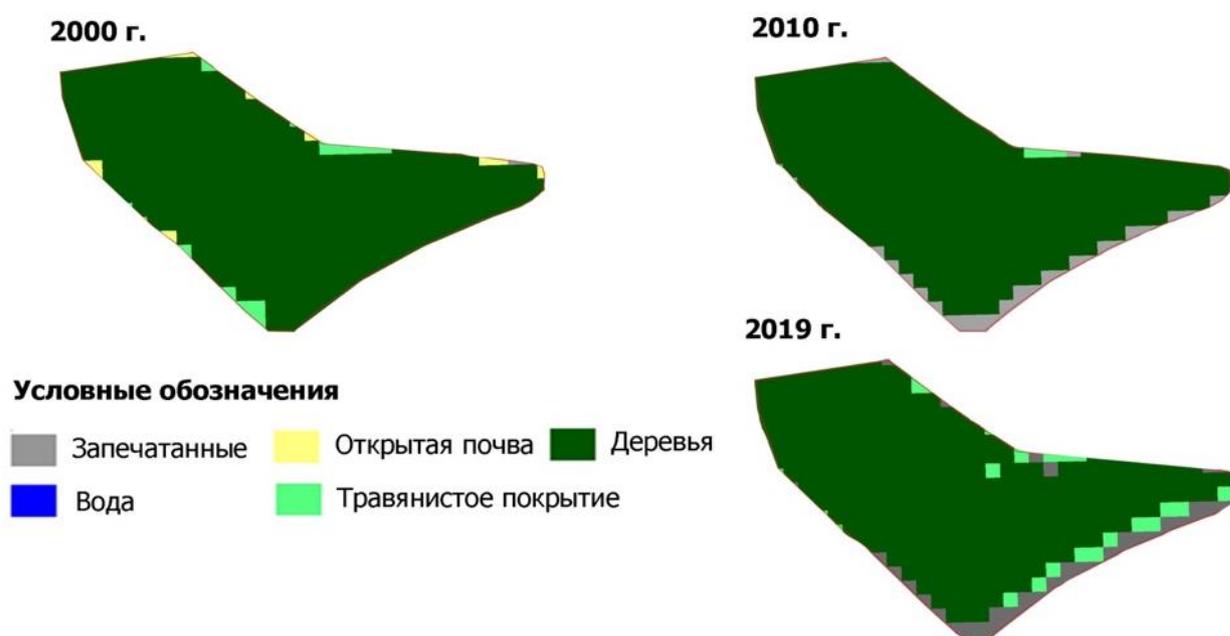


Рисунок 13 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Рассказовка в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

По полученным данным можно сделать вывод, что появление запечатанных территорий произошло еще до 2010 г. а последствия в виде деградации лесного массива, становятся наиболее заметны в 2019 году.

Ульяновский лесопарк. Выбранная часть Ульяновского лесопарка в 2000 году имела 1.8% запечатанных территорий, 15.5% открытых почв и 80.5% древесных насаждений. В 2010 г. площадь запечатанной поверхности увеличилась на 0.6%, открытых территорий почти не осталось - 0.3%, а количество древесных насаждений увеличилось на 10%. В 2019 году количество запечатанных

территорий составило 4.3%, древесных насаждений 82,4%, а травяной растительности 13.4% (Рисунок 14).

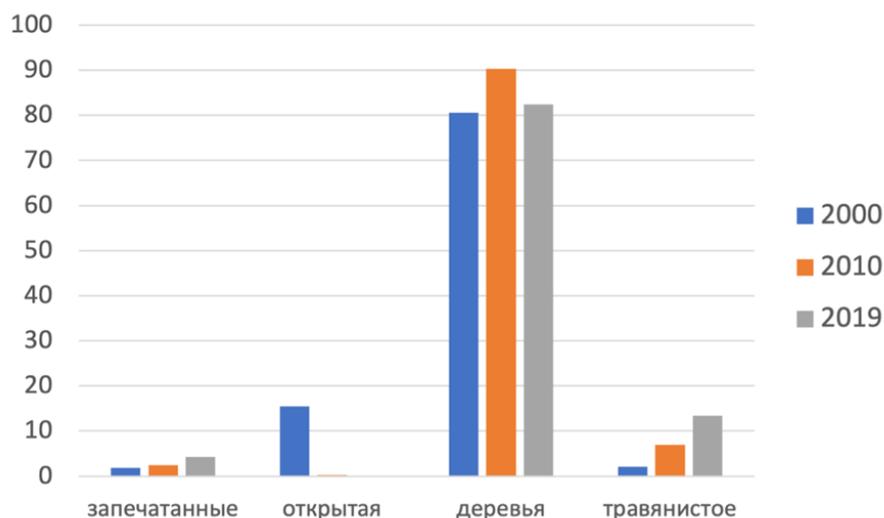


Рисунок 14 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Ульяновского лесопарка в 2000 г., 2010 г., 2019 г., % (Разработан автором)

Пространственное распределение новых покрытий происходит по схожему с парком «Рассказовка» принципу. Основные запечатанные территории появляются вблизи Боровского шоссе и района Ново-Переделкино, однако это не мешает увеличению численности древесных насаждений. Однако, к 2019 году, тенденция уменьшения древесных насаждений под воздействие урбанизации возвращается (Рисунок 15).

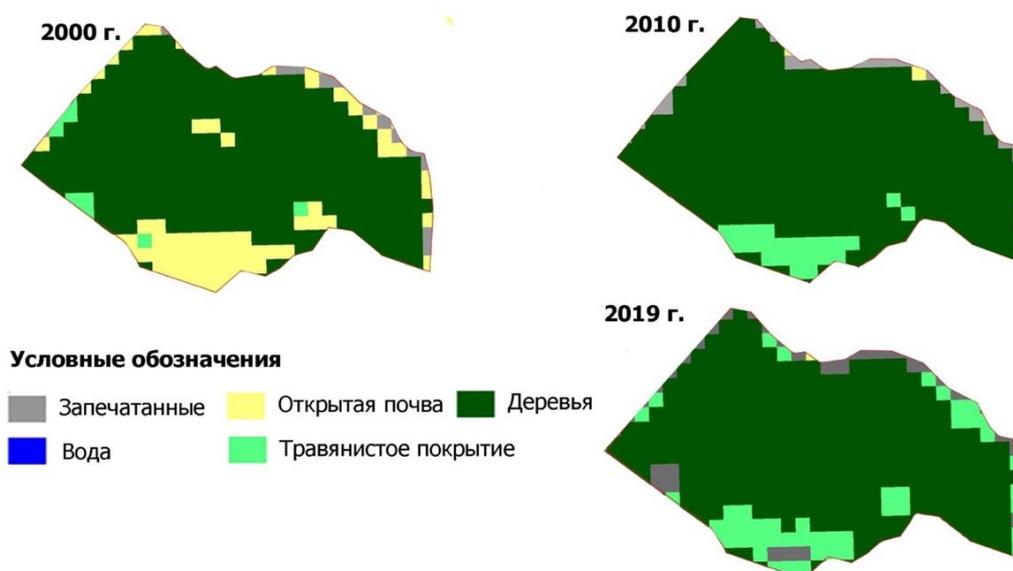


Рисунок 15 - Динамика изменения типов поверхности территории Ульяновского лесопарка в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

И хотя мы видим, что при динамичном изменении парка и окружающей его территории, количество древесных насаждений за 20 лет увеличилось, строительство дорожной магистрали (Рисунок 16) в 2021 году через Ульяновский лесопарк, привело к вырубке части деревьев, что не отражено на снимках 2019 г.



Рисунок 16 - Строительство дороги через Ульяновский лесопарк (stroj.mos.ru)

Таким образом данный пример подтверждает наши представления о динамичном изменении окружающей среды в городе и необходимости проведения постоянного мониторинга.

Парк 3-го микрорайона Московского. Ярким примером динамичных изменений и урбанизации территории, стал парк 3-го микрорайона Московского. Активное развитие поселения Московский началось еще до присоединения к Москве, что привело к резкому увеличению запечатанных поверхностей вокруг парка с 1.1 % в 2000 году до 8.7% в 2010 г., при этом количество древесных насаждений также увеличилось с 85.3% до 87%. Но к 2019 году ситуация резко поменялась, что может быть связано с благоустройством территории и организации в нем полноценной рекреационной зоны, с детскими площадками, велосипедными дорожками, зонами отдыха, площадкой для выгула собак и т.д. Полученные данные свидетельствуют о том, что в период с 2010 по 2019 года, количество запечатанных

территорий увеличилось почти вдвое (с 8.7 до 13%), а количество древесных насаждений уменьшилось на 31% (с 87 до 56%). При этом количество травяного покрытия увеличилось до 30,4% с 3.8% (Рисунок 17).

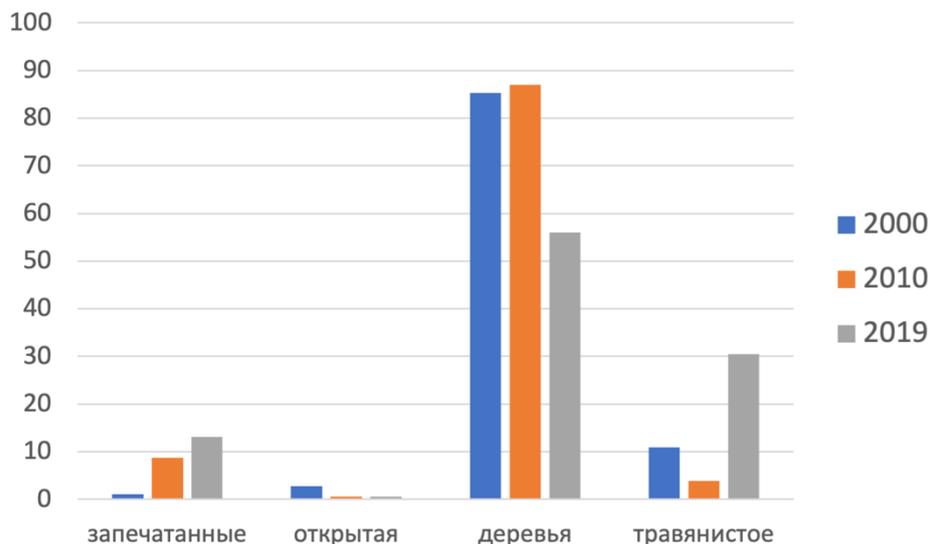


Рисунок 17 - Динамика изменения типов поверхности территории парка 3-го микрорайона Московского в 2000 г., 2010 г., 2019 г., % (Разработан автором)

Особенностью данного парка от рассмотренных ранее является то, что уменьшение древесных насаждений происходит не по периметру, а внутри. Это объясняется уровнем его благоустроенности и как, следствие, повреждение корневой системы ряда растений, что и приводит к более разреженной территории (Рисунок 18).

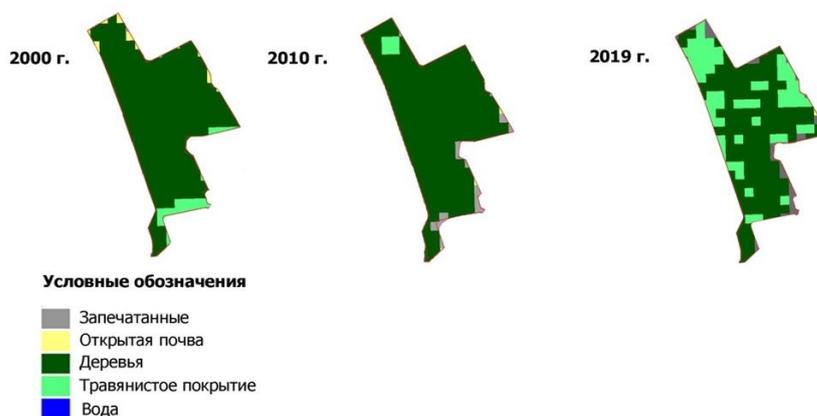


Рисунок 18 - Динамика изменения типов поверхности территории парка 3-го микрорайона Московского в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Таким образом, парк 3-го микрорайона Московского яркий пример природной территории, преобразованной в лесопарк с полноценным наполнением, рассчитанным на разные возрастные группы и учитывающий интересы жителей прилегающих территорий.

Парк «Троицкая роща» (г. Троицк). Так как парк «Троицкая роща» является лесопарком, здесь преобладает древесная растительность. За 20 лет общая тенденция соответствует данным полученным, для всей Новой Москвы, т. е. количество деревьев уменьшается с 84,4 % в 2000 году до 79,4% в 2019 г., однако, в 2010 г. наблюдается увеличение этого показателя до 86,9%. Для запечатанных территорий тенденция схожа с парком «Рассказовка». В 2000 г. их доля составляла всего 1,9%, тогда как в 2019 г. этот показатель был равен 16,3%, но основной рост пришелся на период с 2000 по 2010 гг. К 2019 года территории с открытым почвенным покровом не осталось, а площадь травяной растительностью заняла 4,4% (Рисунок 19).

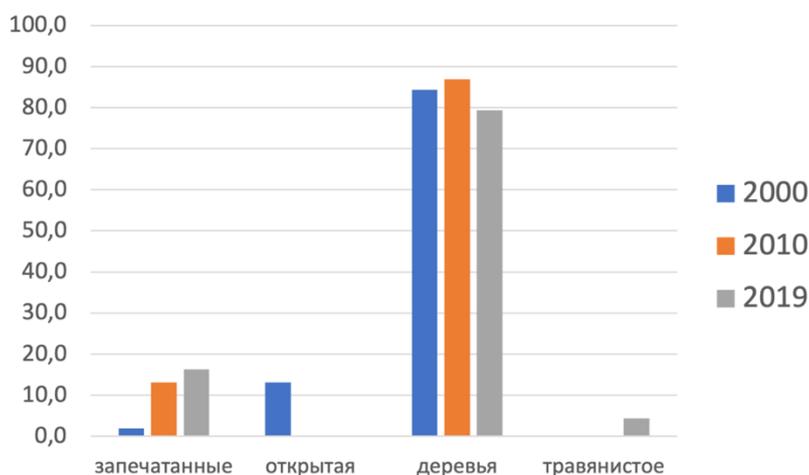


Рисунок 19 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Троицкая роща в 2000 г., 2010 г., 2019 г, % (Разработан автором)

Основной причиной такого изменения типов покрытия произошло из-за интенсивного развития г. Троицк еще до вхождения в состав г. Москвы. Появление

запечатанных территорий по периметру парка свидетельствует об интенсивном расширении транспортных магистралей, в т. ч. Калужского шоссе (Рисунок 20). Организация дорожно-тропиночной сети и зон отдыха привела к разреженности древесных насаждений на некоторых участках.

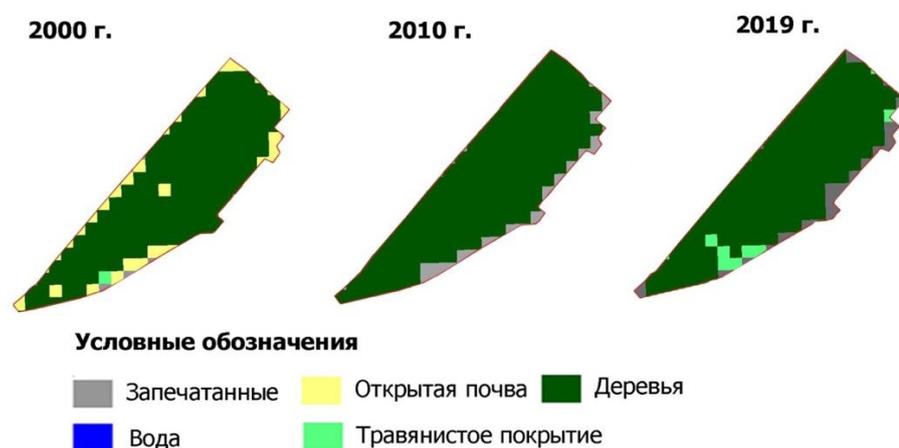


Рисунок 20 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Троицкая роща в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Сквер г. Троицк. В отличие от ранее рассмотренных парков сквер г. Троицка окружен плотной жилой застройкой, а количество деревьев в 2000 г. было значительно меньше, чем в 2010 г. 40,6 % против 75 % соответственно. Однако, к 2019 году, их количество становится 48,4%. Что меньше 2010 г., но больше 2000 г. При этом площадь запечатанных территорий постоянно увеличивалась с 14,1 % в 2000 г. и до 34,4. % в 2019 г. К 2019 г. открытых почв не осталось, хотя в 2000 г. их площадь занимала 45,3 % (Рисунок 21).

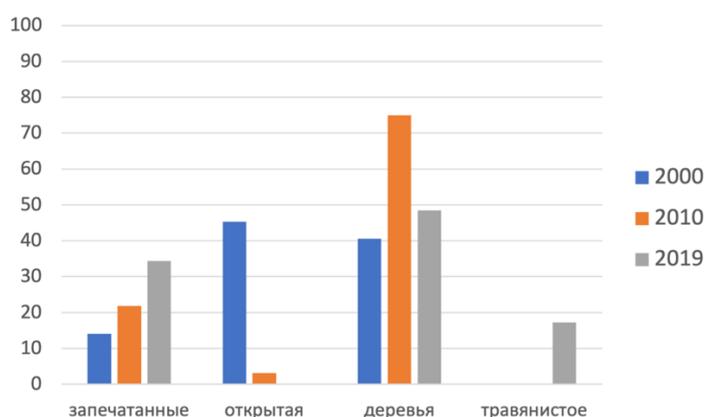


Рисунок 21 - Динамика изменения типов поверхности территории Сквера г. Троицка в 2000 г., 2010 г., 2019 г, % (Разработан автором)

Анализ спутниковых снимков показал, что в 2000 г. количество древесных насаждений было на 5% меньше, чем открытых почв, но к 2010 г. видны изменения. С увеличением запечатанных территорий увеличивается и количество деревьев. Однако к 2019 г. ситуация становится похожа, на те, что мы рассматривали ранее. В местах, где после благоустройства появились запечатанные территории количество древесной растительности, уменьшилось (Рисунок 22).

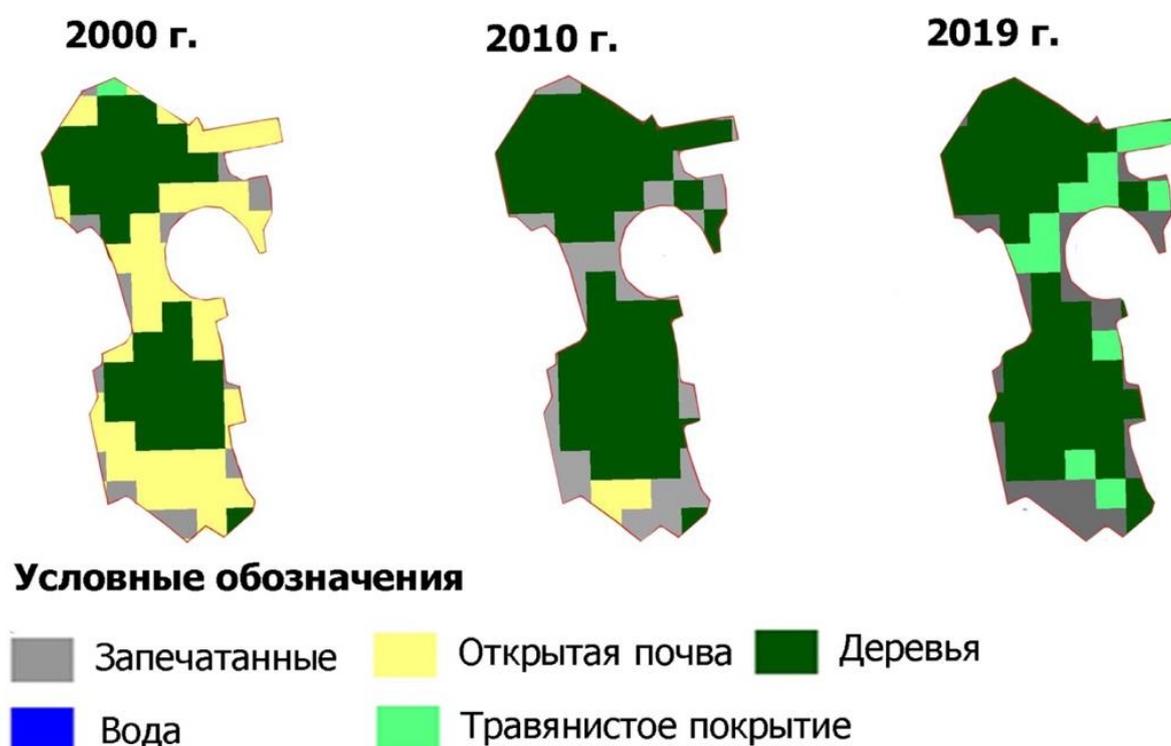


Рисунок 22 - Динамика изменения типов поверхности территории Сквера г. Троицка в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Парк усадьбы Троицкое. Парк усадьбы Троицкое, в отличие от остальных объектов, имеет большую историю. Он был образован в конце 18 века, но его реконструкция произошла только в 2017 г. Этот процесс четко отображен на графиках. Запечатанные территории в парке появились в период с 2010 до 2019 гг., так же, как и травяные покрытия, что объясняется благоустройством территории

произошедшее в эти года. А вот количество деревьев с 2000 по 2019 гг. уменьшилось в 9,1 % до 4,5 (Рисунок 23).

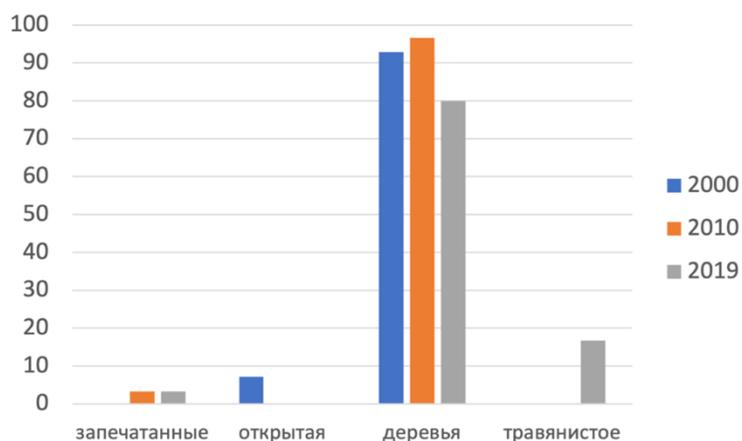


Рисунок 23 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Усадьбы Троицкая в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

На снимках 2010 года можно заметить появление запечатанных территорий по периметру парка, что связано со строительством новой жилой застройки. К 2019 года с Юго-Западной территории объекта наблюдается увеличение площади травяного покрытия, что связано с благоустройством данной зоны в период с 2010 по 2019 гг. Также в 2010 г. в парке появляются запечатанные поверхности (Рисунок 24).

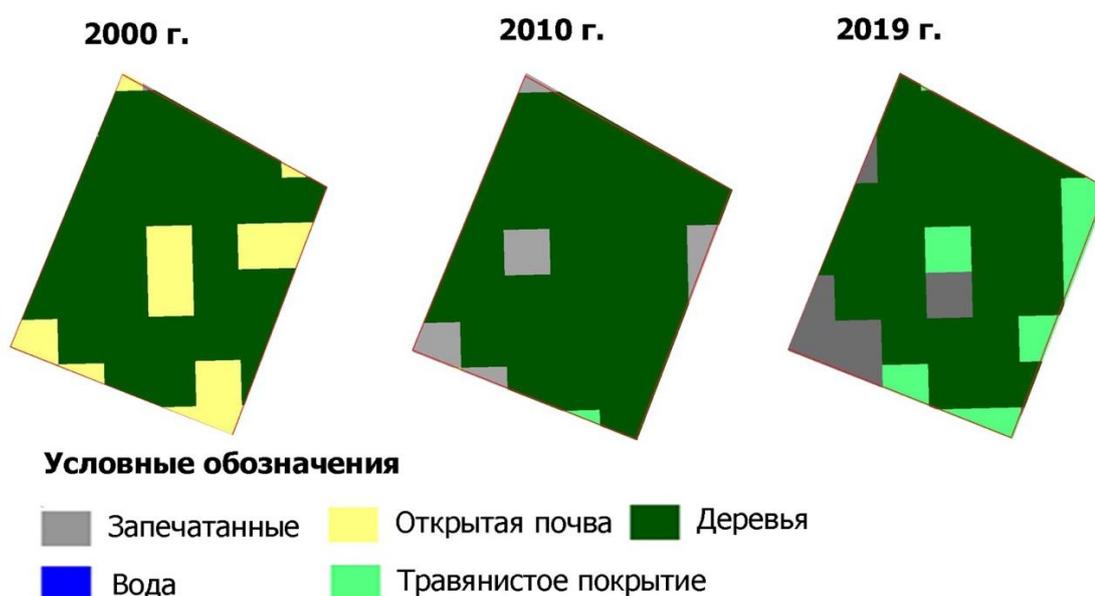


Рисунок 24 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Усадьбы Троицкая в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Парк «Южное Бутово» (р-н Южное Бутово). Парк Южное Бутово расположен в районе, активная застройка которого началась после 2010 г. Увеличение площади запечатанной поверхности видно на графике (Рисунок 25), при этом они стали занимать более 50% от всего парка. И несмотря на создание новой рекреационной зоны, образованной на месте бывших сельскохозяйственных территорий, где деревьев почти не было изначально к 2019 году, этот показатель стал еще ниже. Таким образом, парк Южное Бутово служит примером территории, благоустройство которой привело к еще большему уменьшению площади зеленой поверхности.

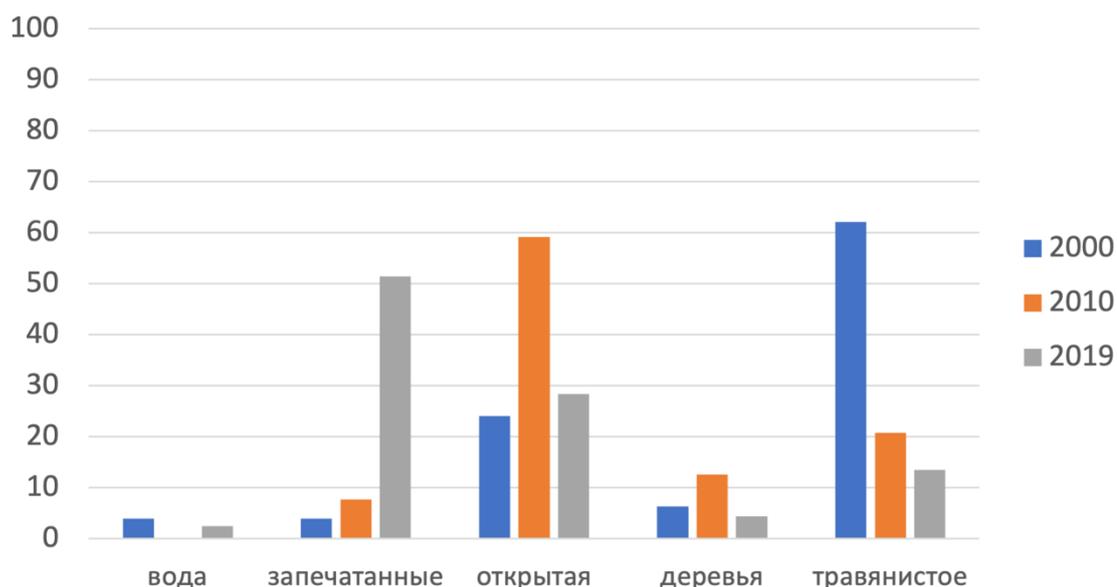


Рисунок 25 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Южное Бутово в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

На спутниковых снимках (Рисунок 26) наблюдается увеличение запечатанных территорий по периметру парка (вдоль берега реки), а центральная часть представлена открытой почвой, что может быть связано с периодом реконструкции парка, при которой газонное покрытие было не везде посажено.

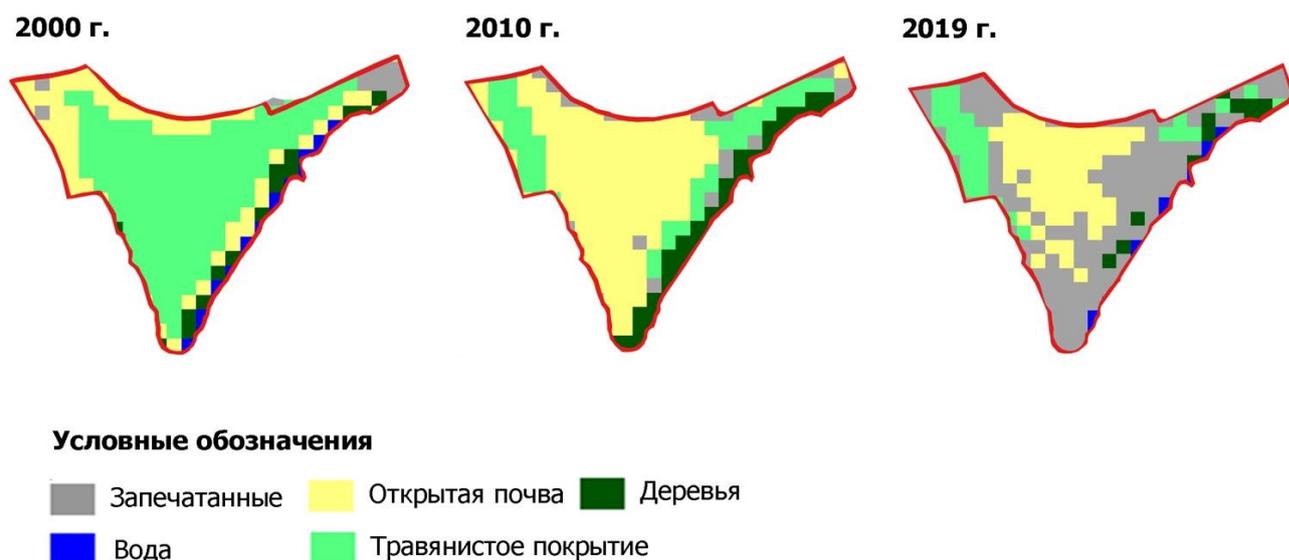


Рисунок 26 - Динамика изменения типов поверхности территории парка Южное Бутово в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Парк «Сосны» (п. Новофедоровское). Благоустройство территории парка "Сосны" выполнено в 2013 году в рамках Государственной программы г. Москвы «Развитие индустрии отдыха и туризма на 2012–2015 годы. Запечатанных территорий в 2000 году было 6.9% и в 2010 г. на 1.1 % больше. К 2019 году данный показатель значительно увеличился и стал равен 59%. У древесных насаждения динамика отличается. Так например, в 2000 г. их количество было 16.5%, а в 2019 году 13.3%, т.е. за 20 лет количество деревьев уменьшилось на 3.2 %, однако в 2010 г. этот показатель был на уровне 34.6 % (Рисунок 27) , что может свидетельствовать от том, что данная территория в период с 2000 по 2010 г. не использовалась в полном объеме для сельскохозяйственной деятельности и рекреационной.

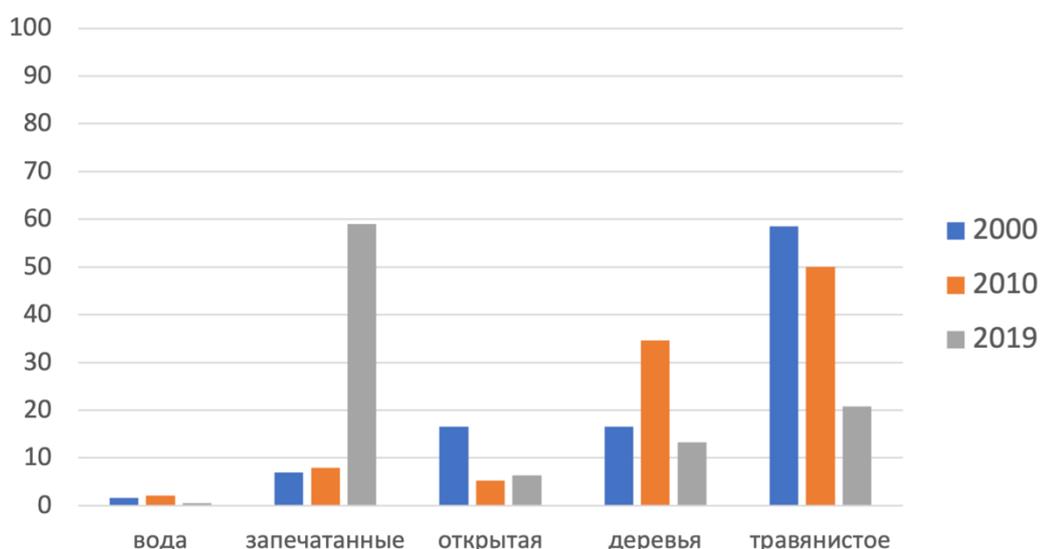


Рисунок 27 - Динамика изменения типа поверхности территории парка Сосны в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

На Рисунке 28 можно увидеть, что в 2010 году большое количество деревьев появилось по периметру территории, в тех местах, где парк граничит с лесом. А в 2019 году на снимках больше 50 % занимают запечатанные территории (парковка, дорожно-тропиночная сеть, детские и спортивные площадки). Площадь водных объектов значительно сократилась с 1.6% в 2000г.и до 0.5% в 2019 г.

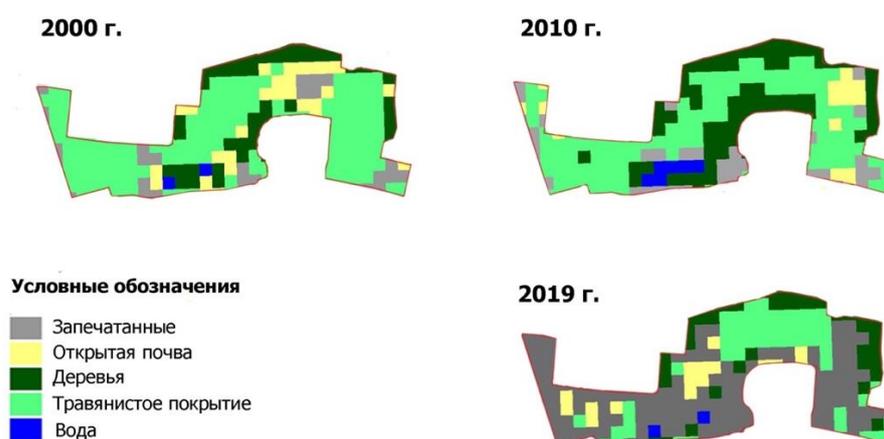


Рисунок 28 - Динамика изменения типа поверхности территории парка Рассказовка в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Парк истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой. На примере этого парка можно увидеть динамику постепенного развития территории. При этом наблюдается четкое изменение баланса и практически пропорциональное уменьшение количества травяной растительности при увеличении площади запечатанных территорий, причем это происходило на протяжении всего времени наблюдения. Однако, у деревьев ситуации была иной. В период с 2010 по 2019 гг. их площадь уменьшилась с 13,6 до 4,5 %, причем в 2019 году этот показатель был наименьшим из трех временных точек. Данное изменение может быть связано с благоустройством территории и уменьшения количества свободно растущих древесных насаждений в замен новых посадок (Рисунок 29).

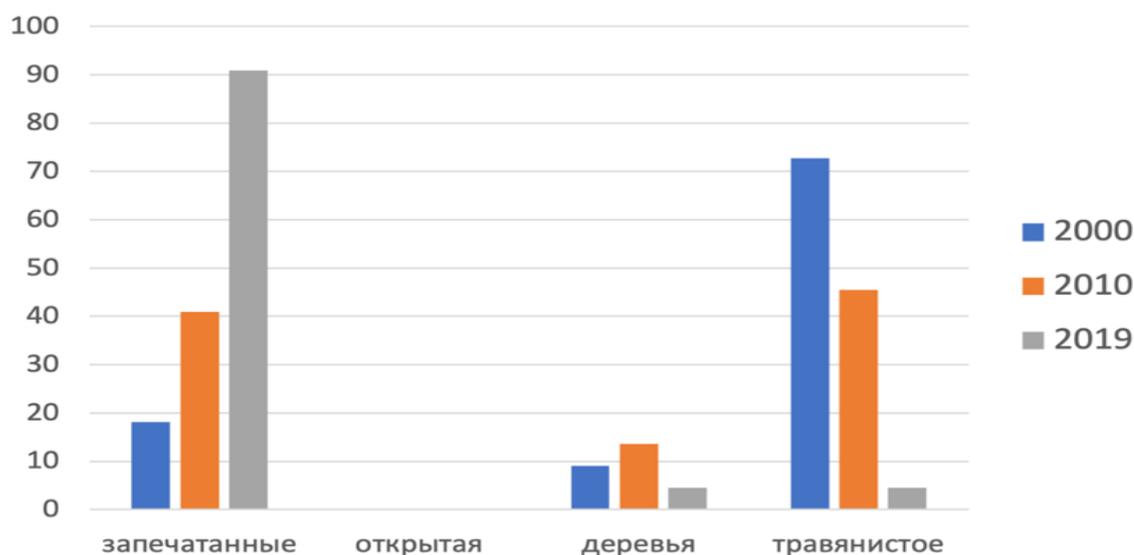


Рисунок 29 - Динамика изменения типа поверхности территории парка истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

В 2000 годах запечатанные территории были только по периметру парка, где проходят две дороги, их доля составляла 18,2%. К 2010 г. произошли первые попытки благоустройства и в парке появилось большое количество запечатанных территорий в связи с организацией дорожно тропиной сети. Эти зоны организованы на месте травяного покрова и не задевали деревья, что четко видно

на Рисунке 30. К 2019 году уровень благоустройства повысился и, как следствие, почти полное исчезновение травяного покрова и деревьев.

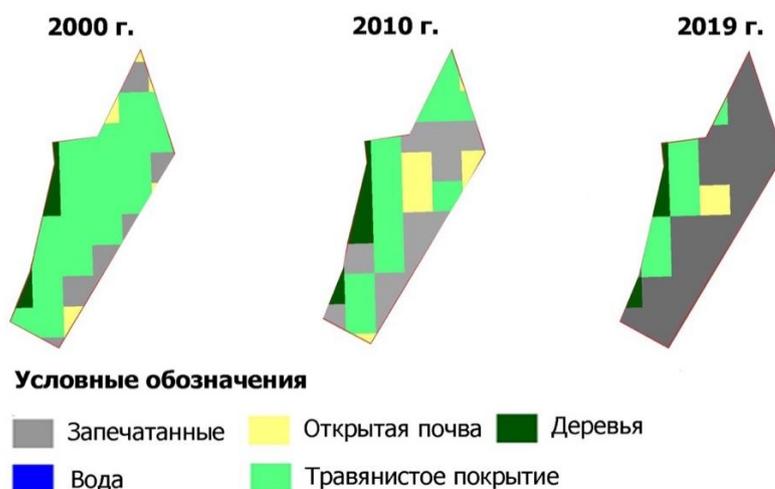


Рисунок 30 - Динамика изменения типа поверхности территории парка истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Зона отдыха «Заречье». Количество запечатанных территорий в парке в 2000, 2010 и 2019 гг. было 31.5, 25.9, 57.4 % соответственно. Открытая почва уменьшилась с 48.1% в 2000 г. до 7.4 % в 2019 г. Таким образом, наблюдается активное благоустройство территории в период с 2010 и 2019 гг. (Рисунок 31).

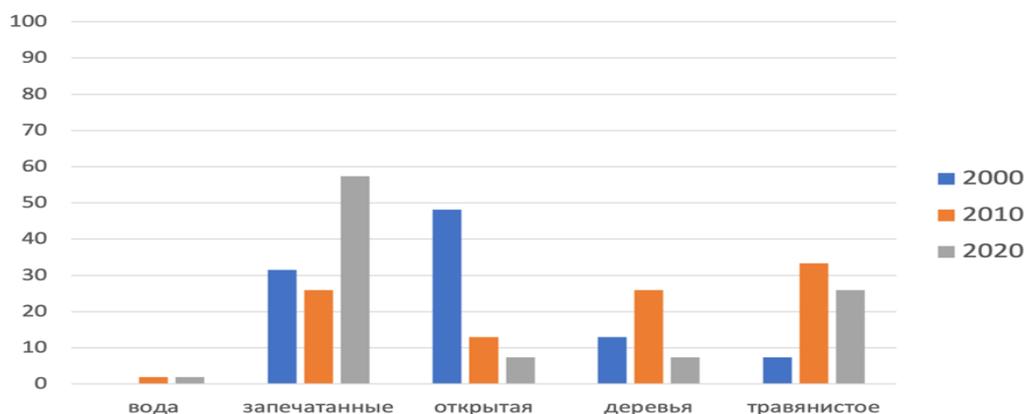


Рисунок 31 - Динамика изменения типа поверхности территории парка Заречье в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

На Рисунке 32 можно увидеть незначительные изменения в расположении древесной растительности, но основная часть остается такой же. Большинство деревьев располагается вдоль берега реки. Площадь пустоши в парке изменилась с 48% в 2000 г. и до 7% в 2019, основная часть этих территорий (35%) преобразована до 2010 г., при этом увеличилось количество древесных насаждений и травяной растительности, это говорит о том, что к 2010 г. эта территория не использовалась для сельскохозяйственных нужд полностью, либо использовалась не в полном объеме. Основное благоустройство приходится на период с 2010 по 2019 гг, т. к. именно в это время в парке появляется большое количество запечатанных территорий.

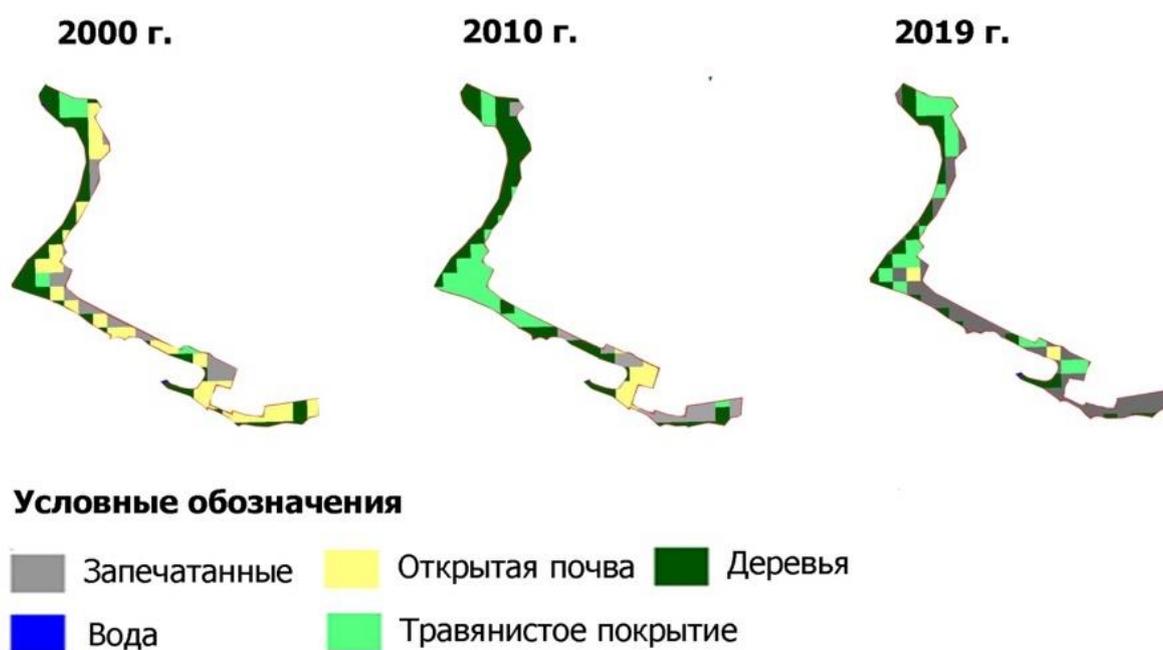


Рисунок 32 - Динамика изменения типа поверхности территории парка Заречье в 2000 г., 2010 г., 2019 г. (Разработан автором)

Таким образом, во всех рекреационных зонах произошло увеличение запечатанных поверхностей как в период с 2000 по 2010 гг, так и в период с 2010 по 2019 гг. Наибольшее число этих территорий появилось в парках, образованных на места бывших сельскохозяйственных объектов, причем большая часть изменений произошла после 2010 г, что может объясняться присоединением этих

территорий к Москве. Количество пустоши, наоборот, уменьшилось, исключением является только парк Южное Бутово, где в период с 2000 по 2010 гг., наоборот, произошло значительное увеличение данного типа покрытия, однако в период с 2010 по 2019гг. этот показатель почти вернулся на первоначальный уровень. Произошло увеличение площади травяного покрытия во всех лесопарках к 2019г. по сравнению с 2010 г. С деревьями ситуация противоположная, к 2019 во всех парках произошло уменьшения этого показателя. Таким образом, наблюдается четкая тенденция урбанизации данных территорий, которая произошла после присоединения Новой Москвы (Таблица 7.).

Таблица 7 - Динамика изменения типов поверхности территории 10 парков с период с 2000 по 2010 гг. и с 2010 по 2019 гг. в % (Разработана автором)

Зеле-польз.	Парк	Динамика									
		Запечатанные территории		Открытая почва		Травяное покрытия		Деревья		Вода	
		2000–2010	2010–2019	2000–2010	2010–2019	2000–2010	2010–2019	2000–2010	2010–2019	2000–2010	2010–2019
Лес	Рассказовка	+5,1%	+2,5%	-1%	0%	-1,9%	+4,1%	-2,2%	-6,7%	0%	0%
	Ульяновский лесопарк	+0,6%	+1,8%	-15,2%	-0,3%	+4,9%	+6,4%	+9,7%	-7,9%	0%	0%
	3-го мкр Московского	+7,6%	+4,3%	-2,2%	0%	-7,1%	+26,6%	+1,6%	-31%	0%	0%
	Троицкая роща	+11,3%	+3,1%	-13,1%	0%	0%	+4,4%	+2,5%	-7,5%	-0,6%	0%
	Сквера г. Троицка	+7,8%	+12,5%	-42,2%	-3,1%	0%	+17,2%	+34,4%	-26,6%	0%	0%
	Усадьба Троицкая	+3,3%	0%	-7,1%	0%	0%	+16,7%	+3,8%	-16,7%	0%	0%
СХ-объекты	Южное Бутово	+3,8%	+43,8%	+35,1%	-30,8%	-41,3%	-7,2%	+6,3%	-8,2%	-3,2%	+2,4%
	Сосны	+1,1%	+51,1%	-11,2%	+1,2%	-8,5%	-29,3%	+18,1%	-21,3%	+0,5%	-1,6%
	Парк п. Роговского	+22,7%	+50%	0%	0%	-27,3%	-40,9%	+4,5%	-9,1%	0%	0%
	Заречье	-5,6%	+31,5%	-35,2%	-5,6%	+25,9%	-7,4%	+13%	-18,5%	+1,9%	0%

4.2. Изменение экосистемных сервисов в парках с разной историей землепользования.

Изменение площадей разных поверхностей рекреационных зон является индикатором для оценки потенциала обеспечения экосистемных услуг, балльная характеристика которых, составленная на основе обзора литературы, представлена в таблице 8 (значение «-2», отражают максимальное снижение потенциала по обеспечению экосистемных сервисов, а «+2», - максимальное увеличение). Таким образом, знания об изменении земной поверхности и балльная характеристика основных экосистемных услуг позволяет оценить положительное или отрицательное влияния урбанизации рекреационных зон в парках.

Таблица 8 - Балльная характеристика изменения экосистемных услуг при увеличении различных типов поверхности (Разработана автором)

	Микроклимат	Депонирование углерода	Качество воздуха	Биоразнообразие
Запечатанные территории	-2	-1	-1	-2
Открытая почва	0	-2	-2	-1
Луг	+1	+1	+1	+1
Деревья	+2	+2	+2	+2

В таблице 9 отражена разница оценки экосистемных услуг в период с 2000 по 2019 гг., где отрицательные значения свидетельствуют об уменьшении показателей, а положительные значения об увеличении.

В 3 из 10 парков наблюдается положительное влияние изменения землепользования на экосистемные услуги. В Ульяновском лесопарке, несмотря на увеличения запечатанной площади территории, положительный эффект объясняется увеличением древесной растительности и снижением доли открытых почв. В сквере «Троицкая роща» при общей положительной динамике, отмечается негативное влияние на микроклимат. Создание лесопарков сопряжено с менее значительными потерями экосистемных услуг по сравнению с парками на месте

сельскохозяйственных угодий, снижение более, чем на 1 балл отмечено для 3 из 4 рекреационных зон.

Таблица 9 - Изменение экосистемных услуг в период с 2000 по 2019 гг (Разработана автором)

Зеле-польз.	Парк	Разница экосистемных услуг между 2000 и 2019гг.в баллах				
		Микроклимат	Депонирование углерода	Качество воздуха	Биоразнообразие	Всего
Лес	Рассказовка	-0.31	-0.21	-0.21	-0.30	-0.26
	Ульяновский лесопарк	0.10	0.43	0.43	0.26	0.31
	3-го мкр Московского	-0.63	-0.47	-0.47	-0.61	-0.54
	Троицкая роща	-0.34	0.06	0.06	-0.21	-0.11
	Сквера г. Троицка	-0.08	1.03	1.03	0.38	0.59
	Усадьба Троицкая	-0.16	0.02	0.02	-0.09	-0.05
СХ	Южное Бутово	-1.48	-1.09	-1.09	-1.52	-1.29
	Сосны	-1.48	-0.76	-0.76	-1.38	-1.10
	Парк п.Роговского	-2.23	-1.50	-1.50	-2.23	-1.86
	Заречье	-0.45	0.63	0.63	-0.04	0.19

4.3 Анализ функционального зонирования рекреационных зон

Парк «Рассказовка». Парк расположен между микрорайонами Переделкино Ближнее и Солнцево-Парк вдоль Боровского шоссе (N 55.6315, E 37.3136) и занимает 27 га. Здесь устроена дорожно-тропиночная сеть и велодорожки, установлены малые архитектурные формы, оборудованы детские и спортивные площадки, а также размещены скамейки и урны, организована система наружного освещения. Помимо рекреационной, парк выполняет транспортную функцию и обеспечивает жителям микрорайона Солнцево-Парк пешеходную доступность к станции метро «Рассказовка».

При полевом обследовании были выделены основные зоны: спортивно-развлекательная, транзитная и зеленая. К первой категории относились

спортивные, детские площадки, игровые зоны. Несмотря на то, что они рассчитаны на разные возрастные группы, выполняют они похожие функции и организованы по схожему принципу, т. е. все эти площадки имеют выделенную, оборудованную территорию со специальным прорезиненным покрытием. К транзитной зоне относятся пешеходные и велодорожки, а в третью категорию входили остальные территории с древесной растительностью (Рисунок 33).

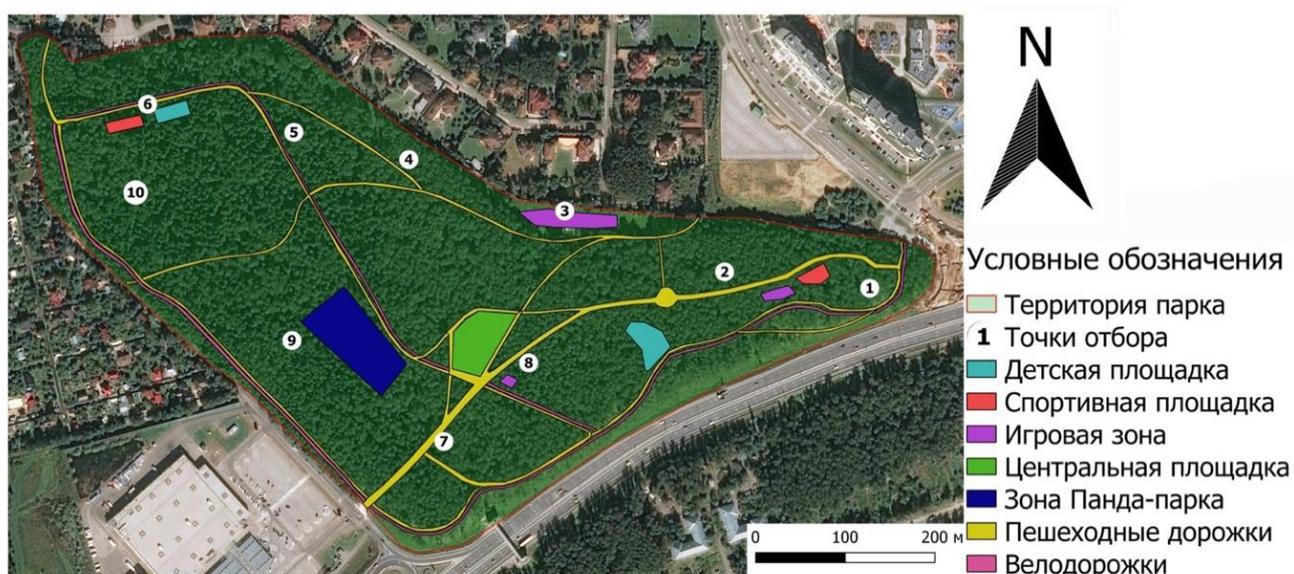


Рисунок 33 - Функциональные зоны и точки отбора почвы в парке Рассказовка (Разработан автором)

Таким образом, в парке «Рассказовка» 2 детские и 2 спортивные площадки, Панда-парк, 3 игровые зоны, рассчитанные на более старшие возрастные группы, центральная площадь, велосипедные и пешеходные дорожки. Распределены эти зоны по парку равномерно.

Ульяновский лесопарк. Ульяновский лесопарк - лесной массив в Новомосковском административном округе Москвы. Основан в 1935 году как часть Лесопаркового защитного пояса Москвы. С 22 августа 2012 года переведён из лесного фонда в зелёный фонд города Москвы (N 55.6335, E 37.3536). Площадь всей территории Ульяновского лесопарка составляет 2680 га, большая часть из которого является естественным лесом. Для своего исследования мы взяли участок

лесопарка, расположенного вблизи Боровского шоссе и ул. Шолохова, площадью 22.2 га. Данная территория была выбрана, так как имеет элементы благоустройства, такие как дорожно-тропиночная сеть, места отдыха, а также детские и спортивные площадки (Рисунок 34).



Рисунок 34 - Функциональные зоны и точки отбора в Ульяновском лесопарке (Разработан автором)

Так же, как и в парке «Рассказовка», в Ульяновском лесопарке можно выделить 3 функциональные категории: 1) Спортивно-развлекательная 2) Транзитная 3) «Зеленая». Однако, в отличие от ранее изученной зоны в Ульяновском лесопарке всего одна детская площадка, а также отсутствует велодорожка. Более того, пешеходная дорожка не имеет твердого покрытия, а посыпана корой.

Парк 3-го микрорайона Московского. Парк входит в состав Валуевского лесопарка, расположен в поселении Московский. Он соединяет поселок Института полиомиелита с 3-м микрорайоном Московского (N 55.5987, E 37.3380). Площадь парка 16.8 га. Лесопарк, расположенный в зоне елово-широколиственных лесов. В древесном покрове парка преобладают широколиственные растительные ассоциации участками (липняки, дубравы), встречаются ельники и сероольшаники.

Функциональные зоны можно подразделить 4 категории: спортивно-развлекательная, транзитная, зона барбекю, «Зеленая». Особенностью этого лесопарка является то, что в нем оборудованы специальные места для пикника и разведения костров (есть стационарные мангалы, беседки), что может сказываться на состоянии древесной растительности и почвы (Рисунок 35).



Рисунок 35 - Функциональные зоны и точки отбора в парке 3-го Микрорайона Московского (Разработан автором)

Дорожно-тропиночная сеть в парке заасфальтирована, а детские и спортивные площадки имеют прорезиненное покрытие. На площадке для выгула собак песчаное покрытие, вокруг беседок для пикника нет никакого специального мощения.

Парк «Троицкая роща». Парк располагается в г. Троицк, до 2012 г. обладал статусом ООПТ (Особо охраняемой природной территории), однако после

присоединения к Москве утерл его. В растительном покрове парка "Троицкая роща" преобладают осиново-березовые мелколиственные деревья с участием дуба которые чередуются с посадками, ели. Территория представляет собой лесной массив, защищающий жителей Центральной улицы г. Троицк от шума Калужского шоссе (N 55.4682, E 37.30046). На территории отсутствуют детские и спортивные площадки, однако разветвлённая дорожно-тропиночная сеть привлекает большое количество любителей пеших и велосипедных прогулок, а также является местом притяжения родителей с колясками (Рисунок 36).

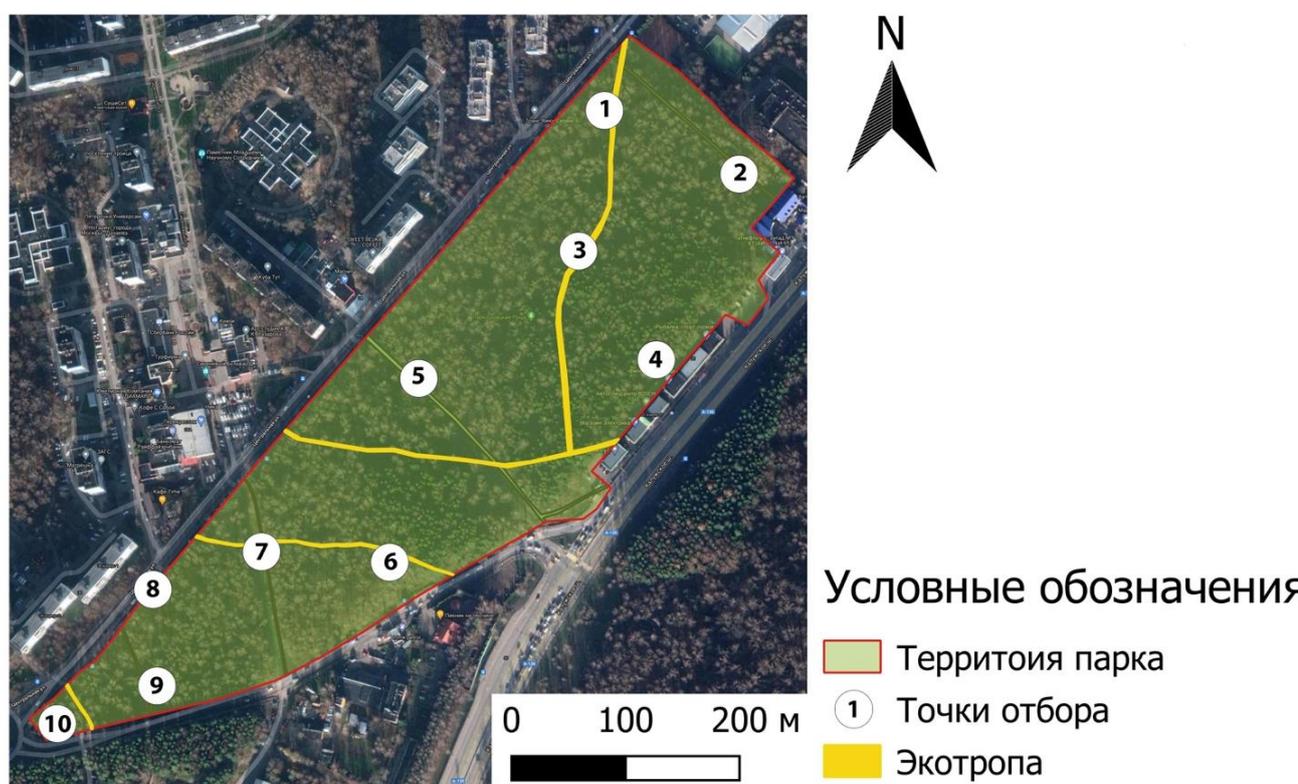


Рисунок 36 - Функциональные зоны и точки отбора в парке Троицкая роща (Разработан автором)

Парк «Троицкая роща» фактически не имеет никаких функциональных зон, основной функции является транзит и возможность совершать пешие и велосипедные прогулки. В связи с этим в парке можно выделить только две категории: транзитная и «зеленая».

Сквер Троицка. Сквер располагается между ул. Солнечной, Центральной и Сиреневым бульваром (N 55.4693, E 37.2934). Благоустройство территории происходило постепенно на протяжении 4-х лет с 2013 по 2016 гг. Площадь лесопарка составляет 4,7 га. Одной из основных функций парка является транзит к значимым социальным объектам: ЗАГС с «Деревом любви», прокуратура ТиНАО г. Москвы, детский сад, полиция, общество инвалидов, ресторан и отдел социальных выплат. В сквере устроена дорожно-тропиночная сеть общей площадью 5346 м², в том числе из асфальтобетонного покрытия 1550 м²., из плитки 3796 м². Также в сквере установлены три беседки, шесть детских игровых площадок, устроено две тренажёрных площадки и одна тренажёрная беседка. В сквере функционирует хоккейная коробка, раздевалка и площадка для баскетбола (Рисунок 37).

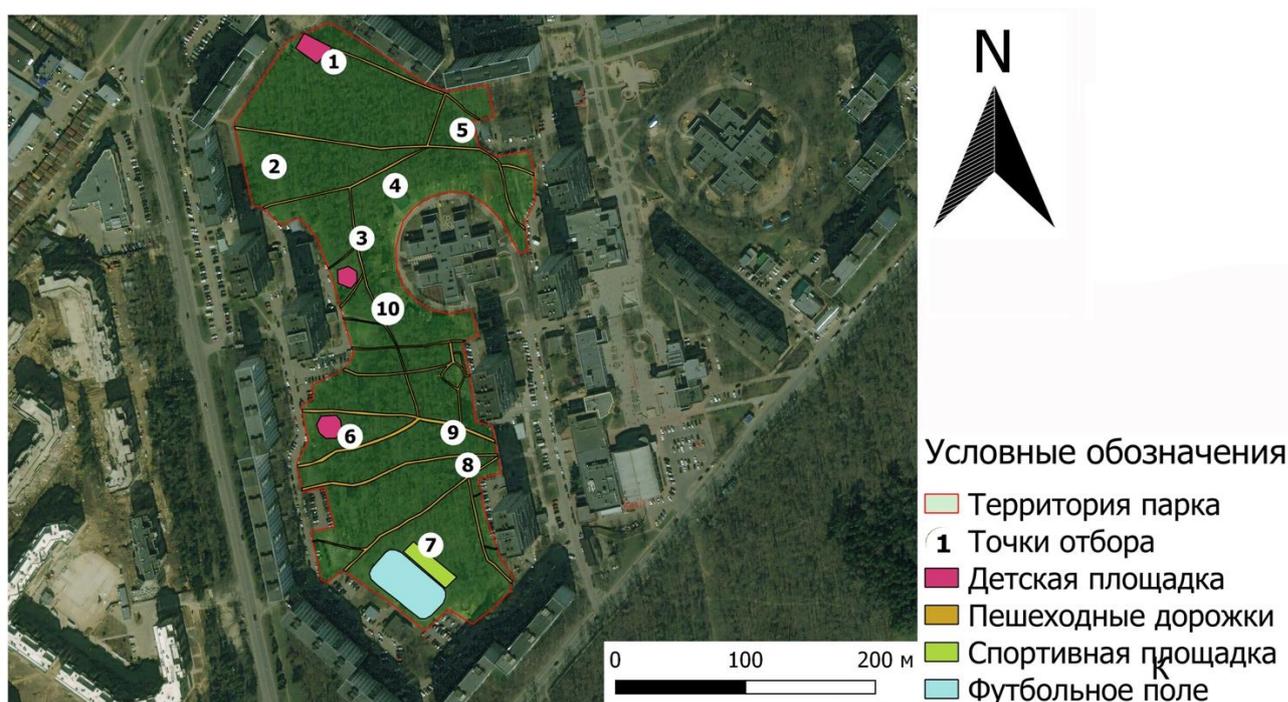


Рисунок 37 - Функциональные зоны и точки отбора в парке Сквер Троицка (Разработан автором)

Функциональные зоны в сквере можно подразделить на 3 категории: спортивно-развлекательная, транзитная, «зеленая».

Парк усадьбы Троицкая. Второе имя которого «Фабричный» – в честь находящейся неподалеку Троицкой камвольной фабрики, его площадь 2.9 га, и также является объектом культурного наследия регионального значения (N 55.4921, E 37.3017). Парк был основан в конце XVII века, а в 2017 году его благоустроили: проложили дополнительные дорожки, разбили площадку для культурных мероприятий и зоны развлечений (например – гигантские уличные шахматы), установили фонари и беседки. Так же, как и на ранее рассмотренных объектах здесь можно выделить три категории функциональных зон: спортивно-развлекательная (в парке отсутствуют детские площадки с резиновым покрытием, а игровая зона представляет собой заасфальтированное пространство со скамейками), транзитную и «зеленую зону» (Рисунок 38).

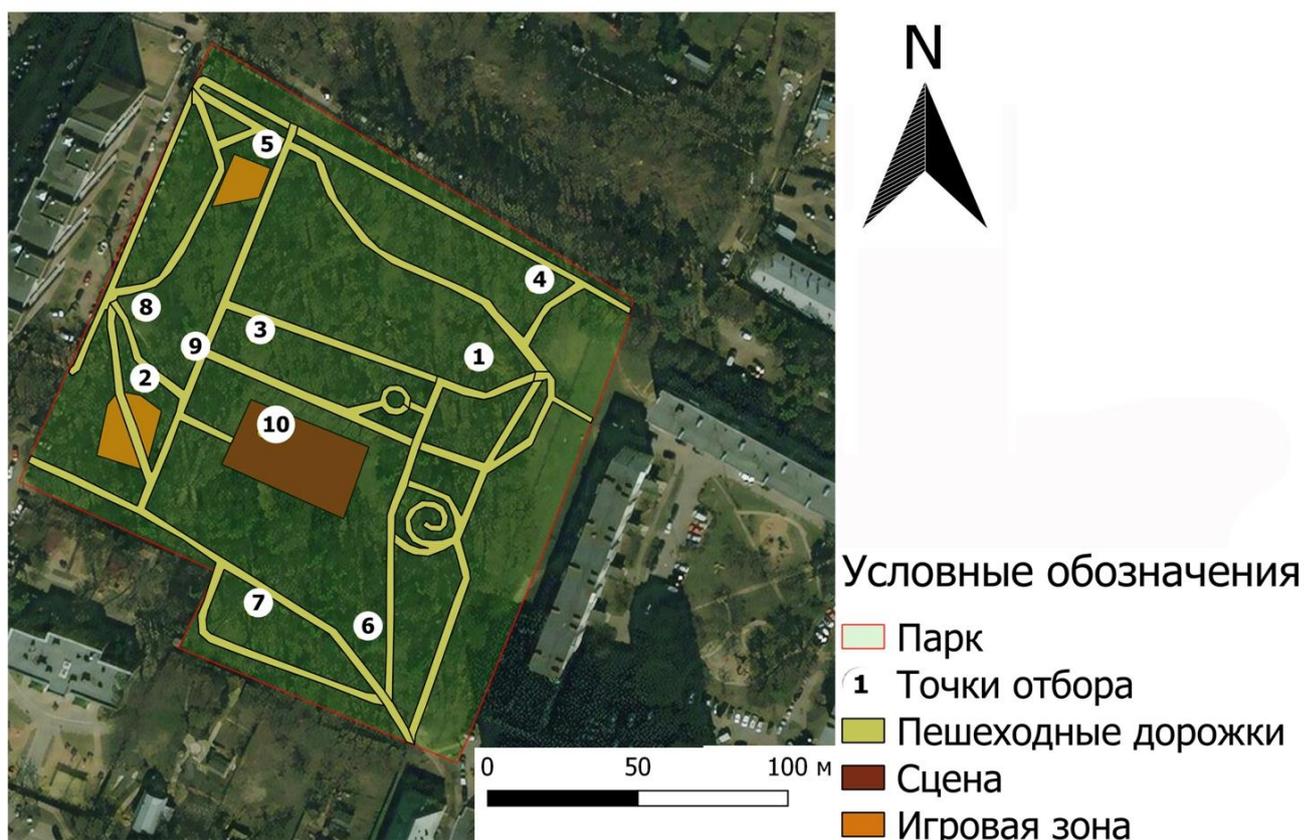


Рисунок 38 - Функциональные зоны и точки отбора в парке Усадьба Троицкая (Разработан автором)

Таким образом на объекте 2 детских площадки и одна сцена, через всю территорию парка проложены дорожки, без выделения отдельно велодорожек.

Парк «Южное Бутово». Рекреационная зона образована на месте бывшей пашни, входит в состав городского ландшафтного парка общей площадью 142,5 га и протяженностью 7 км. На этом месте ранее находились сельскохозяйственные угодья села Чернево и деревня Гавриково. В процессе создания парка было высажено более 2 тысяч деревьев и более 25.5 тысяч кустарников (mos.ru) с преобладанием декоративных видов и форм. Растительный покров представлен искусственными насаждениями с большим количеством декоративных древесных и кустарниковых пород, а значительную площадь занимают многочисленные газоны и клумбы. Для изучения была выбрана территория площадью 18,6 га, т. к. именно на этом месте были бывшие сельскохозяйственные территории (N55.5345, E37.5072) (Рисунок 39).

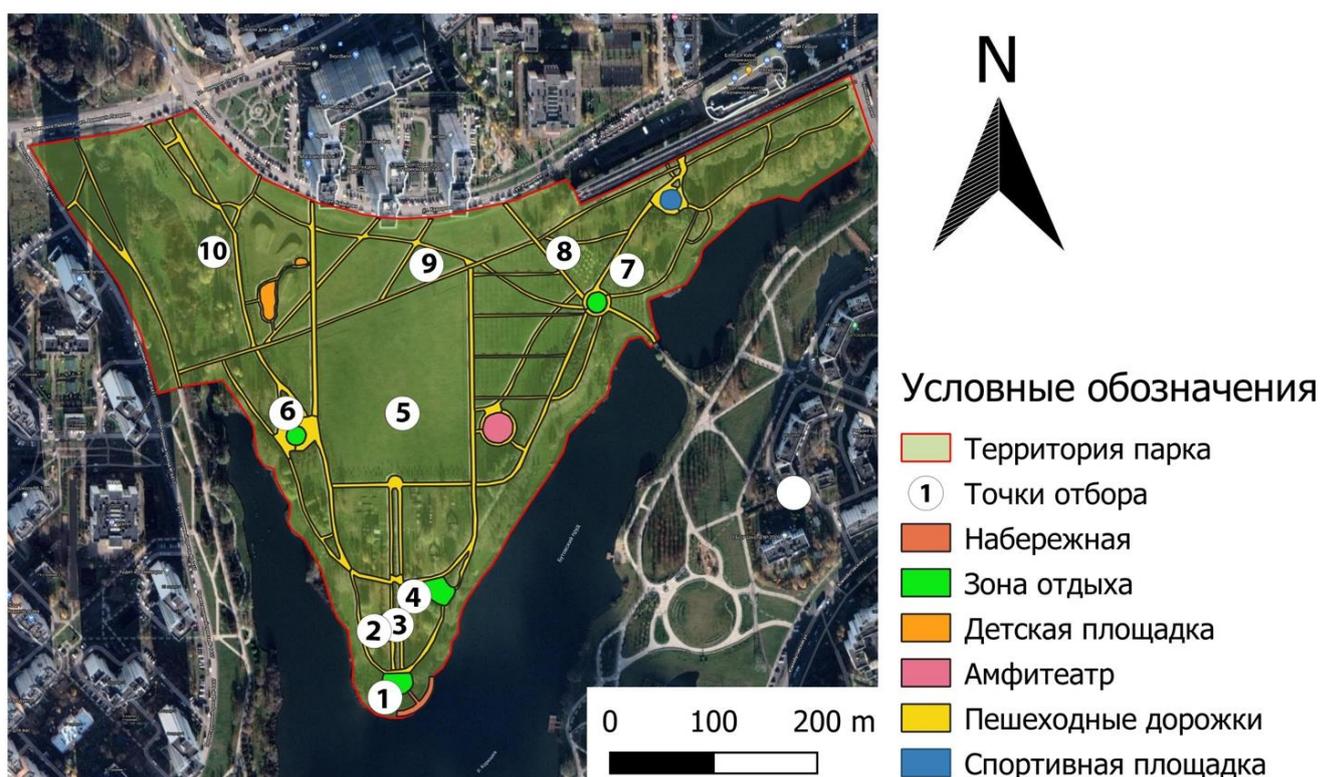


Рисунок 39 - Функциональные зоны и точки отбора в парке Южное Бутово (Разработан автором)

В парке построено большое количество зон отдыха, детские площадки, пешеходные дорожки. Парк можно разделить на 4 функциональные зоны:

спортивно-развлекательная, транзитная, водная и зеленая зона, которая представлена в основном газон и небольшим количеством древесно-кустарниковых насаждений.

Парк «Сосны». Парк является рекреационной зоной, образованной на месте бывших сельскохозяйственных территориях и окружен старым сосново-еловым лесом с включениями лиственных деревьев, площадь которого 15,1 га. Он расположен в п. Новофедоровское (N55.4688, E36.9393) и предназначен для активного отдыха взрослых и детей, а также проведения культурно-массовых мероприятий, таких как футбольные матчи и различные спортивные соревнования. При полевом обследовании территории были выделены 4 зоны: спортивно-развлекательная, транзитная, водная и зеленая (Рисунок 40).

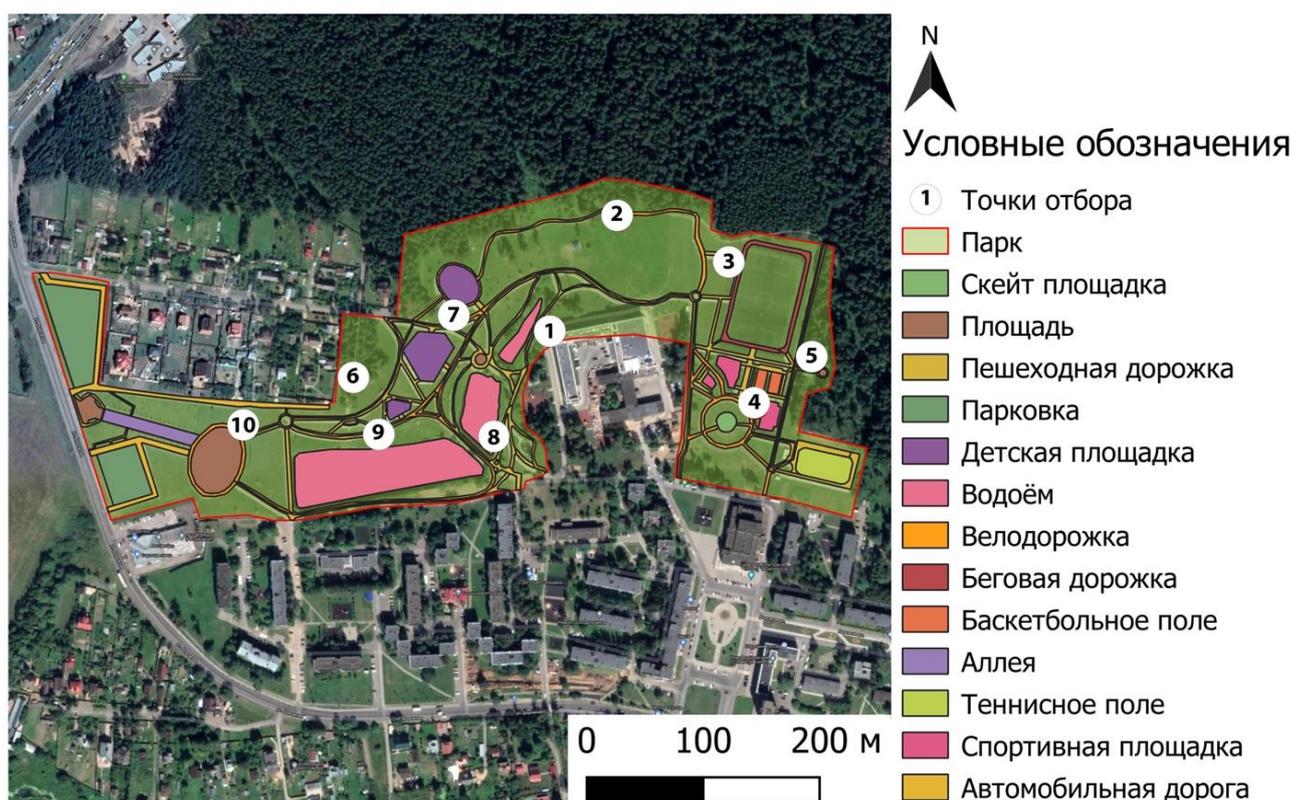


Рисунок 40 - Функциональные зоны и точки отбора в парке «Сосны» (Разработан автором)

Таким образом, в парке 3 детских площадки, баскетбольное, футбольное поле и теннисный корт, 3 спортивных площадки, 3 водоема, велосипедные и

пешеходные дорожки. Этот парк рассчитан на большое количество людей разных возрастных групп.

Парк Роговское. Парк был открыт 23 сентября 2017 года. Рекреационная зона располагается на бывших сельскохозяйственных территориях (N 55.2177, E37.0771). Площадь объекта 2.3 га. Наполнение парка насыщено малыми архитектурными формами, связанными с историей поселения Роговское, он украшен различными ландшафтными композициями. Для развлечения детей построены детские и спортивные площадки, роллердром, а также есть яблоневый сад. В центре парка установлены 5 скульптурных бюстов выдающихся русских полководцев 1812 года, победивших французов в Тарутинском сражении. Данный парк выполняет несколько функций: образовательная, мемориальная, спортивно-развлекательная и транзитная, однако для анализа выделили только 3 функциональные зоны исходя из способов их организации (Рисунок 41).



Рисунок 41 - Функциональные зоны и точки отбора в парке истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой (Разработан автором)

Так же, как и в предыдущем парке, в парке «Роговское» выделили спортивно-развлекательную зону, транзитную, зеленую и прибрежную (водную).

Парк Заречье. Парк располагается вдоль реки Десна (N 55.4967, E37.3001) и имеет площадь 5.1 га. Эта территория использовалась для сельскохозяйственных нужд прилегающих к ней частных участков. В 2014 году было выполнено благоустройство. У парка несколько функций. Основные – это спорт и детский досуг. Из спортивной инфраструктуры есть площадка для пляжного волейбола, тренажерная площадка, лодочная станция. В теплое время года на газоне проводятся утренние разминки, различные фитнес-тренировки, коллективные пробежки в парке устраиваются. Протяженный пеший маршрут (около трех километров) отлично подходит для скандинавской ходьбы. Для детей есть мини-зоопарк, детские площадки (Рисунок 42).

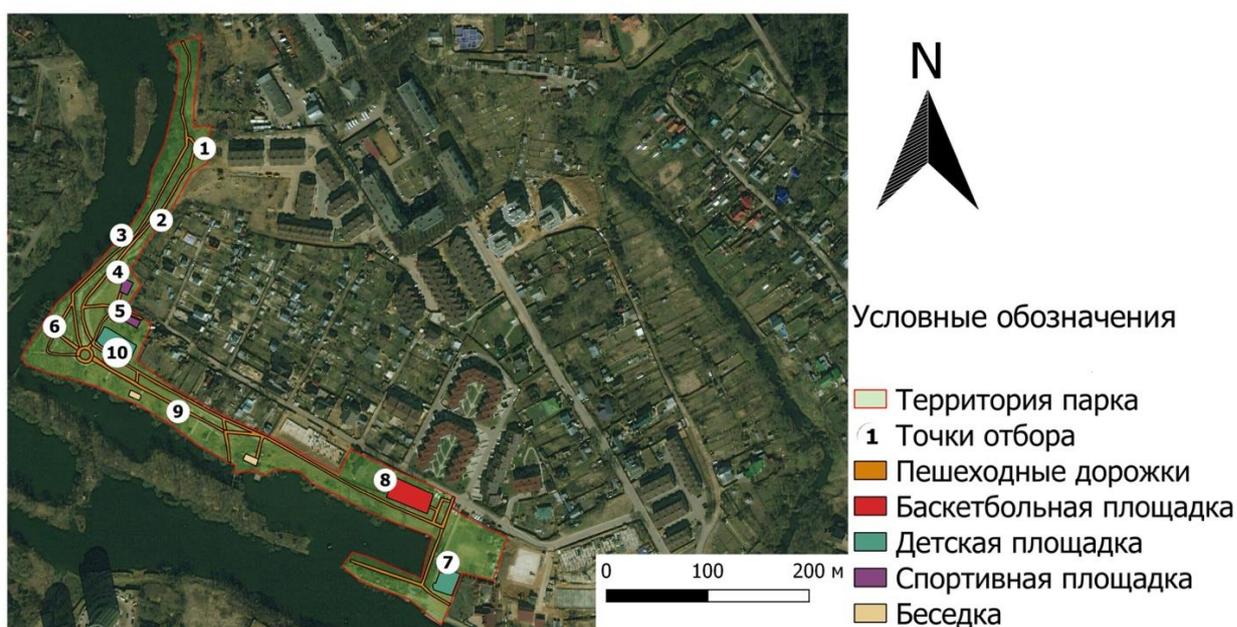


Рисунок 42 - Функциональные зоны и точки отбора в парке «Заречье» (Разработан автором)

Так же, как и в предыдущем парке, в «Заречье» выделили спортивно-развлекательную зону, транзитную, зеленую и прибрежную (водную).

Обобщение и сравнительный анализ функционального зонирования парков с разной историей землепользования. На основании полученных данных можно

выделить основные особенности распределения функциональных зон в парках. Во всех парках существует транзитная зона, а также зеленая, которая может быть представлена как древесно-кустарниковыми насаждениями, так и травяным покрытием. В 9 из 10 парков организованы спортивно-развлекательные зоны. А вот территория с барбекю является скорее исключением не только в лесопарках, но и в парках, образованных на месте СХ-объектов (Таблица 10). Это может быть связано с противопожарной безопасностью, а также обеспечения порядка и тихого отдыха. Также в лесопарках отсутствовали территории с водными объектами, в отличие от второго типа парков.

Таблица 10 - Сравнительная таблица функциональных зон в парках (Разработана автором)

Ист. земл.	Название парка	Спортивно-развлекательная (СП-р)	Транзитная (тр.)	Зеленая (зел.)	Прибрежная (прибр.)	Барбекю (барб.)
Лес	Рассказовка	+	+	+		
	Ульяновский	+	+	+		
	3-го микрорайона города Московский	+	+	+		+
	Троицкая роща		+	+		
	Сквер Троицка	+	+	+		
	Усадьба Троицкая	+	+	+		
СХ-объекты	Южное Бутово	+	+	+	+	
	Сосны	+	+	+	+	
	Роговское	+	+	+	+	
	Заречье	+	+	+	+	

ГЛАВА 5 СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ИССЛЕДУЕМЫХ ПАРКАХ⁵

1.1. Анализ древесной растительности в рекреационных зонах

Парк Рассказовка. Видовое разнообразие и возраст. Всего в парке было исследовано 1146 деревьев. Наибольшее количество в 6 точке спортивно-развлекательной зоны (195 деревьев), наименьшее в точке №3 транзитной зоны (31 дерево). Основными породами в парке являются Ель обыкновенная (*Picea abies*), Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), Лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), Береза белая (*Betula alba*), Береза бородавчатая (*Betula pendula*) на них приходится 74% от общего количества изученных растений в парке. Остальные 26 % — это Липа сердцевидная (*Tilia cordata*), Клён платановидный (*Acer platanoides*), Тополь дельтовидный (*Populus deltoides*), Дуб черешчатый (*Quercus robur*) и др. Преобладающей породой является Ель обыкновенная (*Picea abies*), на которую приходится 24% от изученных деревьев (Рисунок 43), большая часть которых в возрасте g2. На втором месте оказалась Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*) – 225 особей (19%) наибольшее количество особей которой в возрасте g1.

⁵ Основные результаты изложены в данной главе, опубликованы в следующих статьях:

13. Демина С. А., Васенев В.И., Махиня К.И., Ромзайкина О.Н., Истомина И. И., Павлова М. Е., Довлетярова Э. А. Комплексный анализ почв и зеленых насаждений в парках Новой Москвы, образованных на месте бывших сельскохозяйственных территорий и леса // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2022 Т. 17 № 3 С. 331–349.

115. Makhinya K. и др. The Influence of Soil Quality on Trees' Health in Urban Forest // Springer Geography., 2021.

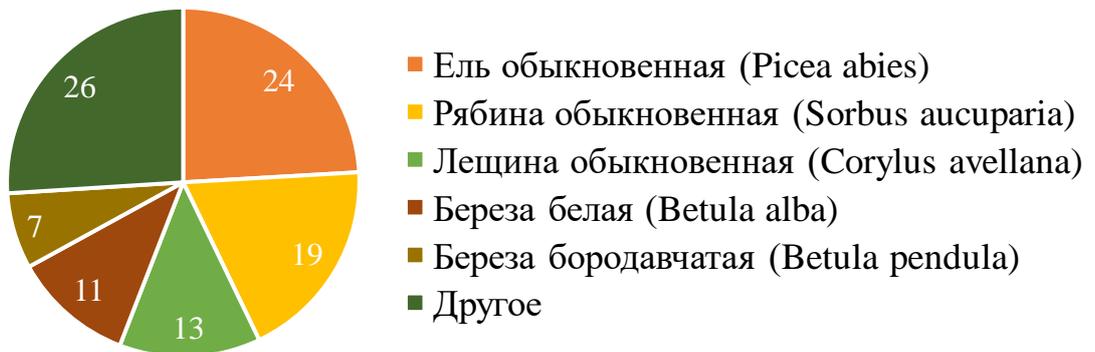


Рисунок 43- Видовое разнообразие в парке «Рассказовка» (Разработан автором)

Больше всего деревьев в парке в возрасте g1 – 33%, меньше всего имматурных и виргинильные по 14%. Наибольшее количество взрослых особей (g3) у Березы бородавчатой (*Betula pendula*)- 82%. Самым молодым видом является Клен ясенелистный (*Acer negundo*) у него все изученные особи имматурные.

Визуальная оценка состояния древесных насаждений

Состояние древесных насаждений в парке, можно оценить как «хорошее», средний балл по парку равен 1,6. Наилучшее состояние особей в точках у детских площадок (3 и 9), а также лесной части рядом с пешеходной дорогой (4) - 1,3 балла. В точке 3 (спортивно-развлекательная зона) полностью отсутствуют сухостой, а в 9-й (Сп-р) точке отмирающие деревья. Самый высокий балл состояния в ближайшей точке к Боровскому шоссе точка №1 (зеленая) и в точке, где на период исследования велись активные работы по строительству метро точка №7 зеленая зона - 1,8 балла, однако, и их состояние можно оценить как хорошее. Таким образом, в зеленой зоне (Рисунок 44) в парке наблюдается наихудшее состояние деревьев, что помимо строительных работ, которые велись в близи данных территорий, может быть связано с меньшим уходом, так как в зеленых зонах встречается большое количество упавших, сломанных деревьев (Рисунок 43А), что говорит, о меньшем уровне санитарного ухода, чем в транзитной (Рисунок 43Б) и спортивно-развлекательной зоне. Взаимосвязь между географическим расположением точек в парке Рассказовка и состоянием деревьев не наблюдается.

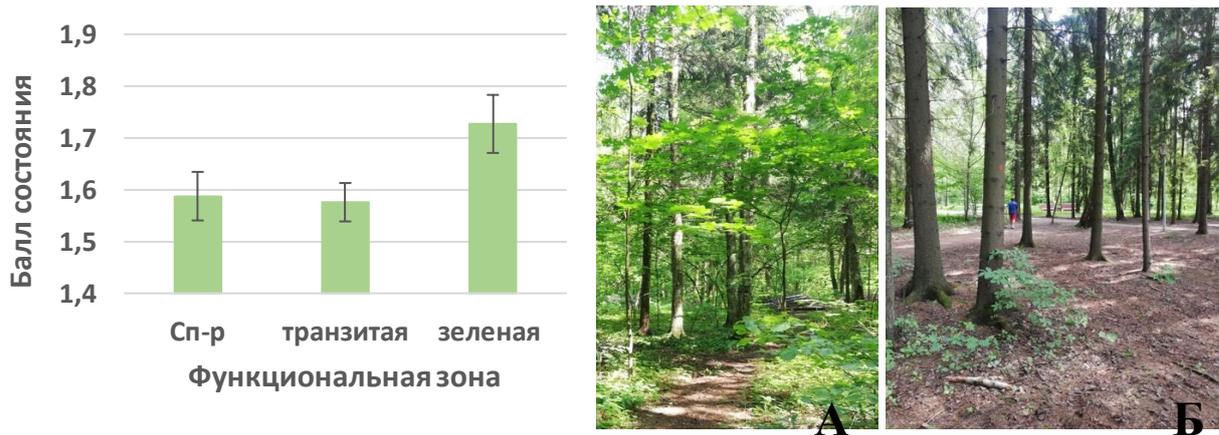


Рисунок 44 - Состояние деревьев в парке «Расказовка» по функциональным зонам и фотографии зеленой зоны (А) и транзитной (Б) (Разработан автором)

Для самого многочисленного вида в парке - Ели обыкновенной (*Picea abies*) средний балл состояния равен $1,5 \pm 0,7$, а для Рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) $1,9 \pm 1,3$. Самый высокий балл у Ивы козьей (*Salix caprea*) – $2,1 \pm 1,3$, однако их всего было изучено 10 шт.

Ульяновский лесопарк. Видовое разнообразие и возраст. В парке на 10 точках было проанализировано 1185 деревьев. Наибольшее количество деревьев на площадке №2 (зеленая зона) – 181 дерево, а наименьшее на площадке №6 (зеленая зона) – 40 деревьев. Основными породами в парке являются Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), Береза бородавчатая (*Betula pendula*), Ива козья (*Salix caprea*), Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*) на них проходится 79% всей изученной растительности. Остальные 21 % представлены Березой белой (*Betula alba*), Елью обыкновенная (*Picea abies*), Вязом гладким (*Ulmus laevis*), Кленом ясенелистным (*Acer negundo*), Черёмухой обыкновенной (*Prunus padus*). Преобладающей породой является Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) (Рисунок 45) – 454 изученных дерева, 279 из них в возрасте г2. Особи в имматурном и виргинильном состоянии у Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) отсутствуют.

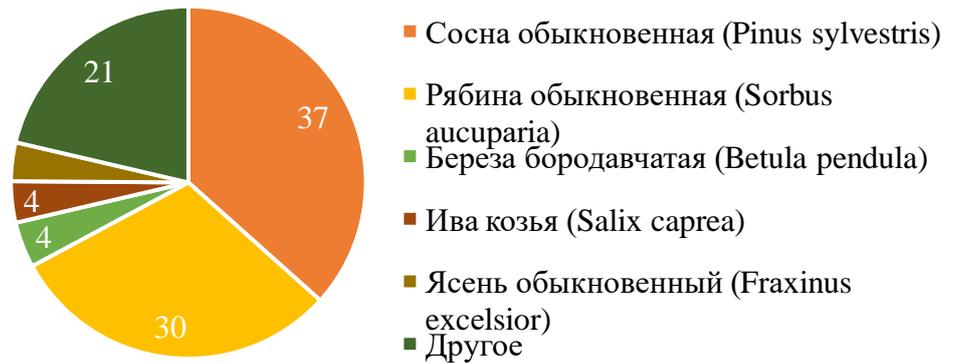


Рисунок 45 - Видовое разнообразие Ульяновского лесопарка (Разработан автором)

Преобладающим возрастом в Ульяновском лесопарке является генеративный первой категории (g1) – 447 особей. Самые возрастные деревья (g3) у Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) – 82%, на втором месте Береза бородавчатая (*Betula pendula*) – 9,5%. Имматурные особи встречались у Березы бородавчатой (*Betula pendula*), Клена ясенелистного (*Acer negundo*), Вяза гладкого (*Ulmus laevis*), Ивы козьей (*Salix caprea*), Клёна платановидного (*Acer platanoides*), Осины обыкновенной (*Populus tremula*), Черёмухи обыкновенной (*Prunus padus*) (58,5%, 8,5%, 7,3%, 7,3%, 6%, 2,4%, 2,4% соответственно), а также Лещины обыкновенной (*Corylus avellana*), Липы сердцевидной (*Tilia cordata*), Ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior*), Ели обыкновенной (*Picea abies*) в единичных экземплярах.

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Общее состояние древесных насаждений в парке оценивается как «хорошее» средний балл равен 1,82. Лучший показатель наблюдается для деревьев в точке 8 (транзитная зона) –1,3 балла, расположенной на юге парка. Самый высокий балл в точке 2 (зеленая зона) –2,3, расположенной в северной части парка вблизи селитебной территории. В отличие от парка «Рассказовка» в Ульяновском лесопарке различия в баллах состояния более заметны. Так, например, в трех точках средний балл от 1,3 до 1,5 при этом в трех других эти данные больше 2. Это показывает неоднородность парка и большое влияние внешних факторов на состояние древесных насаждений. Более высокие баллы мы наблюдаем на границе парка (точки 2 и 7 зеленой зоны) или на

перекрестке дорог внутри парка (точка 3 транзитной зоны). Таким образом, несмотря на значимые различия между точками, значения по функциональным зонам близки друг к другу (Рисунок 46). Однако так же, как и в парке Рассказовка наилучшее состояние - в транзитной зоне (Рисунок 46Б), а наихудшее в зеленой зоне (Рисунок 46А). В то же время Ульяновский лесопарк значительно меньше подвергается уходу и санитарным рубкам, что и отражается на общем состоянии деревьев на этом объекте исследования.

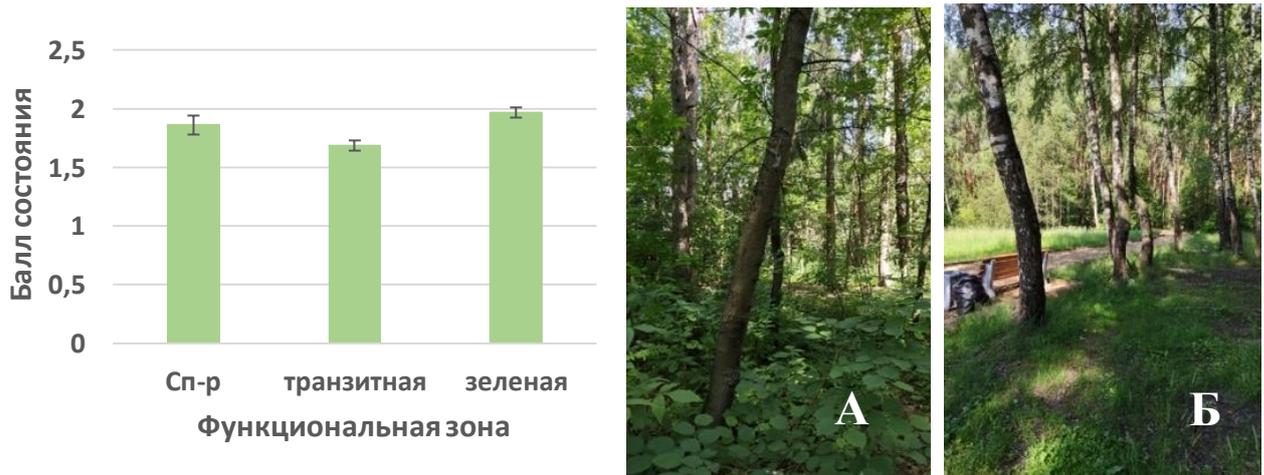


Рисунок 46 - Состояние деревьев в Ульяновском лесопарке по функциональным зонам и фотографии зеленой зоны (А) и транзитной (Б) (Разработан автором)

Средний балл состояния у самого многочисленного вида Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) равен $1,6 \pm 0,9$ балла, т. е. данный вид в парке находится в хорошем состоянии. У рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), этот показатель равен $2,1 \pm 1,1$.

Парк 3-го микрорайона Московского (п. Московский). Видовое разнообразие и возраст. Всего было изучено 724 дерева в парке. Наибольшее количество деревьев в точке №2 (зеленая зона)–218 особей, наименьшее в точке №6 (спортивно-развлекательная зона)–37 деревьев. Основным видом является Клён платановидный (*Acer platanoides*) – 30%, на втором месте Береза белая (*Betula alba*) – 20%, Лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) – 15%, Береза бородавчатая (*Betula pendula*)– 12%, Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*) – 9%. Остальные 14%

занимают Дуб черешчатый (*Quercus robur*), Осина обыкновенная (*Populus tremula*), Ольха серая (*Alnus incana*), и др. (рисунок 47). Преобладающей породой является Клён платановидный (*Acer platanoides*) в парке 3-го микрорайона Московского было изучено 220 особей. Из них 78 в возрасте g1.



Рисунок 47 - Видовое разнообразие в парке 3-го микрорайона Московского (Разработан автором)

Наибольшее количество деревьев в парке в возрасте g2, на него приходится 33,8 % деревьев. Самым возрастным видом является Дуб черешчатый (*Quercus robur*) у него 36% деревьев в возрасте g3 и 46% в возрасте g2. Самый многочисленный вид в парке также является и самым молодым у него 25% деревьев имматурные и 27% в виргинильном возрасте.

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Состояние древесных насаждений в парке можно оценить как «хорошее». Средний балл равен 1,7. Наилучшее состояние в точке №9 (транзитная зона) – 1,3. А наиболее слабые деревья в точке №5 (спортивно-развлекательная) (Рисунок 48Б). При анализе всего парка можно заметить, что состояние древесных ухудшается вблизи детских площадок, площадки для выгула собак и зоны для барбекю.



Рисунок 48 - Состояние деревьев в парке 3-го микрорайона Московского по функциональным зонам и фотографии зеленой зоны (А) и спортивно-развлекательной зоны (Б) (Разработан автором)

Самый многочисленный вид в парке Клён платановидный (*Acer platanoides*) находится в очень хорошем состоянии, средний балл по всем деревьям равен $1,3 \pm 0,6$. Худшее состояние у Березы белой (*Betula alba*) и Осины обыкновенной (*Populus tremula*) $2,1 \pm 1,1$ и $2,1 \pm 1,0$ балла соответственно.

Парк Троицкая роща (г. Троицк). Видовое разнообразие и возраст. На 10 точках в парке балл проведен анализ 941 дерева. Наибольшее количество было зафиксировано в точках 6 (транзитная) и 9 (зеленая зона) по 128 экземпляру, меньше всего в точке 2 (зеленая зона) – 62 шт. Основными породами в парке являются Клён платановидный (*Acer platanoides*), Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), Береза белая (*Betula alba*), Ель обыкновенная (*Picea abies*), Береза бородавчатая (*Betula pendula*) на них приходится 69% от общего количества деревьев. Остальные 31% представлены Осинной обыкновенной (*Populus tremula*), Дубом черешчатым (*Quercus robur*), Тополем дельтовидным (*Populus deltoides*), Черемухой обыкновенной (*Prunus padus*), Ивой козьей (*Salix caprea*) и др. (Рисунок 49). Преобладающей породой является Клён платановидный (*Acer platanoides*) на него приходится 23% деревьев. Наибольшее количество особей в возрасте g1 – 41%.

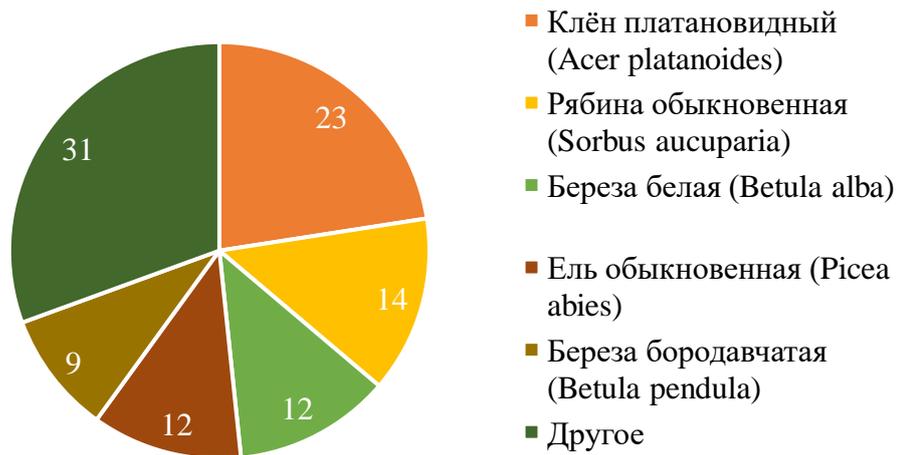


Рисунок 49 - Видовое разнообразие в парке Троицкая роща (Разработан автором)

Наибольшее количество деревьев в парке в возрасте g1. Взрослые особи (g3) представлены у Березы бородавчатой (*Betula pendula*), Береза белая (*Betula alba*), Тополя дельтовидного (*Populus deltoides*), Ели обыкновенной (*Picea abies*), Лещины обыкновенной (*Corylus avellana*), Рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*). Виды, у которых встречаются экземпляры в имматурном возрасте: Клён платановидный (*Acer platanoides*), Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), Дуб черешчатый (*Quercus robur*), Ива козья (*Salix caprea*), Лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), Черёмуха обыкновенная (*Prunus padus*).

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Общее состояние древесных насаждений в парке можно оценить как хорошее, средний балл равен 1,8. Наилучшее состояние в точках 2 (зеленая) и 5 (транзитная) (Рисунок 50). Самый высокий балл в 10 точке (зеленая зона), расположенной на юго-западе парка вблизи дороги. В парке «Троицкая роща» отсутствуют детские, спортивные, а также другие возможные функциональные зоны, которые можно наблюдать в других парках. В связи с этим единственным значительным фактором, влияющим на состояние деревьев, является их расположение относительно дороги или строений, а также санитарный уход, который проводится чаще, у транзитной зоны (Рисунок 50).

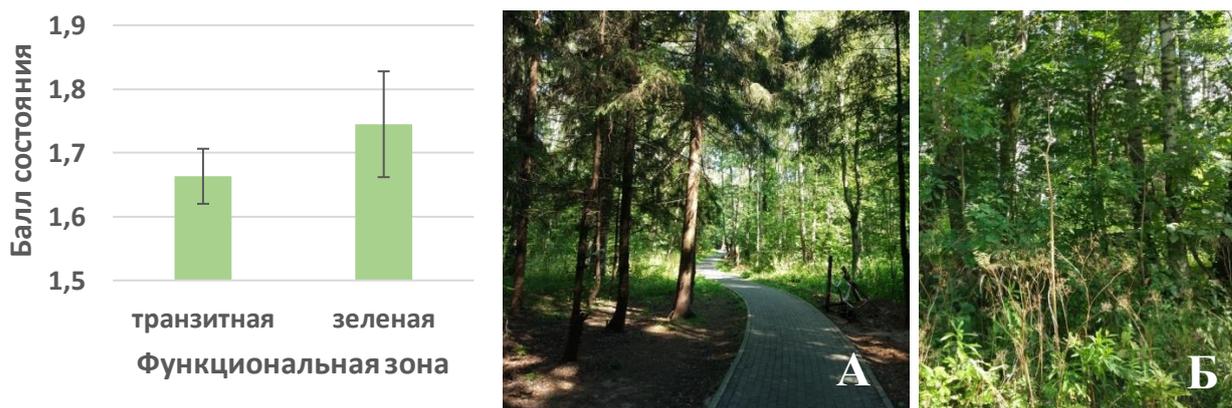


Рисунок 50 - Состояние деревьев в парке Троицкая роща по функциональным зонам и фотографии транзитной (А) и зеленой зоны (Б) (Разработан автором)

Рассматривая состояние деревьев по видовому признаку, можно отметить плохое состояние у основных пород в парке Березы белой (*Betula alba*) – $2 \pm 1,2$ и Березы бородавчатой (*Betula pendula*) - $2 \pm 1,0$. Наилучшее состояние у Клёна платановидного (*Acer platanoides*) - $1,2 \pm 0,5$.

Сквер г. Троицк. Видовое разнообразие и возраст. В сквере г. Троицк было проанализировано 719 деревьев. Наибольшее количество деревьев в точке №6 (спортивно-развлекательная зона) – 98 экземпляров, наименьшее в точке №7 (спортивно-развлекательная) – 26 шт. Основными породами в парке являются: Лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), Береза белая (*Betula alba*), Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), Клён платановидный (*Acer platanoides*), Береза бородавчатая (*Betula pendula*), Липа сердцевидная (*Tilia cordata*), Осина обыкновенная (*Populus tremula*), Дуб черешчатый (*Quercus robur*) на них приходится 89 % от всех деревьев в парке. В остальные 11% входят такие виды, как Ель обыкновенная (*Picea abies*), Вяз гладкий (*Ulmus laevis*), Тополь дельтовидный (*Populus deltoides*), Крушина ломкая (*Frangula alnus*), Ива козья (*Salix Caprea*), Береза чёрная (*Betula nigra*), Крушина слабительная (*Rhamnus cathartica*), Черёмуха обыкновенная (*Prunus padus*) и др. Преобладающей порода это Лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) 201 растение которой было проанализировано,

что составляет 28% от общего количества деревьев в парке, из них по 61 дереву в возрасте g1 и g3 (Рисунок 51).

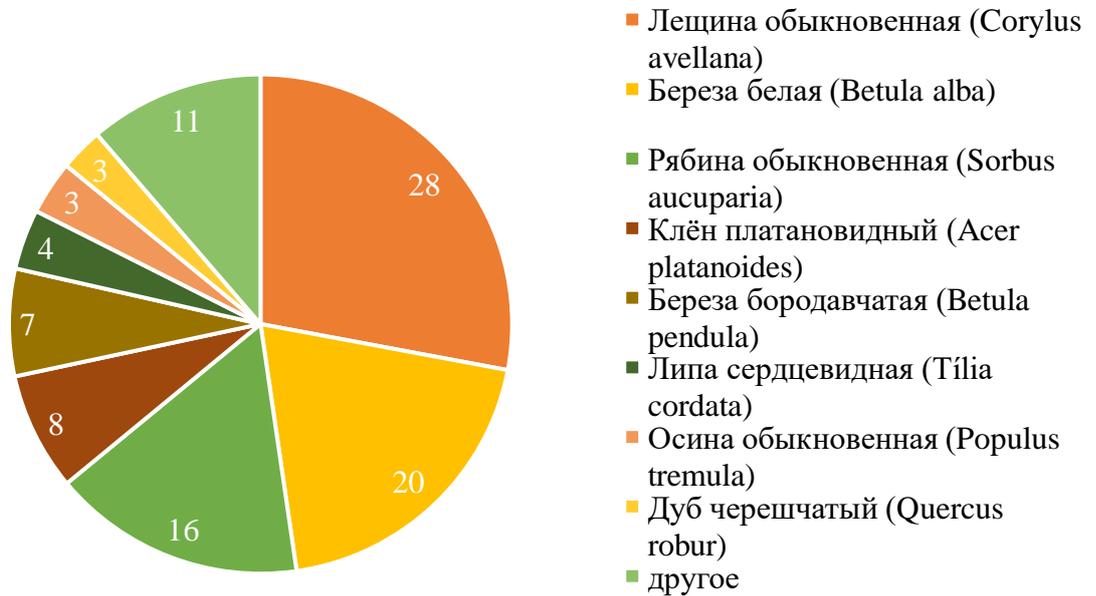


Рисунок 51 - Видовое разнообразие в сквере г. Троицк (Разработан автором)

Больше всего деревьев в парке в возрасте g1, наименьшее в вингинильном возрасте. У Березы белой (*Betula alba*) 49% всех деревьев в возрасте g3, а наибольшее количество молодых деревьев (im) у Клёна платановидного (*Acer platanoides*) – 35%.

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Общее состояние деревьев в парке оценивается как «удовлетворительное», средний балл равен 1,97. Наилучшее состояние в точке № 4 (зеленая зона) -1,76 балла, наихудшее в точке №8 (транзитная зона) -2,24 балла. Таким образом, наблюдаются высокие показатели для всего парка в целом, что может быть связано с его расположением внутри жилой застройки и оказанием на него серьезной антропогенной нагрузки. Средние показатели по функциональным зонам близки по значениям, но чуть лучше себя чувствуют деревья в зеленой зоне (Рисунок 52).

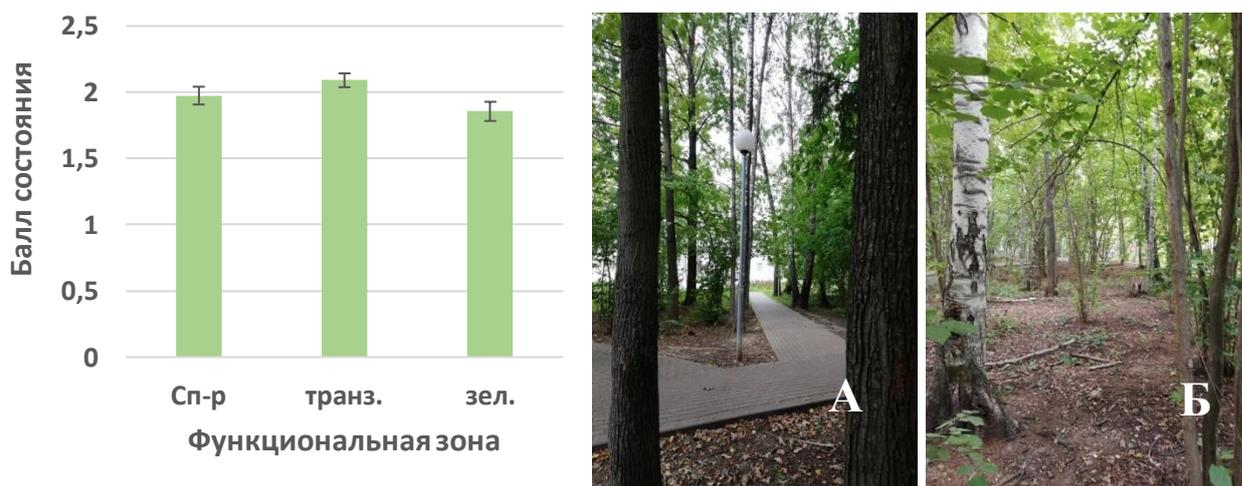


Рисунок 52 - Состояние деревьев в сквере г. Троицк по функциональным зонам и фотографии транзитной (А) и зеленой (Б) зон (Разработан автором)

Для самого многочисленного вида в парке средний балл состояния равен $1,5 \pm 0,6$. Наилучшее состояние у Дуба черешчатого (*Quercus robur*), Сливы домашней (*Prunus domestica*), Ясени обыкновенной (*Fraxinus excelsior*) по 1,3 баллу. Самый высокий балл у немногочисленных видов: Вяза гладкого (*Ulmus laevis*) и Клёна татарского (*Acer tataricum*) 3,6 и 3,7 балла соответственно.

Парк усадьбы Троицкое. Всего в парке было проанализировано 215 деревьев. Наибольшее количество растений в точке № 5 (спортивно-развлекательная зона), наименьшее в точке №10 (спортивно-развлекательная зона). Основными породами являются Липа сердцевидная (*Tilia cordata*), Лиственница европейская (*Larix decidua*), Клён платановидный (*Acer platanoides*), Дуб черешчатый (*Quercus robur*), Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*) на них приходится 98 % всех растений, в остальные 2% входят такие деревья как: Вяз обыкновенный (*Ulmus laevis*), Вяз приземистый (*Ulmus pumila*), Клен ясенелистный (*Acer negundo*), Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Преобладающая порода — это Липа сердцевидная (*Tilia cordata*), на нее приходится 83% от всех изученных деревьев, наибольшее количество особей которой в генеративном возрасте третьей категории (g3) 72% (Рисунок 53).

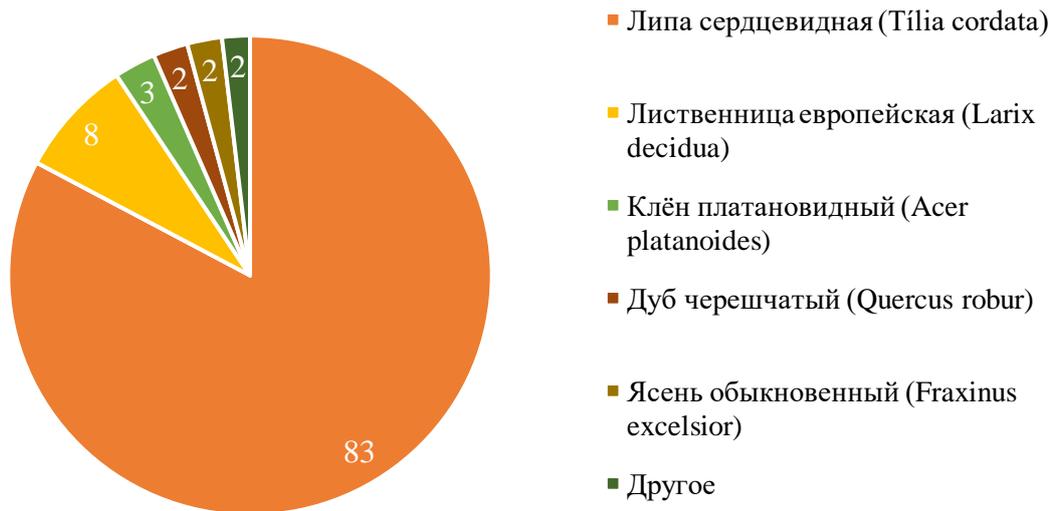


Рисунок 53 - Видовое разнообразие в парке усадьбы Троицкое (Разработан автором)

Наибольшее количество деревьев в парке в возрасте $g3$ – 158 деревьев. Особей в имматурном возрасте 44 шт., и они также у Липы сердцевидной (*Tilia cordata*), что говорит о попытках обновить данную территорию без нарушения внешнего вида парка. Также особенностью данного парка является полное отсутствие нижних ярусов в отличие от остальных лесопарков.

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Общее состояние в парке можно оценивать как «удовлетворительное». Средний балл состояния равен 2,8. Наилучшее состояние в точке № 6 (зеленая зона) $-2,4 \pm 0,5$, наихудшее состояние в точке №4 (транзитная зона) $-3,2 \pm 0,8$. Общее плохое состояние парка объясняется возрастом парка и его исторической значимостью, т. к. территория парк является объектом культурного наследия регионального значения "Усадьба "Троицкое": - парк, кон. XVIII–XIX вв." (Рисунок 54).

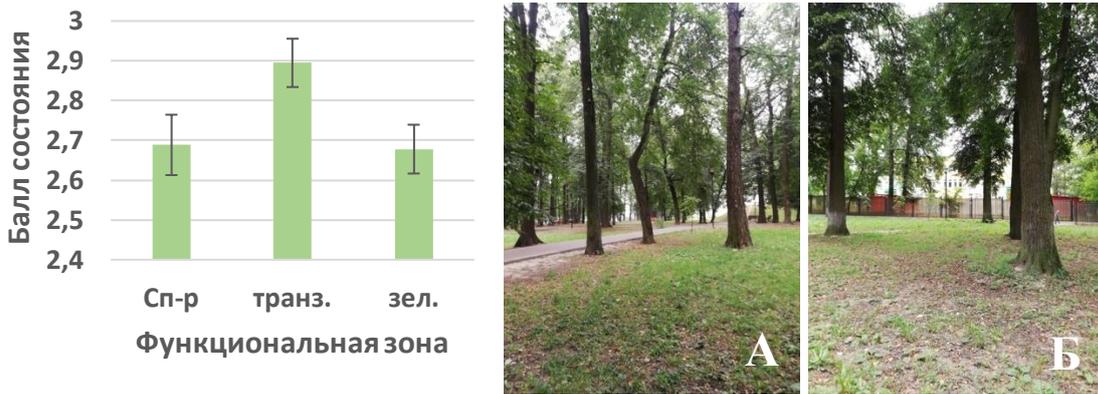


Рисунок 54 - Состояние деревьев в парке усадьбы Троицкое по функциональным зонам и фотографии транзитной (А) и зеленой (Б) зон (Разработан автором)

Для самого многочисленного вида в парке средний балл состояния равен $2,9 \pm 0,5$, это худший показатель помимо единичного экземпляра Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), у которой состояние равно 3 баллам. Наилучшее состояние было у деревьев, которые встречались в парке в единичных экземплярах: Вяз приземистый (*Ulmus pumila*), Вяз обыкновенный (*Ulmus laevis*) – 1 балл, Дуб черешчатый (*Quercus robur*), Клён платановидный (*Acer platanoides*), Клен ясенелистный (*Acer negundo*) по 2 балла.

Парк «Южное Бутово» (р-н Южное Бутово). Всего в парке было изучено 160 деревьев. Больше всего деревьев было в точке №10 (зеленая зона), в точках №5 (зеленая) и №9 (зеленая) деревья отсутствуют. Основными породами в парке являются Ива ломкая (*Salix fragilis*), Ива козья (*Salix caprea*), Дуб красный (*Quercus rubra*), Яблоня ягодная (*Malus baccata*), Осина обыкновенная (*Populus tremula*) на них приходится 72 % (Рисунок 55). В остальные 12% входят такие породы, как Рябина обыкновенная "Невежинская" (*Sorbus aucuparia* var. *neveginskaja*), Тополь белый (*Populus alba*), Ива белая (*Salix alba*), Клён платановидный (*Acer platanoides*), Береза бородавчатая (*Betula pendula*), Вишня птичья (*Prunus avium*), Береза белая (*Betula alba*). Преобладающей породой является Ива ломкая (*Salix fragilis*) - 39%, большая часть особей в возрасте g2.

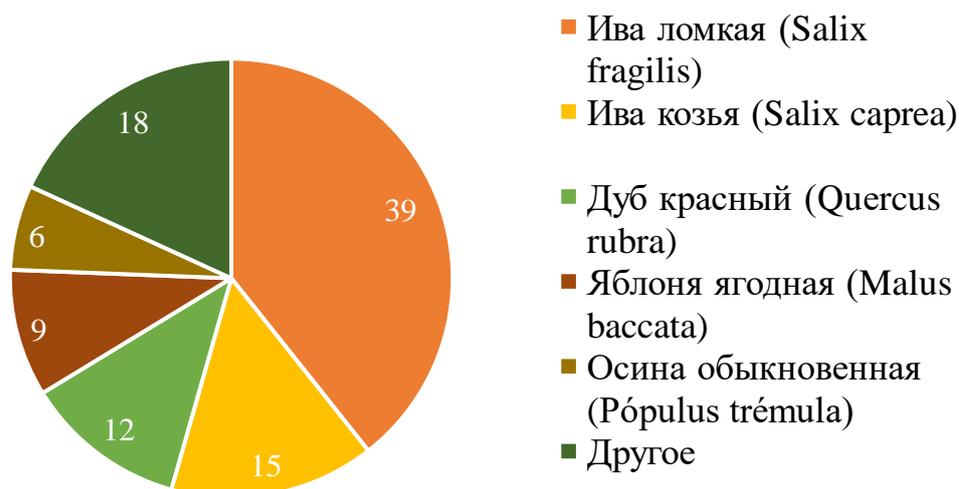


Рисунок 55 - Видовое разнообразие в парке «Южное Бутово» (Разработан автором)

Наибольшее количество деревьев в парке в возрасте g2 – 46,9%. В парке полностью отсутствуют особи в имматурном возрасте, при этом в виргинильном возрасте у Ивы ломкой (*Salix fragilis*) 5% деревьев.

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Общее состояние деревьев в парке можно оценивать как «хорошее», средний балл равен 1,5. Наилучшее состояние в точках 3 (транзитная) и 4 (спортивно-развлекательная), по 1,1 баллу. Плохое состояние в точке № 10 (зеленая) – 2,2 балла. Лучше всего деревья чувствуют себя в спортивно-развлекательной зоне, а хуже в зеленой (Рисунок 56), однако средний балл состояния по парку говорит о том, что общее состояние можно оценивать как хорошее. Прямой связи между состоянием деревьев в парке и их местом расположения не прослеживается.

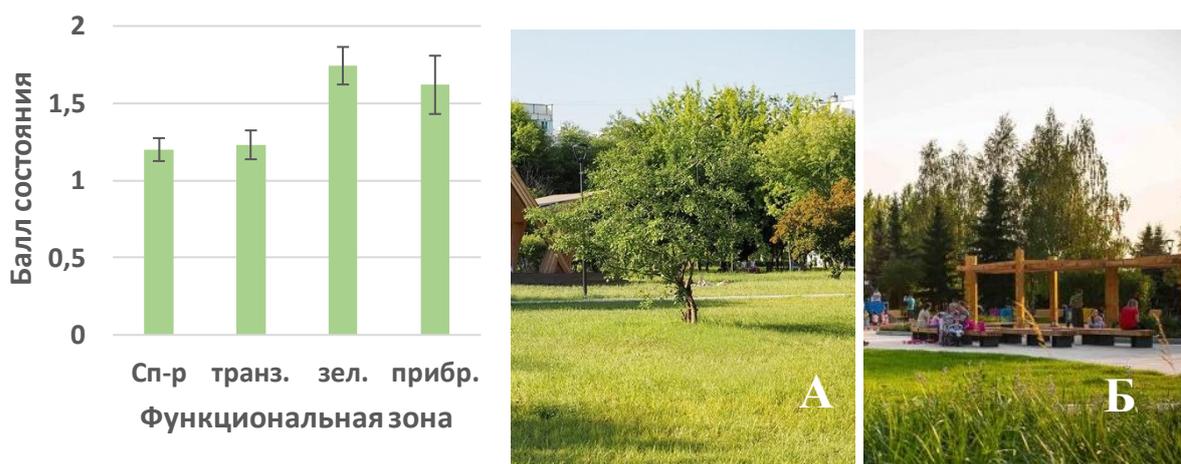


Рисунок 56 - Состояние деревьев в парке «Южное Бутово» по функциональным зонам и фотографии зеленой (А) и спортивно-развлекательной (Б) зон (Разработан автором)

Для самого многочисленного вида в парке Ивы ломкой (*Salix fragilis*) средний балл состояния равен $1,5 \pm 0,9$. Худшее состояние у Клёна платановидного (*Acer platanoides*) – $3 \pm 1,8$.

Парк «Сосны» (п. Новофедоровское). Общее количество проанализированных деревьев в парке – 66. Наибольшее количество в точке №5 (зеленая зона), а наименьшее в точках 3 (зеленая), 8 (прибрежная), 10 (транзитная) по 2 шт. В точке № 9 (прибрежная зона) деревья отсутствуют. Основными породами в парке являются Ель обыкновенная (*Picea abies*), Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), Яблоня маньчжурская (*Malus manshurica*), Береза бородавчатая (*Betula pendula*) на них приходится 76 % от общего числа деревьев (Рисунок 57). В остальные 14% входят такие деревья как: Дуб черешчатый (*Quercus robur*), Ива ломкая (*Salix fragilis*), Ива ломкая (*Salix fragilis*), Клён платановидный (*Acer platanoides*), Липа сердцевидная (*Tilia cordata*), Осина обыкновенная (*Populus tremula*) и др. преобладающей породой является Ель обыкновенная (*Picea abies*), большая часть особей которой в возрасте g2 и g3 по 11 шт.



Рисунок 57 - Видовое разнообразие в парке «Сосны» (Разработан автором)

Наибольшее число деревьев в парке в возрасте g2 (30%). У Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) 46% деревьев в возрасте g3, это наибольший показатель в парке. Больше всего имматурных особей у Ели обыкновенной (*Picea abies*) – 19% от всех ее деревьев.

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Общее состояние деревьев в парке можно оценить как «хорошее», средний балл равен 1,5. Наилучшее состояние деревьев в точках 3, 10 (транзитная зона) и 8 (прибрежная зона) – 1 балл. Хуже всего деревья себя чувствуют в точке №7 (спортивно-развлекательная), расположенной между двух детских площадок. Таким образом, «удовлетворительно» оценивалось состояние деревьев в спортивно-развлекательной зоне, в то время как в зеленое и прибрежное состояние характеризовалось как «отличное» (Рисунок 58).

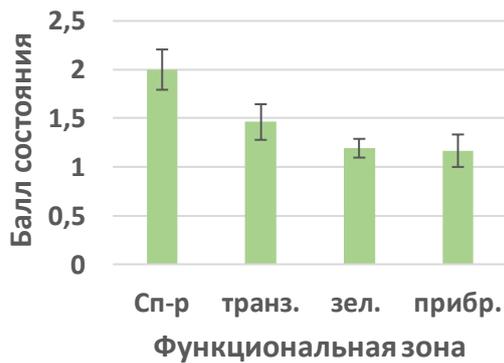


Рисунок 58 - Состояние деревьев в парке «Сосны» по функциональным зонам и фотографии зеленой (А) и спортивно-развлекательной (Б) зон (Разработан автором)

Для самого многочисленного вида в парке средний балл состояния равен $1,7 \pm 0,9$. Лучшее состояние наблюдается у деревьев, которые встречались в парке в единичных экземплярах: Береза бородавчатая (*Betula pendula*), Дуб черешчатый (*Quercus robur*), Ива козья (*Salix caprea*), Клён платановидный (*Acer platanoides*), Липа сердцевидная (*Tilia cordata*), Осина обыкновенная (*Populus tremula*), Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), Слива домашняя (*Prunus domestica*), по 1 баллу. Хуже все состояние у Ивы ломкой (*Salix fragilis*) и Яблони маньчжурской (*Malus manshurica*) по 2 балла.

Парк истории поселения Роговское им. Валентины Карначёвой. Всего в парке было проанализировано 152 дерева. Наибольшее количество деревьев было в точке №7 (зеленая), а наименьшее в точке №6 (транзитная). Основные породы в парке: Береза белая (*Betula alba*), Рябина дуболистная (*Sorbus quercifolia*), Туя западная (*Thuja occidentalis*), Туя западная (*Thuja occidentalis*) на них приходится 57% деревьев. Остальные 43% представлены такими видами, как Сосна веймутова (*Pinus strobus*), Клён платановидный (*Acer platanoides*), Ива козья (*Salix caprea*), Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*) и др. (Рисунок 59). Преобладающей породой является Береза белая (*Betula alba*) большая часть особей, которой находятся в имматурном возрасте (38%).



Рисунок 59 - Видовое разнообразие в парке истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой (Разработан автором)

Наибольшее количество деревьев в парке в возрасте g1 – 37%, особи в возрасте g3 отсутствуют. В возрасте g2 деревья встречаются только у Березы белой (*Betula alba*), Березы бородавчатой (*Betula pendula*), Ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior*). Больше всего в имматурном возрасте деревьев у Рябины дуболистной (*Sorbus quercifolia*).

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Общее состояние деревьев в парке можно оценивать как «хорошее», средний балл равен 1,5. Наилучшее состояние деревьев в точке 1 (транзитной) –1,3 балла, наихудшее в точке 6 (спортивно-развлекательной) –2,5 балла. Надо отметить, что хуже всего состояние деревьев в точках 5 и 6, которые располагаются вблизи детских и спортивных площадках, это показатели значительно превышают данные, полученные по остальным точкам, так для остальных точках средний балл варьируется от 1,3 до 1,7, а в точках 5 и 6 - 2,1 и 2,5, соответственно (Рисунок 60).

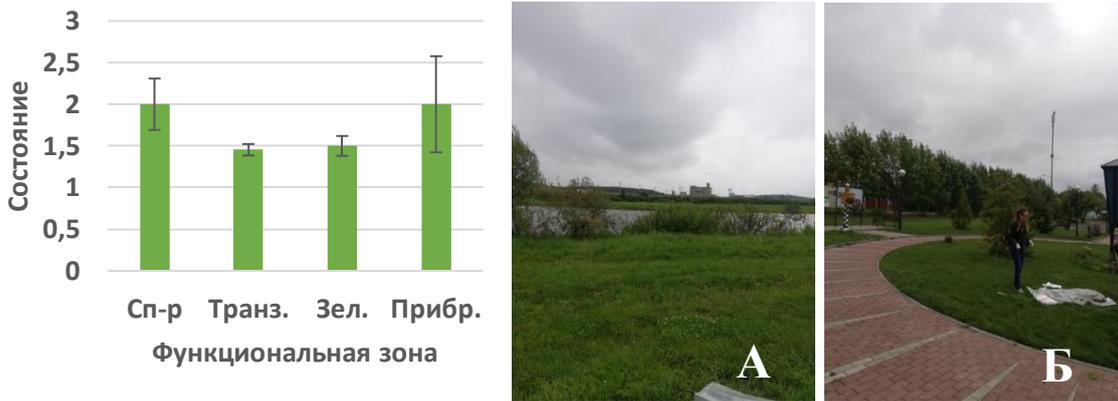


Рисунок 60 - Состояние деревьев в парке истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой по функциональным зонам и фотографии прибрежной (А) и транзитной зоны (Б) (Разработан автором)

Для самого многочисленного вида в парке средний балл состояния деревьев равен 1,8. Самый высокий балл у Каштана конского (*Aesculus hippocastanum*) и Дуба красного (*Quercus rubra*), представленных в единичных экземплярах – по 3 балла.

Зона отдыха «Заречье». Всего в парке было проанализировано 158 деревьев. Наибольшее количество деревьев в точке №8 (спортивно-развлекательная зона), наименьшее в точке №5 (спортивно-развлекательная зона). Основные породы в парке — это Клён платановидный (*Acer platanoides*), Ива белая (*Salix alba*), Черёмуха обыкновенная (*Prunus padus*), Ольха серая (*Alnus incana*), Береза бородавчатая (*Betula pendula*) на них приходится 74% деревьев (Рисунок 61). Остальные 16% состоят из Березы белой (*Betula alba*), Липы крупнолистной (*Tilia platyphyllos*), Рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), Ели обыкновенной (*Picea abies*), Бузины красной (*Sambucus racemosa*), Дуба черешчатого (*Quercus robur*), Рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), Сливы домашней (*Prunus domestica*). Преобладающей породой является Клён платановидный (*Acer platanoides*) на него приходится 36% от всех изученных деревьев и 81% которого в возрасте g1.



Рисунок 61- Видовое разнообразие в зоне отдыха «Заречье» (Разработан автором)

Наибольшее количество деревьев в парке в возрасте g1 – 57 %. Больше всего взрослых деревьев (g3) у Ивы белой (*Salix alba*) – 18 шт., имматурные особи встречаются только у Ели обыкновенной (*Picea abies*).

Визуальная оценка состояния древесных насаждений. Состояние деревьев в парке можно оценить как «хорошее», средний балл равен 1,7. Наилучшее состояние в точке №7 (спортивно-развлекательная) -1,1 балл, хуже всего деревья чувствуют себя в точке №5 (спортивно-развлекательная) –3 балла. В среднем по парку наилучшее состояние в транзитной зоне и наихудшее в прибрежной (Рисунок 62).

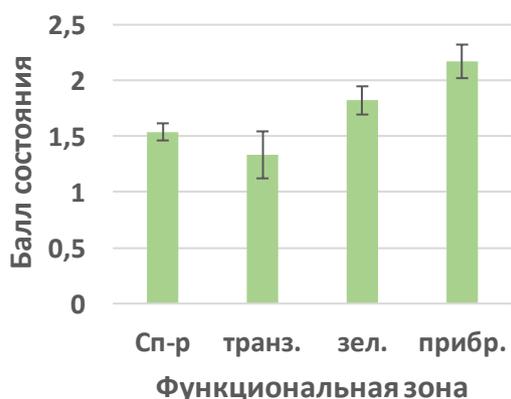


Рисунок 62 - Состояние деревьев в зоне отдыха «Заречье» по функциональным зонам и фотографии прибрежной (А) и транзитной (Б) зона (Разработан автором)

Состояние самого многочисленного вида в парке Клёна платановидного (*Acer platanoides*) можно оценить как хорошее $1,3 \pm 0,5$ баллов. Лучшее состояние у единичных растений: Ива пурпурная (*Salix purpurea*), Клён ясенелистный (*Acer negundo*), Ель обыкновенная (*Picea abies*) – 1 балл, из более многочисленного вида лучший балл у Березы бородавчатой (*Betula pendula*) 1,2 балла. Хуже всего состояние у Дуба черешчатого (*Quercus robur*), Липы сердцевидной (*Tilia cordata*), Сливы домашней (*Prunus domestica*) – 3 балла.

5.2 Обобщение и сравнительный анализ рекреационных зон с разной историей землепользования.

Сравнительный анализ состояния деревьев в парках с разной историей землепользования показал значимые различия между лесопарками и парками, образованными на месте бывших сельскохозяйственных объектов ($p=0,001$). Средний балл в лесопарках был выше 1,8 по сравнению со второй категорией рекреационных зон 1,6, что показывает худшее состояние деревьев в лесопарках (Рисунок 63). При этом и тот и тот показатель является неплохим, что говорит о достаточно хорошем состоянии деревьев в целом в рекреационных зонах. Конечно, при полевом обследовании были выявлены деревья с категорией 4 (ослабленные) и 5 (сухостой), однако в доверительный интервал они не вошли. Также можно отметить большую вариацию в состоянии на территориях, образованных на месте бывших сельскохозяйственных территориях, при достаточно ровном распределении этого показателя в лесу, что объясняется хорошим состоянием декоративных деревьев, которые были в большей степени высажены в парках бывших сельскохозяйственных территорий в последние несколько лет и наличие взрослых особей, которые могут быть в более плохом состоянии, объяснение этому можно увидеть дальше по тексту.

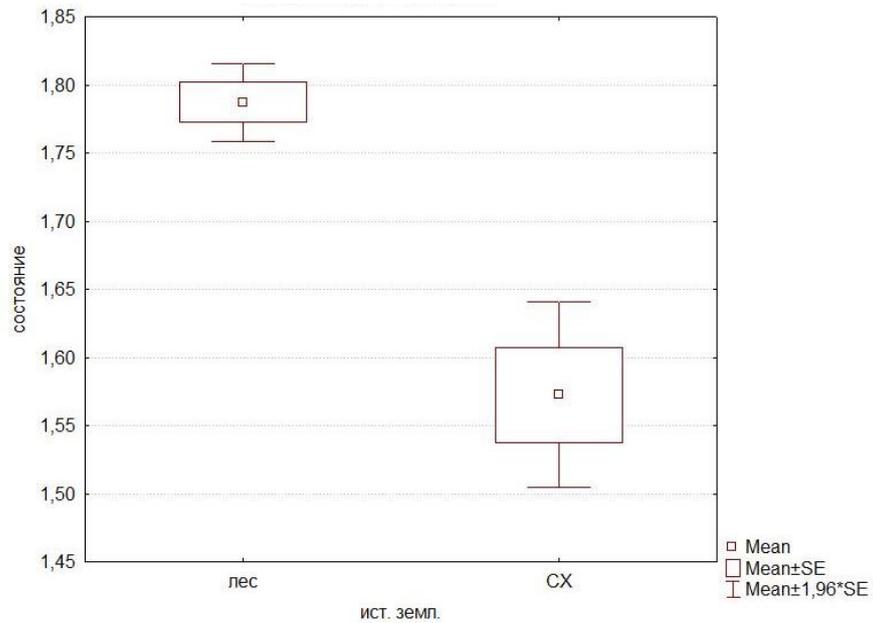


Рисунок 63 - сравнительный анализ состояния деревьев в парках с разной историей землепользования (Разработан автором)

Индекс разнообразия Шеннона показал большее значение в парках на месте бывших сельскохозяйственных территорий по сравнению с лесопарками $H = 3,11$ и $2,74$ соответственно, при значительно большем количестве особей в лесопарке. При этом видовое разнообразие лесопарковых зон схоже между собой в отличие от парков, образованных на месте бывших сельскохозяйственных территорий, что показывает индекс равенства Шеннона $Eh = 0,86$ и $0,72$, соответственно. Видовой состав лесопарков парков схож с видовым составом естественных лесов этого региона. В остальных парках древесная растительность включает в себя большое количество декоративных видов, не произрастающих в естественных условиях. На рисунке 63 можно увидеть схожесть растительного состава в 5 лесопарковых зонах, за исключением парка Усадьбы г. Троицка, т. к. он, несмотря на реорганизацию после присоединения территории к Новой Москве имеет исторические посадки и особый административный статус (Рисунок 64).

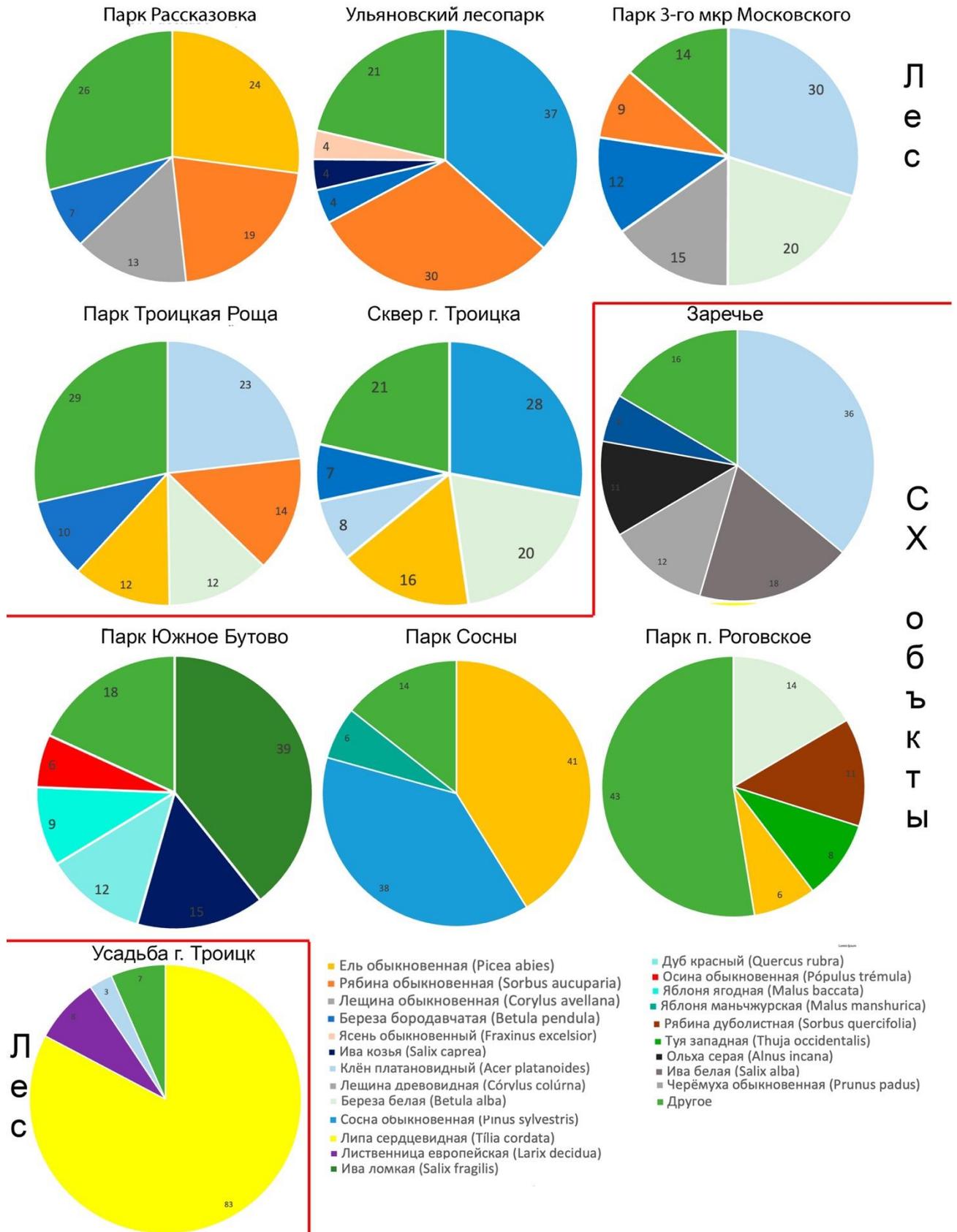


Рисунок 64 - Видовое разнообразие в парках Новой Москвы в % (Разработан автором)

Таким образом, в парках было проанализировано 956 хвойных деревьев и 4552 лиственных. В сквере г. Троицка было всего 1 хвойное дерево, а в парке Южное Бутово они вообще отсутствовали. Лучшее состояние у хвойных деревьев в парке Рассказовка $1,3 \pm 0,2$, хуже всего в усадьбе Троицкое $2,6 \pm 0,5$. Лиственные деревья лучше всего себя чувствуют в парке Сосны $1,2 \pm 0,4$, в хуже всего сквере г. Троицка $2,1 \pm 0,7$ (Таблица 11). Лиственные деревья в значительной мере чувствуют себя в парках хуже, чем хвойные независимо от истории землепользования.

Таблица 11- Количество и состояние хвойных и лиственных деревьев в парках с разной историей землепользования (Разработана автором)

Земле-польз.	Парк	Тип деревьев			
		Хвойные	Лиственные	Хвойные	Лиственные
		Количество, шт.	Количество, шт.	состояние	состояние
Лес	Рассказовка	257	889	$1,3 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,4$
	Ульяновский лесопарк	460	725	$1,6 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,5$
	3-го мкр Московского	7	735	$1,6 \pm 0,6$	$1,5 \pm 0,4$
	Троицкая роща	111	830	$2,4 \pm 0,9$	$1,6 \pm 0,5$
	Сквера г. Троицка	1	718	1	$2,1 \pm 0,7$
	Усадьба Троицкая	18	197	$2,6 \pm 0,5$	$2,1 \pm 0,6$
СХ-объекты	Южное Бутово	0	160	-	$1,5 \pm 0,6$
	Сосны	50	16	$1,6 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,4$
	Парк п. Роговского	49	103	$1,3 \pm 0,3$	$1,6 \pm 0,6$
	Заречье	3	136	1	$2 \pm 0,7$

При этом показатели состояния хвойных и лиственных деревьев значимо отличались ($p=0,000$). Выше значения были у лиственных деревьев, несмотря на то что наибольшие значения по паркам были у хвойных. Такая же ситуация при анализе отдельных типов землепользования. В лесопарках различия в состоянии

между хвойными и лиственными деревьями значимая ($p=0,000$). А при сравнении в парках бывших сельскохозяйственных земель различия между хвойными и лиственными деревьями не значимы, при этом состояние вторых хуже. Одним из факторов влияющим на данный показатель может быть видовое разнообразие. При сравнении хвойных и лиственных растений лучше всего состояние было у хвойных деревьев на бывших СХ-объектах $1,5 \pm 0,8$, а хуже всего себя чувствовали лиственные деревья в лесопарках $1,8 \pm 1$ (Рисунок 65).

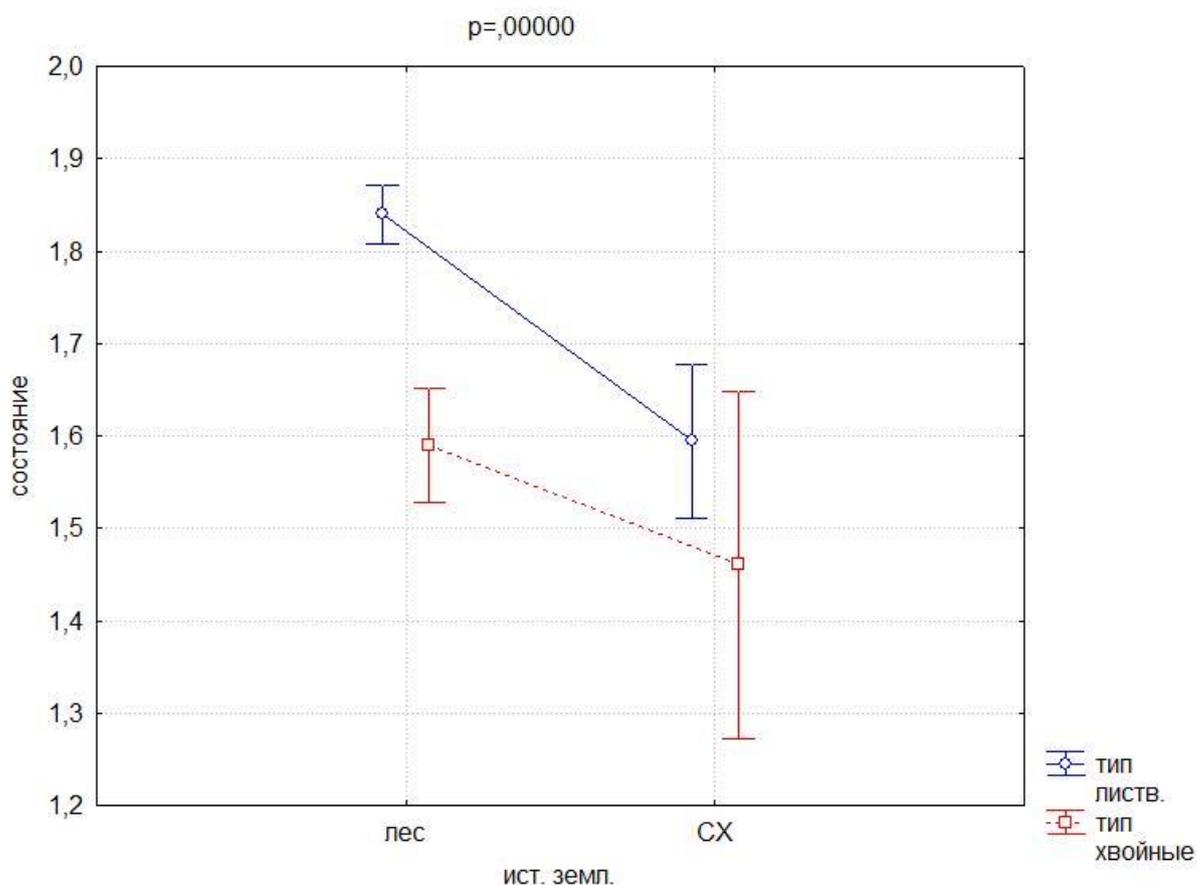


Рисунок 65 - Сравнение состояния лиственных и хвойных деревьев в парках с разной историей землепользования (Разработан автором)

Возрастное распределение по паркам выглядит следующим образом (Рисунок 66). Наибольшее количество деревьев в возрасте g3 в Усадьбе г. Троицка, а в парке поселения Роговское они отсутствуют полностью. Также можно отметить

наиболее однородное распределение в 5 из 6 лесопарков деревьев по возрастам, что напрямую связано с историей землепользования.

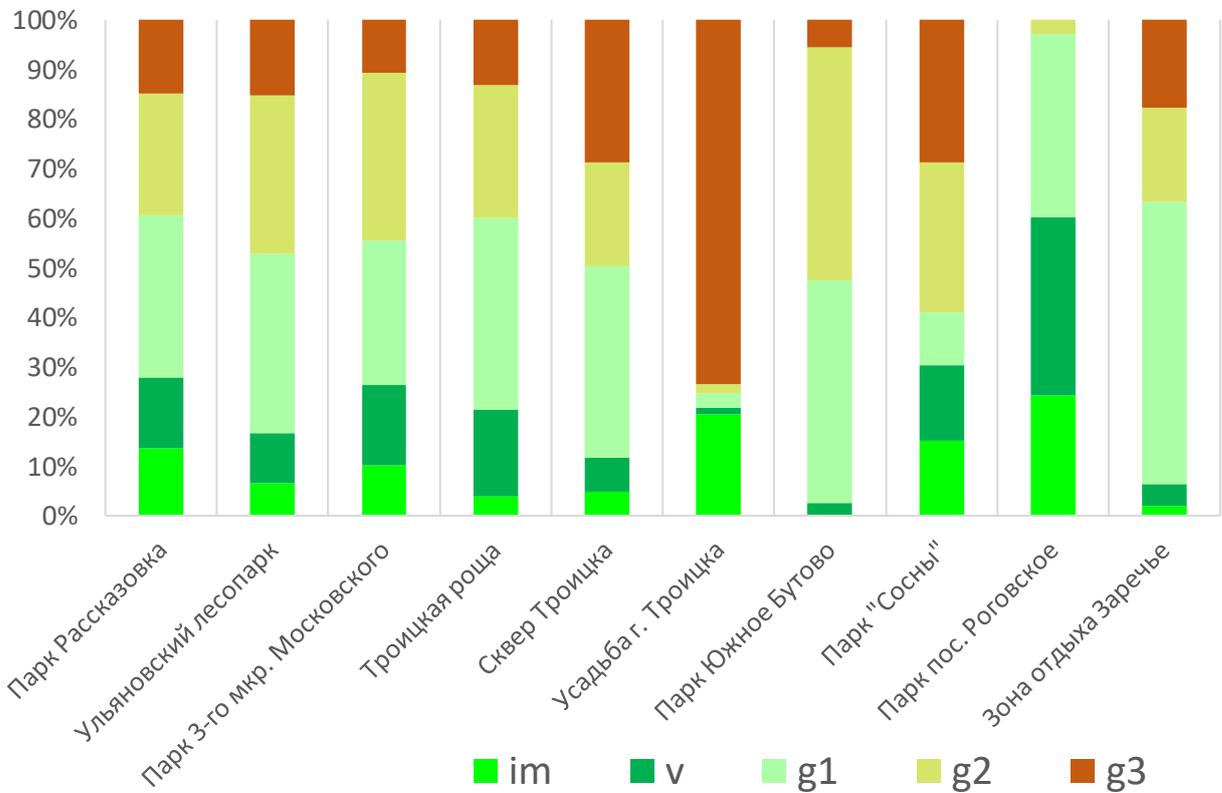


Рисунок 66 - Возрастное распределение деревьев по паркам в % (Разработан автором)

В таблице 12 видно, что количество деревьев в возрасте g3 почти в 7 раз меньше, чем в возрасте g1 на бывших сельскохозяйственных территориях, в то время как в лесопарках данный показатель изменяется меньше чем в 2 раза. Это может быть следствием разных подходов к уходу и содержанию этих двух типов парков, а также их исторической особенности. Так, в лесопарках наблюдаются процессы, приближенные к естественным условиям, а, как следствие возраст g1 является наиболее распространенным, в то время как рассматриваемые парки, образованные на месте СХ-объектов, являются достаточно новыми с привнесенными видами, на территории, где до этого почти полностью

отсутствовали деревья и как следствие большая часть насаждений еще не успела достичь генеративного возраста или достигла его совсем недавно (Таблица 12).

Таблица 12 - Количество деревьев разной возрастной группы в парках с разной историей землепользования (Разработана автором)

Ист. земл. возраст	Лес		СХ-объекты	
	Количество, шт.	%	Количество, шт.	%
im	432	9	69	10
v	599	12	226	34
g1	1576	33	226	34
g2	1313	27	114	17
g3	876	18	35	5
ИТОГО	4796		670	

Влияние истории землепользования на состояние деревьев можно оценить на рисунке 67, где заметно лучшее состояние деревьев, образованных на месте СХ-объектов, а также разные тенденции состояния по возрасту. Так, на бывших сельскохозяйственных территориях деревья с возрастом g3 чувствуют себя хуже, чем в лесопарках, что может объясняться разным подходом к администрированию рекреационных зон с разной историей землепользования, т. е. получается, что в лесопарках в большей степени заметно влияние естественного отбора на состояние древесных насаждений в разном возрасте, из-за чего в возрасте g3 в основном особи с хорошим баллом состояния. А в парках с бывшим сельскохозяйственным использованием видна значительная разница между возрастом g1 и g3. Меньшее количество деревьев в этих парках позволяет более тщательно следить за их состоянием и проводить различные мероприятия, вплоть до вырубki аварийно-опасных особей, таким образом, в возрасте g1 остаются деревья в наилучшем состоянии, а ухудшение в возрасте g3 показывает на стремление сохранить взрослые особи в качестве исторической ценности, однако такой подход не способствует устойчивому функционированию данных территорий (Рисунок 67).

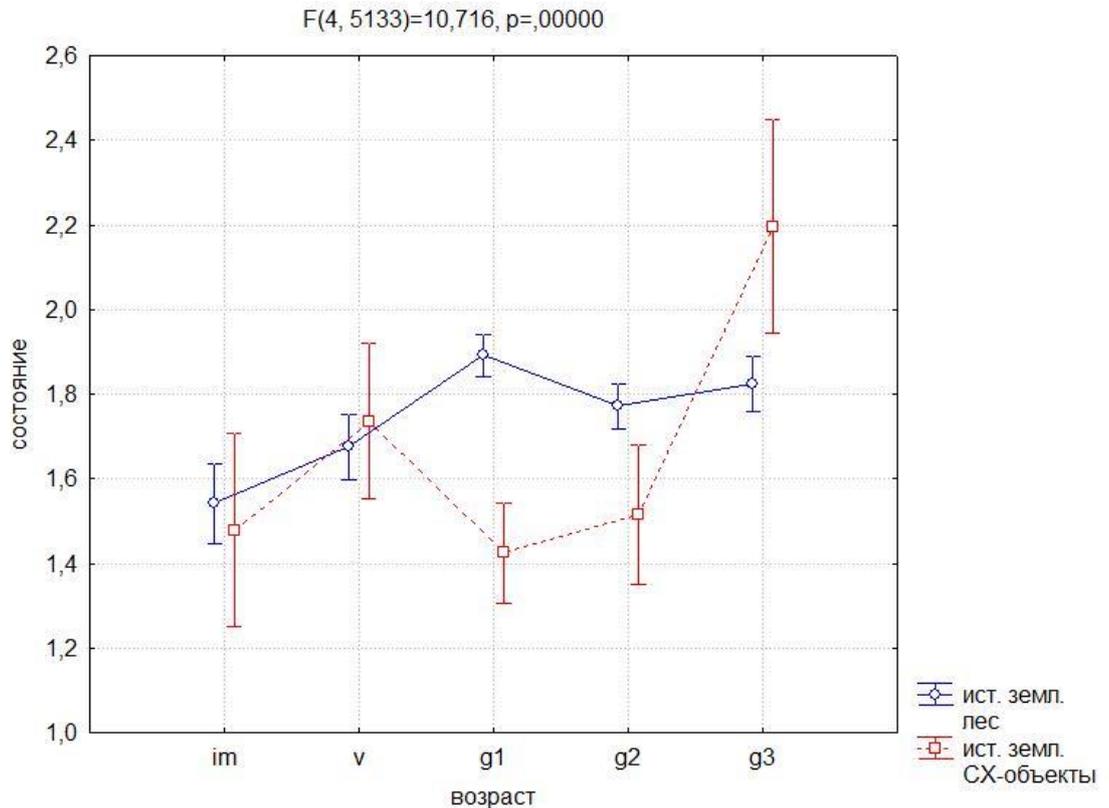


Рисунок 67 - Состояние древесных насаждений в парках по возрастам с разной историей землепользования (Разработан автором)

Различие в динамике также прослеживается и при анализе стандартного отклонения, которое больше на бывших СХ-объектах, чем в лесопарках, это подтверждает гипотезу о схожести лесопарковых зон между собой в одном регионе, чем объекты второй группы. Анализ состояния у деревьев разного возраста с разным типом листвы, показало значимые отличия, особенно это заметно в возрасте g2 и g3. В возрасте g3 значительно лучше себя чувствуют хвойные особи, в то время у лиственных деревьев средний балл превышает значения 2 (Рисунок 68).

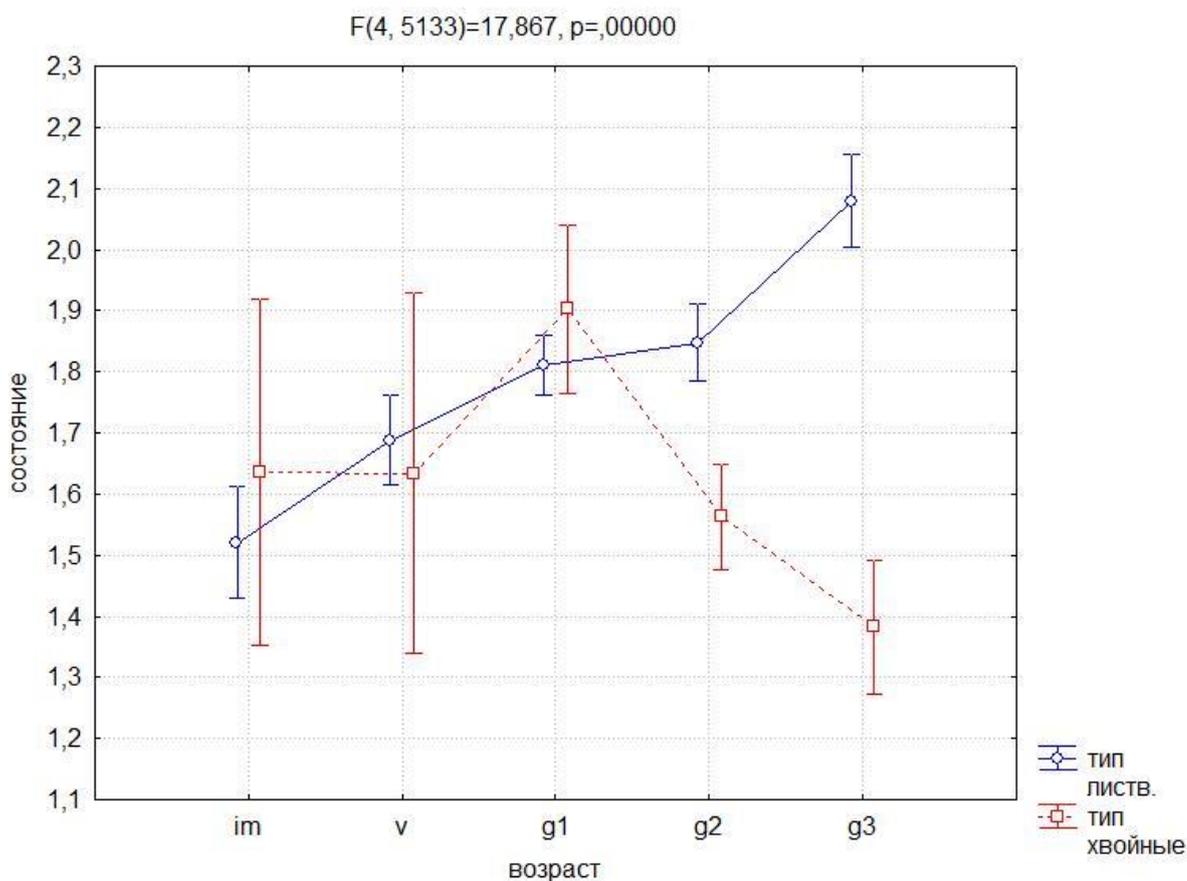


Рисунок 68 - Состояние древесных насаждений с разным типом листвы в парках с разной историей землепользования (Разработан автором)

Подводя итог вышесказанному, надо отметить, что парки с разной историей землепользования в значительной степени отличаются между собой как по количеству деревьев, видовому составу, возрасту и состоянию древесной растительности, что подтверждает нашу гипотезу. Мы также видим сходство лесопарков между собой и резкие отличия между парками, образованными на месте бывших сельскохозяйственных угодий. Таким образом, решение исследовать рекреационные зоны с учетом их истории землепользования является правильным и позволяет более корректно оценить экологическую ситуацию в парках Новой Москвы.

ГЛАВА 6 АНАЛИЗ СВОЙСТВ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ⁶

6.1 Физико-химические свойства почв в 10 парках Новой Москвы

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) парка Рассказовка. Преобладающим гранулометрическим составом в верхнем слое почв парка является легкий суглинок, в одной точке из 10 – средний суглинок. Плотность поверхностного горизонта варьируется от 0,85 до 1,42 г/см³. Наименьший показатель в точке 7 (транзитная зона), а наибольший в точке 3 (спортивно-развлекательная зона). Кислотность почвы варьировалась от слабокислой до нейтральной (от 4,7 до 6,4). Для спортивно-развлекательной и транзитной зоны средние показатели рН были равные $5,4 \pm 0,7$, для зеленой территории немного отличался $5,2 \pm 0,5$. Среднее содержание $C_{орг}$ в почвах транзитных зон превышало значение в зеленых и спортивно-развлекательных зонах на 1,4 и 1,2 % соответственно (Рисунок 69). Однако, наибольшая вариабельность значений отмечается в спортивно-развлекательной зоне, там значения $C_{орг}$ варьируются от 3,1 до 5,9 %.

⁶ Основные результаты изложены в данной главе, опубликованы в следующих статьях:

13. Демина С. А., Васенев В.И., Махиня К.И., Ромзайкина О.Н., Истомина И. И., Павлова М. Е., Довлетярова Э. А. Комплексный анализ почв и зеленых насаждений в парках Новой Москвы, образованных на месте бывших сельскохозяйственных территорий и леса // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2022 Т. 17 № 3 С. 331–349.

82. Demina S. и др. Microbial properties of urban soils with different land-use history in New Moscow // Soil Sci. 2018. Т. 183. № 4.

115. Makhinya K. и др. The Influence of Soil Quality on Trees' Health in Urban Forest // Springer Geography., 2021.

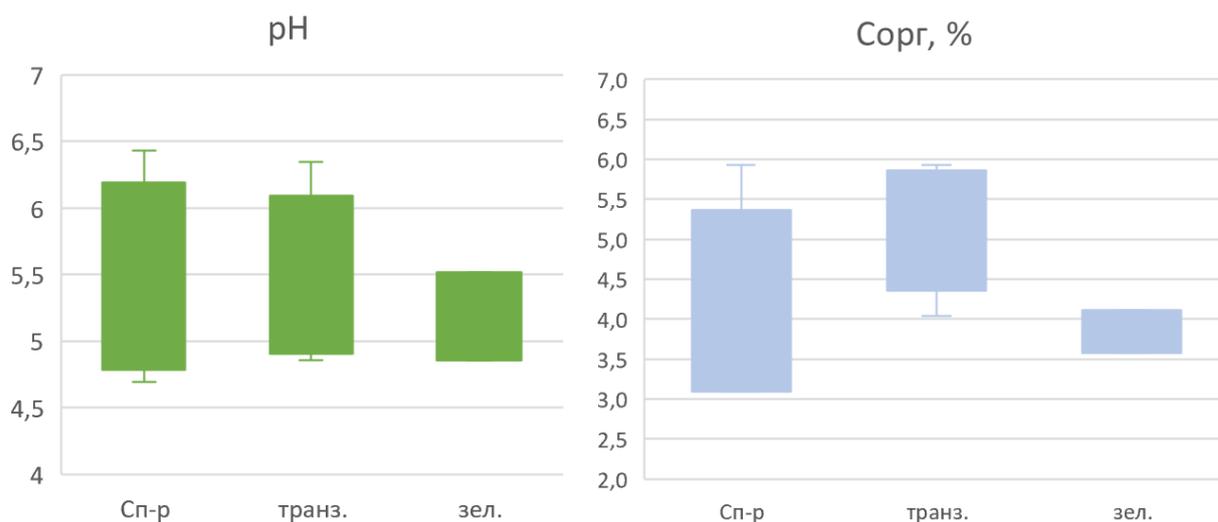


Рисунок 69 - Содержание $C_{орг}$ и pH_{H_2O} , усредненные для 3-х функциональных зон на глубине 0–10 см в парке «Рассказовка» (Разработан автором)

Самый высокое содержание К и Р в парке было показано в транзитной зоны $157,5 \pm 33,3$ мг/кг и $35,8 \pm 21,8$ мг/кг соответственно. Меньше всего К содержалось в спортивно-развлекательной зоне $113,6 \pm 28,4$ мг/кг, в то время как минимальный показатель Р был в зеленой $9,4 \pm 5,6$ мг/кг. Такие низкие показатели $C_{орг}$ и Р в зеленой зоне объясняются удаленностью данных территорий от благоустроенных зон и, как следствие, менее подверженных уходу.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. В парке Рассказовка превышение ОДК(ПДК), было отмечено только для мышьяка (As), остальные элементы во всех точках находятся в пределах нормы. Значения As варьировалось от 5,0 до 8,22 мг/кг. Для спортивно-развлекательной зоны показатели были от 5,02 до 8,22, а средние значение $6,28 \pm 1,38$. Для остальных точек стандартное отклонение было меньше. Содержание Ni, Cu, Zn, Pb в парке было в пределах ОДК.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Кислотность почвы в парке на глубине до 50 см варьировалась от 4,5 (на глубине 10–30 см, точка № 6 спортивно-развлекательной зоны) до 6,4 (на глубине 0-10 см в точках №2 и №3 транзитной и спортивно-развлекательной зоны соответственно). Общая тенденция в парке показывает на уменьшение показателей pH вниз по профилю. При этом самые низкие значения для всех функциональных зон наблюдаются в слое 10–30

см ($5 \pm 0,3$ в спортивно-развлекательной зоне, $4,9 \pm 0,3$ в транзитной зоне и $4,8 \pm 0,04$ в зеленой зоне) с незначительным увеличением показателя к 50 см.

Показатель К варьировался от 47,3 мг/кг (в точке №10 зеленой зоны на глубине 10–30 см) до 202,1 мг/кг (в точке №2 транзитной зоне на глубине 0–10 см.). В профиле максимальные показатели содержания К были в верхнем слое, а минимальные в слое 10–30 во всех функциональных зонах с незначительным увеличением в слое 30–50 см (Рисунок 70). Распределение Р в транзитной зоне в профиле происходит от наибольших значений в верхнем горизонте 0–10 см до самых низких значений в нижнем слое 30–50 см. В спортивно-развлекательной зоне так же, как и для К в слое 30–50 см происходит не значительное повышение значений по сравнению со слоем 10–30 см, с $24,9 \pm 10,3$ мг/кг до $26,5 \pm 6,9$ мг/кг. В зеленой зоне парка максимальная концентрация Р была в слое 10–30 см $13,6 \pm 8,4$, при самом большом коэффициенте пространственного распределения (CV) равном 63%, а наименьший показатель был в слое 0–10 см (Рисунок 70).

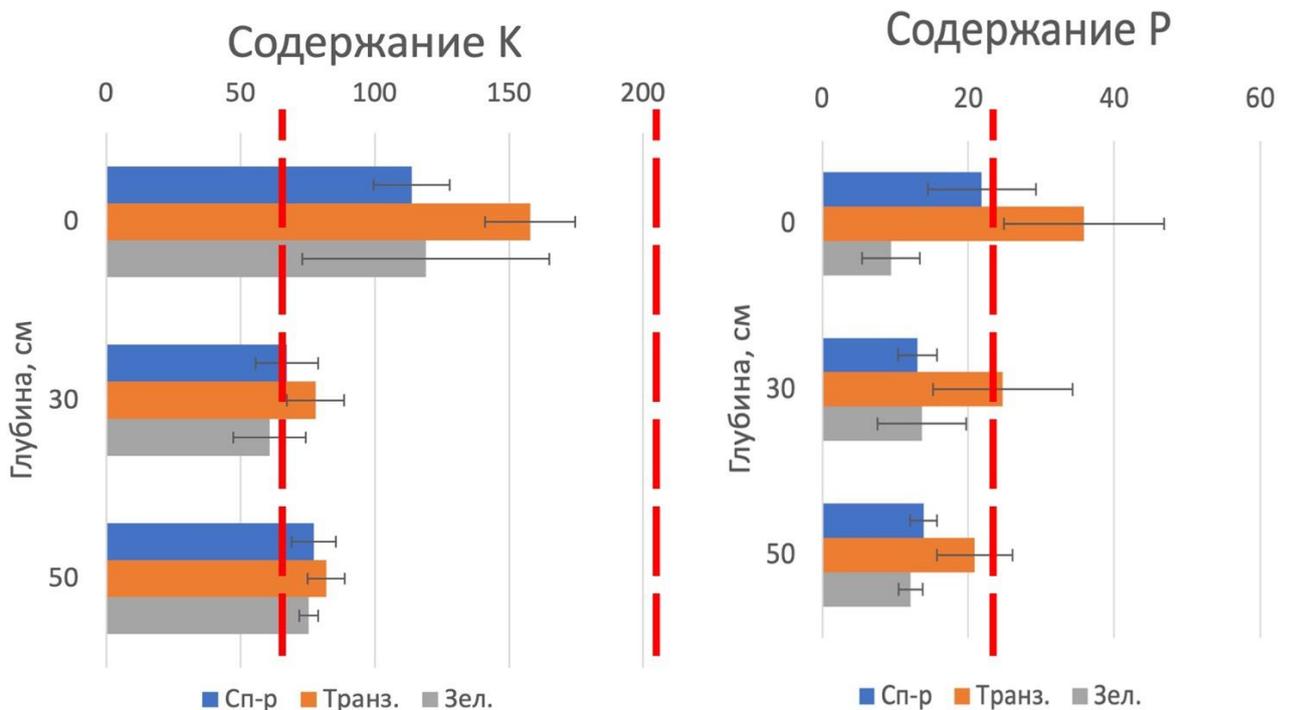


Рисунок 70 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 3 функциональных зонах парка Рассказовка (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. Анализ средних значений концентрации тяжелых металлов в парке выявил несколько закономерностей. Для As, Ni, Cu наблюдается тенденция увеличения концентраций по мере увеличения глубины, т. е. в слое 0–10 наименьшие значения, а в слое 30–50 см наибольшее, при этом данная ситуация наблюдается во всех функциональных зонах. Концентрация Mn и Zn в почве становились меньше по мере увеличения глубины. Содержание Zn на глубине 10–30 и 30–50 см в спортивно-развлекательной и транзитной зоны были близки по значениям, но ниже концентрации в слое 0–10 см зеленой зоны (Таблица 13).

Таблица 13 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для трех функциональных зон парка Рассказовка в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг			Mn, мг/кг		
	Сп-р	Транзитная	Зеленая	Сп-р	Транзитная	Зеленая
0-10	6,28±1,38	6,05±0,40	6,16±0,32	596,75±157,15	607,02±119,26	734,59±351,13
10-30	6,50±0,6	5,88±0,34	6,00±0,10	453,54±68,14	419,81±75,90	414,98±217,03
30-50	7,37±0,94	6,19±0,03	6,56±0,21	358,69±65,36	361,93±62,21	309,10±9,57
	Zn, мг/кг			Ni, мг/кг		
	Сп-р	Транзитная	Зеленая	Сп-р.	Транзитная	Зеленая
0-10	56,33±9,07	65,12±7,74	57,11±5,85	20,32±2,78	22,80±1,26	22,87±0,78
10-30	45,22±3,44	46,36±1,43	47,40±9,57	23,13±4,01	23,16±1,66	22,70±1,71
30-50	45,16±3,68	45,61±2,21	42,66±0,47	27,38±5,30	26,55±2,06	25,74±0,56
	Cu, мг/кг			Pb, мг/кг		
	Сп-р.	Транзитная	Зеленая	Сп-р.	Транзитная	Зеленая
0-10	9,56±1,34	9,82±1,07	9,48±1,08	17,02±3,77	18,16±1,90	19,52±4,23
10-30	9,92±1,53	9,14±0,75	9,68±0,28	14,91±1,52	15,24±1,72	15,19±1,73
30-50	10,83±2,17	9,86±0,67	9,99±0,34	13,81±0,82	13,76±1,08	14,99±2,77

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) Ульяновского лесопарка.

Преобладающим гранулометрическим составом в верхнем слое парка является легкий суглинок (в 8 точках из 10). В двух остальных тяжелый и средний суглинок. Плотность поверхностного горизонта варьируется от 0,75 до 1,27 г/см³. Наименьший показатель в точке 4 (зеленая зона), наибольший в точке 3 (транзитная зона). Почвы в парке кислые, показатель рН варьировался от 4,3 до 5,8. Так как, в спортивно-развлекательной зоне была отобрана только одна точка, то там показатель рН равен 5,1, что больше, чем средний показатель для транзитной зоны $5,0 \pm 0,5$, но меньше показателя в зеленой зоне $5,3 \pm 0,5$. В транзитной зоне разница между значениями в разных точках была значительная от 1,5 до 9,6 %. Среднее значение равно $5,4 \pm 3,8$ %. Вариабельность в зеленой зоне также была значительной от 2,2 до 9 %. средний показатель равен $5,5 \pm 2,7$ % (Рисунок 71).

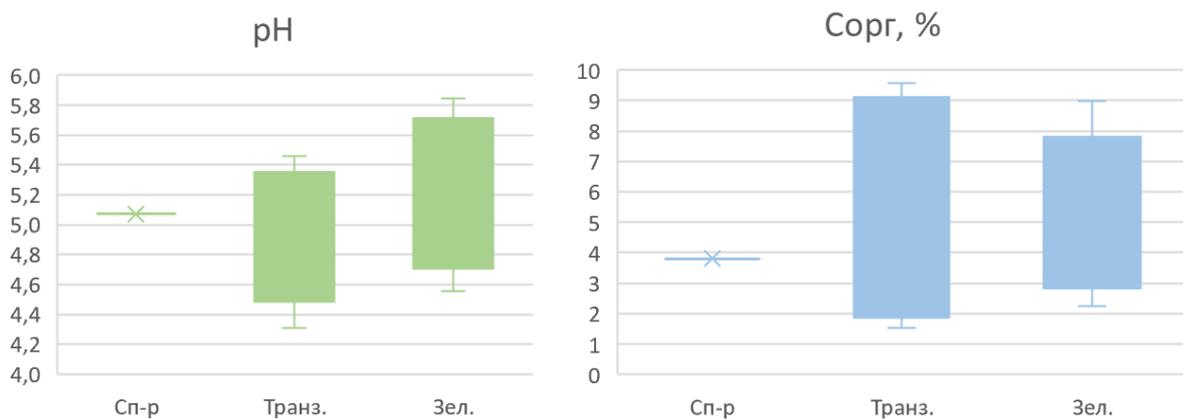


Рисунок 71 - Показатели рН_{Н2О} и С_{орг} в 3 функциональных зонах на глубине 0–10 см в Ульяновском лесопарке (Разработан автором)

Самый высокий показатель К был в спортивно-развлекательной зоне 147,4 мг/кг, а Р в транзитной – $3,4 \pm 19,5$ мг/кг. А самые маленькие значения были, наоборот, для К в транзитной зоне $110,5 \pm 12,8$ мг/кг, а для Р в спортивно-развлекательной 14,5 мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. В Ульяновском лесопарке содержание тяжелых металлов выше ОДК, так же, как и в парке

Рассказовка были у As (7 из 10 точек), самые высокие показатели были зафиксированы в зеленой зоне только в одной точке зеленой зоне $7,17 \pm 1,36$ мг/кг, что связано в первую очередь с их расположением вблизи с дорогой и жилыми кварталами. Самый низкий показатель в спортивно-развлекательной $6,16$ мг/кг. Также было отмечено превышение ОДК у Cu на $12,5$ мг/кг в одной из точек зеленой зоны и был равен $144,5$ мг/кг, гранулометрический состав - легкий суглинок. Этот показатель значительно отличается от остальных показателей Cu в парке, среднее значение которого равно $26,02 \pm 41,79$ мг/кг.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Кислотность почвы снижалась с глубиной, что, по-видимому, связано с тем, что функциональное использование, в первую очередь воздействует на поверхностные горизонты. В спортивно-развлекательной зоне и транзитной значения pH увеличивались от слоя 0–10 к слою 30–50 см. от $5,1$ до $5,5$ и от $5 \pm 0,5$ до $5,2 \pm 0,3$ соответственно. В зеленой зоне ситуация была противоположная. В слое 0–10 см значения были равны $5,3 \pm 0,5$, в слое 10–30 $pH = 5,2 \pm 0,4$ и в слое 30–50 см $pH = 5,1 \pm 0,3$.

Показатель K варьировался от $48,6$ мг/кг (в точке №3 транзитной зоны на глубине 30–50 см) до 184 мг/кг (в точке № 6 зеленой зоны на глубине 0–10 см.). В профиле содержание K максимальные показатели были в верхнем слое, так же, как и в парке Рассказовка, а минимальное в слое 10–30 во всех функциональных зонах и незначительным увеличением в слое 30–50 см (Рисунок 72). Наименьшее значение P в транзитной и зеленой зонах парка приходится на слой 10–30 см и равен $23,6 \pm 13,9$ мг/кг и $16,7 \pm 20,7$ мг/кг, соответственно, а в спортивно-развлекательной значения в слое 0–10 и 10–30 были равны $14,5$ мг/кг. (Рисунок 72).

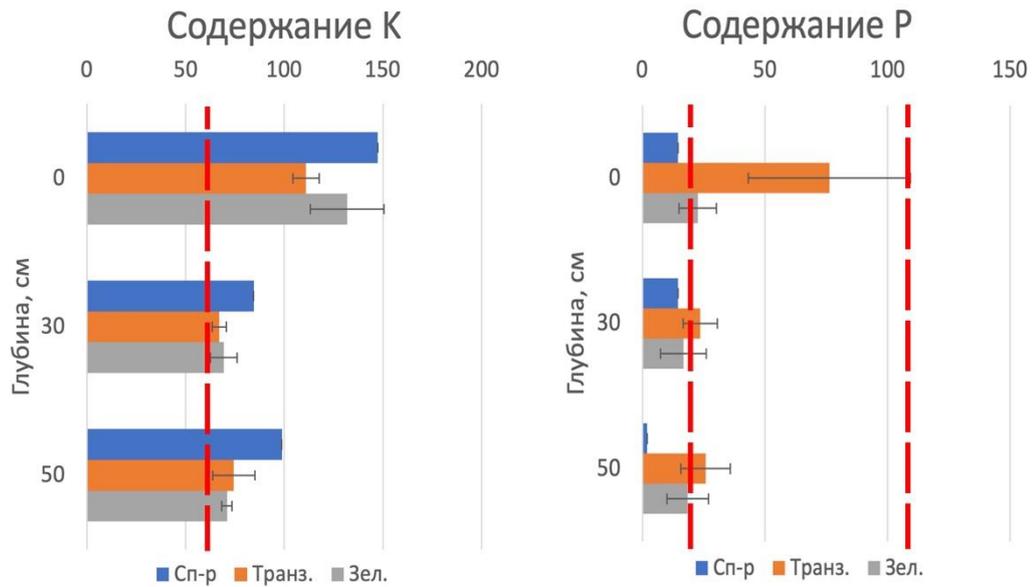


Рисунок 72 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 3 функциональных зонах в Ульяновском лесопарке (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. Концентрация As и Ni в спортивно-развлекательной зоне увеличивается с глубиной, т. е. в слое 0–10 наименьшие значения, а в слое 30–50 см наибольшее. В транзитной и зеленой зоне содержание Ni было минимальным в слое 10–30 см (Таблица 14).

Таблица 14 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для трех функциональных зон Ульяновского лесопарка в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг			Mn, мг/кг		
	Сп-р.	Транзитная	Зеленая	Сп-р.	Транзитная	Зеленая
0-10	6,16	7,08±0,67	7,17±1,36	889,5	497,66±204,43	524,25±170,57
10-30	6,05	6,33±0,49	6,3±0,073	657,83	349,43±143,06	475,44±147,80
30-50	8,22	6,83±0,33	6,29±0,66	345,34	297,93±38,96	352,31±128,38
	Zn, мг/кг			Ni, мг/кг		
	Сп-р.	Транзитная	Зеленая	Сп-р.	Транзитная	Зеленая
0-10	79,59	54,78±6,78	63,51±21,28	24,24	22,31±5,20	26,78±10,97

10-30	46,05	40,09±5,85	46,44±16,95	25,63	20,83±3,91	21,08±0,77
30-50	50,72	39,82±3,61	39,73±3,80	31,13	25,61±4,78	23,13±2,21
	Сu, мг/кг			Pb, мг/кг		
	<i>Сп-р.</i>	<i>Транзитная</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Сп-р.</i>	<i>Транзитная</i>	<i>Зеленая</i>
0-10	11,93	13,84±6,04	38,59±59,22	17,66	26,71±8,08	31,23±14,46
10-30	10,28	13,32±5,67	19,80±23,89	13,40	18,57±4,45	16,01±4,40
30-50	10,86	10,79±1,46	10,05±1,74	13,68	12,60±1,94	12,80±1,31

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) парка 3-го микрорайона Московского. Преобладающим гранулометрическим составом в верхнем слое почвы в парке является легкий суглинок, в одной точке из 9 он представлен средним суглинком (точка №3 в транзитной зоне). Плотность поверхностного горизонта варьируется от 0,63 до 1,01 г/см³. Наименьший показатель в точке № 6 (зеленая зона), одинаково высокие показатели в точках №2, № 8 (зеленая зона) и №3 (транзитная зона). Кислотность почв варьировалась от 5,4 до 7,6. Для спортивно-развлекательной зоны средний показатель равен 6,2±0,4, для транзитной 7,5±0,7, в зеленой зоне 5,8±0,6, а в зоне барбекю, где была отобрана одна точка, рН равен 6,6. Среднее содержание С_{орг} 6,2±3,6 %. Наибольшая вариабельность отмечалась в спортивно-развлекательной зоне, где среднее значение было 10,2±3,3 %. Самый низкий показатель был в зоне барбекю – 3,5% (Рисунок 73).

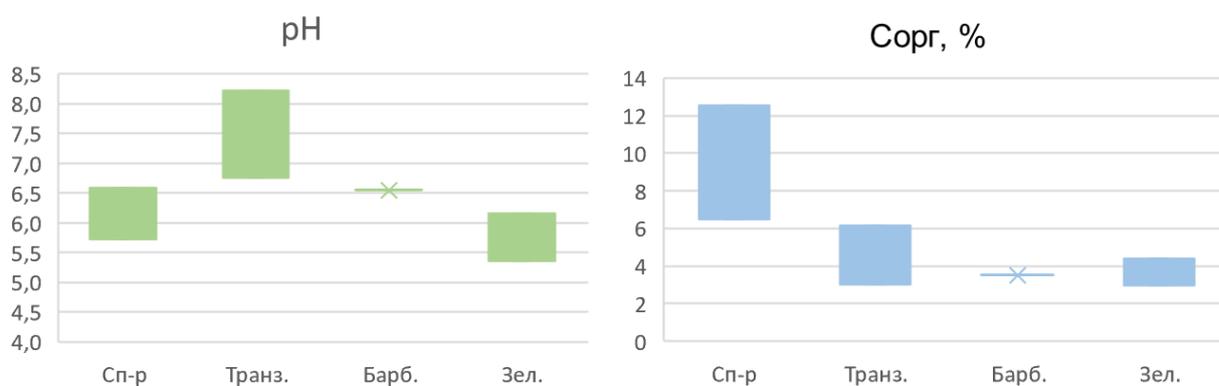


Рисунок 73 - Показатели рН_{Н2О} и С_{орг} в 3 зонах на глубине 0–10 см в парке 3-го микрорайона Московского (Разработан автором)

Максимальное содержание К в парке 3-го микрорайона Московского было в зеленой зоне – $269,1 \pm 168,4$ мг/кг, а минимальное в транзитной $72,8 \pm 17,8$ мг/кг. Наибольшее значение Р было в транзитной зоне $130,1 \pm 9$ мг/кг, а минимальное в транзитной – $10,8 \pm 3,4$ мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. В двух точках парка в спортивно-развлекательной зоне отмечено превышение ОДК As на 0,96 и 5,75 мг/кг. За счет чего средний показатель в этой зоне также превышает ОДК $11,26 \pm 4,35$ мг/кг. Для остальных элементов показатели находятся в пределах нормы. Большое отличие содержания Mn наблюдается в разных функциональных зонах. Так, для зоны барбекю концентрация вещества наибольшая во всем парке $1078,67$ мг/кг, а для транзитной зоны этот показатель в 2,3 раза меньше $464,00 \pm 106,45$ мг/кг.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Кислотность в значении рН в парке варьировалась от 5,4 (в слое 30–50 см в точке №3 зоны барбекю) до 7,6 (в слое 0–10 точки №1 транзитной зоны). Общая тенденция в парке показывает на уменьшение рН с увеличением глубины. При этом самые сильные изменения наблюдаются в транзитной зоне, в ней значение в слое 0–10 равны $7,5 \pm 0,7$ (слабощелочные), а в слое 30–50 см $pH = 5,8 \pm 0,2$ (слабокислые), в зоне барбекю разница между нижним и поверхностным горизонтом равна 1,2, в спортивно-развлекательной зоне 0,2, а в зеленой зоне 0,1.

Показатель К варьировался $52,2$ мг/кг (в точке №4, на глубине 10–30 см зеленой зоны) до $388,2$ мг/кг (в точке №4, на глубине 0–10 см зеленой зоны). В спортивно-развлекательной, зеленой и барбекю зонах максимальные значения К были в верхнем слое 0–10 см, которые были описаны ранее и с глубиной эти показатели уменьшались. В транзитной зоне ситуация была противоположной, количество К увеличивалось от верхнего горизонта к нижнему (Рисунок 73), при этом распределение Р в этой зоне было противоположным, и оно уменьшалось от верхнего слоя к нижнему от $130,1 \pm 9$ мг/кг до $74,2 \pm 34,6$ мг/кг. Также максимальные значения Р в нижнем слое были в спортивно-развлекательной зоне

71,4 ± 70,3 мг/кг, при наибольшем коэффициенте пространственной вариации и зоне барбекю от 61,8 до 38 мг/кг (Рисунок 74).

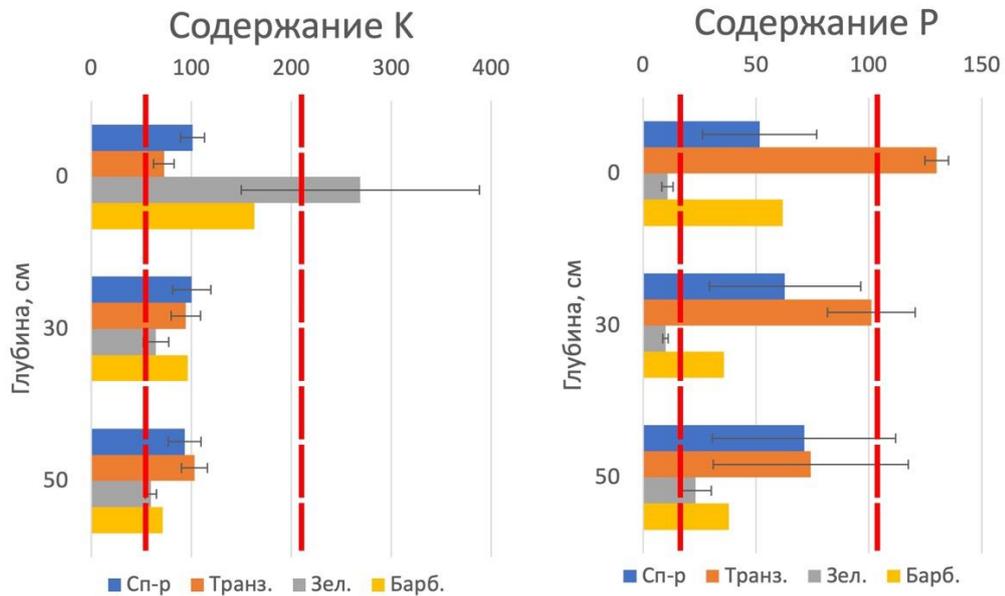


Рисунок 74 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 4 функциональных зонах парка 3-го микрорайона Московского (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. В отличие от ранее описанных парков, в парке 3-го микрорайона Московского распределение одного ТМ в разных функциональных зонах отличалось. Рассмотрим данную ситуацию на примере As. В спортивно-развлекательной зоне наибольшие значения наблюдались в поверхностном слое 0–10 см $11,26 \pm 4,35$ мг/кг, а наименьшее в слое 30–50 см $6,01 \pm 0,66$ мг/кг, однако в остальных зонах ситуация противоположная. У Ni минимальные концентрации в трех зонах (транзитная, зеленая и барбекю) наблюдались в слое 10–30 при этом в зеленой зоне и барбекю его концентрации в нижнем слое были максимальные. Похожая ситуация была выявлена для Zn в спортивно-развлекательной и зеленой зоне, а также для Cu в зеленой зоне и зоне барбекю. (Таблица 15).

Таблица 15. Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для четырех функциональных зон парка 3-го Микрорайона Московского в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг				Mn, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Барб.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Барб.
0-10	11,26±4,35	6,09±1,08	6,28±0,48	6,62	351,83±82,35	317,81±72,92	552,85±14,05	738,81
10-30	7,63±1,95	7,04±1,35	6,9±1,28	5,82	448,60±47,24	427,98±136,59	426,33±78,86	607,45
30-50	6,01±0,66	7,40±1,71	6,96±0,16	7,99	500,01±33,99	387,5±50,21	340,44±1,77	324,61
	Zn, мг/кг				Ni, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Барб.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Барб.
0-10	48,58±5,15	60,03±23,98	49,61±5,48	67,18	19,28±7,81	8,37±10,24	8,03±0,54	10,55
10-30	46,67±3,00	75,41±46,58	47,90±4,36	51,40	21,68±2,01	4,20±13,33	7,27±1,36	7,70
30-50	50,29±4,90	48,27±2,14	49,43±1,83	49,43	23,78±4,49	5,72±10,82	10,09±0,86	11,62
	Cu, мг/кг				Pb, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Барб.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Барб.
0-10	9,43±1,82	10,24±0,15	8,03±0,54	10,55	11,30±2,46	11,30±4,63	20,80±6,85	19,66
10-30	9,14±1,57	13,33±6,55	7,27±1,36	7,70	20,73±8,39	15,86±7,24	38,46±38,48	14,40
30-50	9,02±2,35	10,82±2,31	10,09±0,86	11,62	38,94±39,35	11,75±1,24	19,09±7,25	11,97

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) парка Троицкая роща.

Преобладающим гранулометрическим составом в парке Троицкая роща является супесь, на нее приходится 60% отобранных образцов с поверхностного слоя 0–10 см, 30% это легкий суглинок и 10% - средний суглинок. Плотность поверхностного горизонта варьировалась от 0,7 до 1,4 г/см³. Наименьший показатель в точке № 4 (зеленая зона), а наибольший в точке № 7 (транзитная зона). Кислотность почв варьировалась от 5,5 до 7. Для транзитной зоны средний показатель кислотности равен $6,5 \pm 0,5$, а в зеленой зоне $6,1 \pm 0,6$. Содержание $C_{орг}$ варьируются от 4,2 до 8,3 %. наименьший показатель был в точке №7 (зеленая зона), а наибольший в точке №2 (транзитная зона) (Рисунок 75).

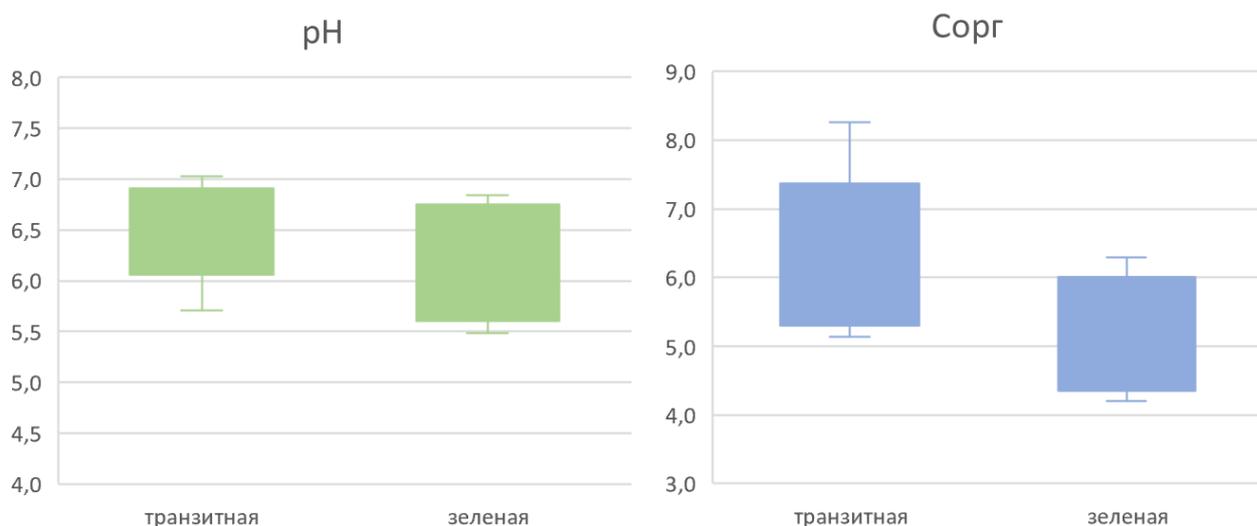


Рисунок 75 - Показатели pH_{H_2O} и $C_{орг}$ в 3 зонах на глубине 0–10 см в парке Троицкая роща (Разработан автором)

Для транзитной зоны показатель К и Р равен $402,1 \pm 130,2$ мг/кг и $210,7 \pm 140,5$ мг/кг, а для зеленой зоны $193,5 \pm 51,9$ мг/кг и $142,9 \pm 116,5$ мг/кг соответственно.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. В парке наблюдается превышение ОДК по трем элементам Ni, Zn, As, при этом значения выше нормы в одних и тех же точках. (точки №1 и №3 транзитной зоны и точки №2, №4, №8, №9 зеленой зоны). Средний показатель для Ni, Zn, As в транзитной зоне $24,49 \pm 1,85$ мг/кг, $82,89 \pm 12,61$ мг/кг, $6,12 \pm 0,55$ мг/кг, а для зеленой территории эти показатели равны $25,48 \pm 2,36$ мг/кг, $68,63 \pm 7,21$ мг/кг, $6,10 \pm 0,56$ мг/кг соответственно.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Значения pH в парке варьировались от 4,6 (точка №4 зеленой зоне на глубине 30–50 см) до 7 (точка №7 транзитной зоны на глубине 0–10 см). Значения кислотности почвы уменьшаются с глубиной. В транзитной зоне почвы ближе к нейтральным, pH в слое 0–10 был равен $6,5 \pm 0,5$, а в слое 30–50 см $6 \pm 0,7$. В зеленой зоне почвы слабокислые показатели были чуть ниже $6,1 \pm 0,6$ и $5,5 \pm 0,8$ соответственно.

Показатель К варьировался от 62,7 мг/кг (в точке №10 зеленой зоны на глубине 30–50 см) до 396,2 мг/кг (в точке №5 транзитной зоны на глубине 0–10 см.). В профиле максимальные показатели содержание К были в верхнем слое, а

минимальное в слое 30–50). Показатель Р варьировался от 17,9 мг/кг (точка № 2 зеленой зоны на глубине 30–50 см) до 372,8 мг/кг (точка №7 транзитной зоны на глубине 0–10 см). Распределение Р в транзитной и зеленой зонах в профиле происходит от наибольших значений в верхнем слое 0–10 см до самых низких значений в нижнем слое 30–50 см (Рисунок 76). По полученным данным можно говорить о высокой обеспеченности почв парка данными элементами.

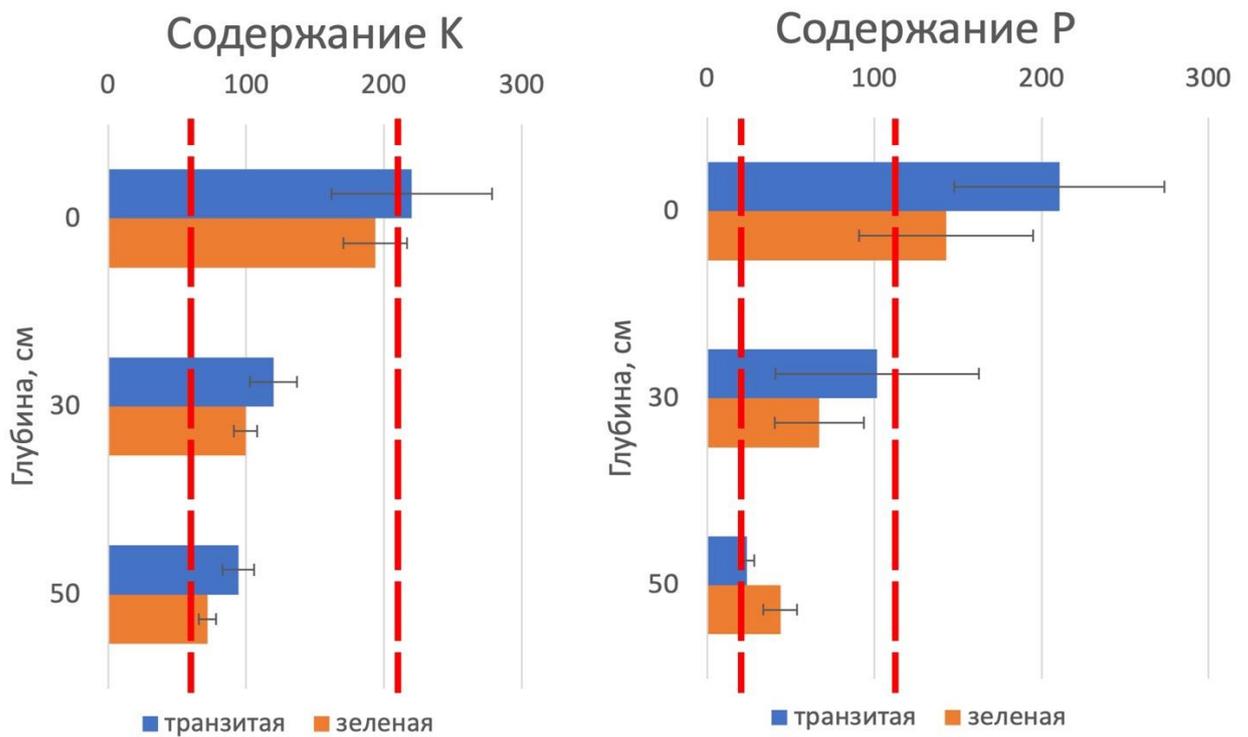


Рисунок 76 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 2 функциональных зонах в парке Троицкая роща (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. Содержание As на всю глубину распределялось равномерно с небольшим увеличением значений на глубине 30–50 см. Показатели Mn были максимальны в поверхностном горизонте и уменьшались с глубиной, так же как и Cu. Средние показатели Zn на глубине 10–30 и 30-50 см изменялись не значительно, но были меньше почти в 1,5 раза в транзитной зоне и на 10 мг/кг в зеленой зоне. Показатели Ni на всей глубине

были близки по значениям, так же, как и у Cu в транзитной зоне, а зеленой зоне у Cu наблюдается увеличение показателя с глубиной (Таблица 16).

Таблица 16 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для двух функциональных зон парка Троицкая Роща в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг		Mn, мг/кг		Zn, мг/кг	
	Транзитная	Зеленая	Транзитная	Зеленая	Транзитная	Зеленая
0-10	6,12±0,55	6,10±0,56	599,70±185,19	587,24±130,32	82,89±12,61	68,63±7,21
10-30	5,97±0,66	6,51±0,87	379,07±57,64	394,94±82,14	57,97±10,37	58,7±9,09
30-50	6,76±0,45	6,56±0,73	337,71±37,69	350,79±79,84	59,72±6,36	58,53±9,71
	Ni, мг/кг		Cu, мг/кг		Pb, мг/кг	
	Транзитная	Зеленая	Транзитная	Зеленая	Транзитная	Зеленая
0-10	24,49±1,85	25,48±2,36	11,08±1,57	9,84±1,54	18,70±3,68	21,25±2,64
10-30	24,08±2,78	25,46±4,46	10,19±1,83	10,60±2,12	13,42±1,49	17,03±1,36
30-50	25,78±3,05	26,84±3,85	11,27±2,15	11,33±1,79	12,94±2,04	15,60±1,82

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) сквера г. Троицк. В 8 из 10 точек в сквере г. Троицка почвы представлены легким суглинком, в двух других точках – супесь. Плотность поверхностного слоя варьируется от 0,8 до 1,3 г/см³. Минимальное значение в точке №3 (транзитная зона), максимальное в точке №4 (зеленая зона). Кислотность почв варьировалась от 5,8 до 7,9. В спортивно-развлекательной зоне среднее значение pH было $6,1 \pm 0,4$, в транзитной зоне $6,7 \pm 0,4$, и в зеленой зоне самый высокий показатель $7,4 \pm 0,7$. Среднее содержание $C_{орг}$

в спортивно-развлекательной зоне $4,6 \pm 0,3$ %, в транзитной зоне $6,0 \pm 1,9$ %, в зеленой зоне $5,0 \pm 1,1$ % (Рисунок 77).

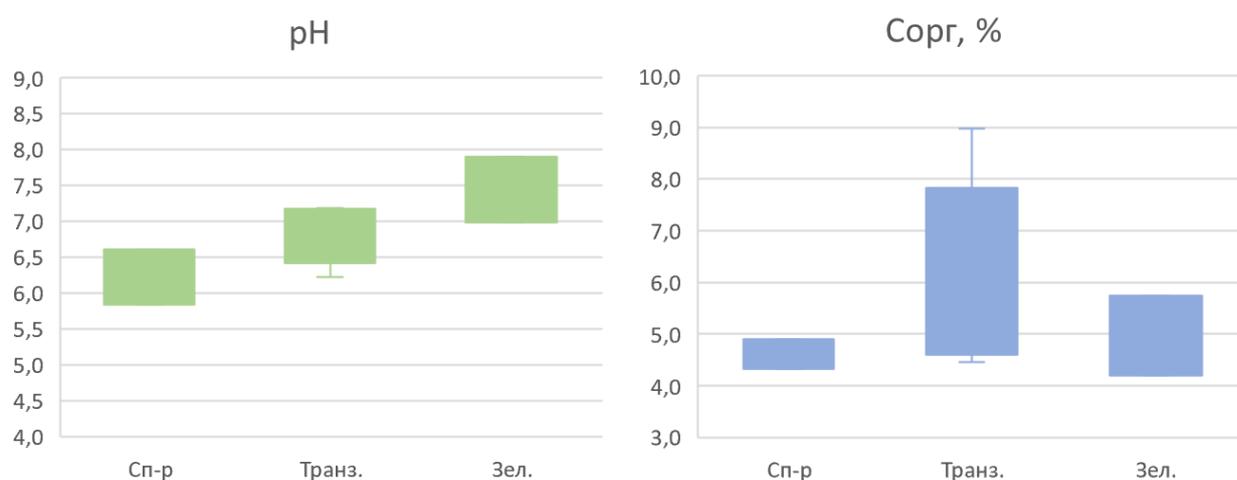


Рисунок 77 - Показатели pH_{H_2O} и $C_{орг}$ в 3 зонах на глубине 0–10 см в Сквере г. Троицка (Разработан автором)

Показатели К и Р для спортивной развлекательной зоны были равны $155,4 \pm 71,3$ мг/кг и $51,7 \pm 14,5$ мг/кг, для транзитной $161,1 \pm 75,8$ мг/кг и $183,8 \pm 124$ мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. Превышение ОДК было отмечено в 2 точках парка (точка №3 – спортивно-развлекательная зона и точка №2 -зеленая зона) по трем элементам Ni, Zn, As. Для Ni показатели в точке №1 и №2 были равны 29,17 мг/кг и 25,89 мг/кг соответственно. Для Zn значения были 92,76 и 109,04 мг/кг, а для As 6,15 и 7,09 мг/кг.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Значения pH парка варьировалось от слабокислых ($pH= 5,2$ в точке №6 спортивно-развлекательной зоны на глубине 30–50 см) до сильнощелочных ($pH= 8,7$ в точке №4 зеленой зоны на глубине 0–10 см). Так же, как и в предыдущем парке во всех функциональных зонах значения кислотности уменьшаются с глубиной. При этом показатели в верхнем и нижнем горизонте сильно отличаются. Так, в спортивно-развлекательной зоне разница между верхним и нижним слоем составляет 1,8, в транзитной зоне 1,1, а в зеленой зоне 2.

Показатели К варьировались от 42,3 мг/кг (точка №5 спортивно-развлекательная зона на глубине 30–50 см) до 161,3 мг/кг (точка №10 транзитная зона на глубине 0–10 см). Распределения по профилю во всех функциональных зонах было от наибольших значений в верхнем горизонте до наименьших в нижнем. Так, в спортивно-развлекательной зоне К был равен $155,4 \pm 71,2$ мг/кг в слое 0–10 и $63,8 \pm 18,6$ в слое 30–50, для транзитной зоны эти значения были равны $161,1 \pm 75,8$ мг/кг и $79 \pm 75,8$ мг/кг соответственно. В зеленой зоне на глубине 0–10 см $K = 166,2 \pm 129,2$, а в слое 30–50 см $95,8 \pm 30,6$. Показатели Р варьировался от 15,2 в точке №8 транзитной зоны на глубине 30–50 см до 381,3 в точке №3 транзитной зоны на глубине 0-10 см. Разница между значениями в верхнем и нижнем слое спортивно-развлекательной зоны была наибольшая почти 2,5 раза, в транзитной зоне в 2 раза, а в зеленой зоне 1,7 раз. Таким образом, можно говорить о высокой обеспеченности почв фосфором и калием, но только в поверхностном слое почв (Рисунок 78).

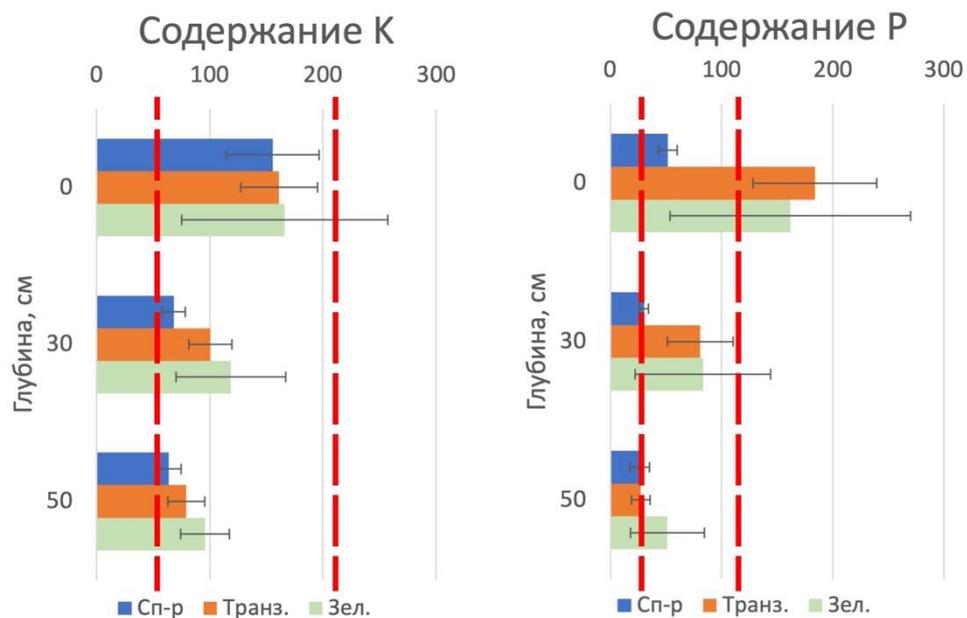


Рисунок 78 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 3 функциональных зонах сквера г. Троицк (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. Во всех функциональных зонах парка содержание As было максимальным в верхнем слое, а минимальным в слое 30–50 см, так же как и у Cu в спортивно-развлекательной и зеленой зонах, а также у Ni в транзитной зоне, хотя в последнем случае показатели во всех трех слоях отличались незначительно. У Mn так же, как и во всех ранее рассмотренных парках концентрация вещества уменьшается с глубиной, такая же ситуация для всех зон у Zn и Pb (Таблица 17).

Таблица 17 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для трех функциональных зон сквера г. Троицк слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг			Mn, мг/кг		
	Сп-р.	Транзитная	Зеленая	Сп-р.	Транзитная	Зеленая
0-10	6,54±0,86	5,75±0,31	7,66±0,80	607,38±73,34	835,21±133,66	806,94±195,47
10-30	5,97±1,17	5,13±0,82	6,29±0,17	407,85±58,28	582,24±164,68	591,66±66,72
30-50	6,27±1,30	5,39±0,92	7,02±0,57	284,47±53,74	516,87±119,13	512,80±30,00
	Zn, мг/кг			Ni, мг/кг		
	Сп-р.	Транзитная	Зеленая	Сп-р.	Транзитная	Зеленая
0-10	72,70±18,03	76,49±25,31	92,51±23,39	22,96±3,67	22,79±3,02	25,48±0,58
10-30	44,91±0,99	50,91±13,86	54,83±0,64	22,19±0,60	22,45±0,82	25,02±1,33
30-50	39,67±5,88	43,94±7,30	52,15±0,17	23,14±2,51	22,87±1,10	30,24±1,47
	Cu, мг/кг			Pb, мг/кг		
	Сп-р.	Транзитная	Зеленая	Сп-р.	Транзитная	Зеленая
0-10	10,04±1,02	11,09±2,54	12,67±2,62	36,28±27,03	19,41±2,18	22,19±8,82
10-30	8,04±1,08	9,06±1,22	9,78±1,44	37,33±43,14	14,79±1,29	18,67±1,75
30-50	9,35±1,98	8,65±0,69	10,60±0,94	18,56±10,48	13,68±0,97	16,26±0,43

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) парка усадьбы Троицкое. В парке усадьбы Троицкое преобладающим гранулометрическим составом является легкий суглинок, также встречаются песчаные и супесчаные почвы и в двух точках средний суглинок. Плотность поверхностного горизонта варьируется от 1,1 до 1,5 г/см³. Самый высокий показатель в точке №6 (зеленая зона), самый низкий

показатель в точках № 2 (спортивно-развлекательная) и №3 (транзитная). Кислотность почв варьировалась от 6,6 до 8,7. Для спортивно-развлекательной зоны среднее значение рН равно $6,8 \pm 0,2$, для транзитной зоны этот показатель равен $7,7 \pm 0,9$, а для зеленой $7,2 \pm 0,3$. Средней показатель $C_{орг}$ в спортивно-развлекательной, транзитной и зеленой зонах равно $4,1 \pm 1,8\%$, $2,2 \pm 0,6\%$ $3,53 \pm 2,1\%$ соответственно (Рисунок 79).

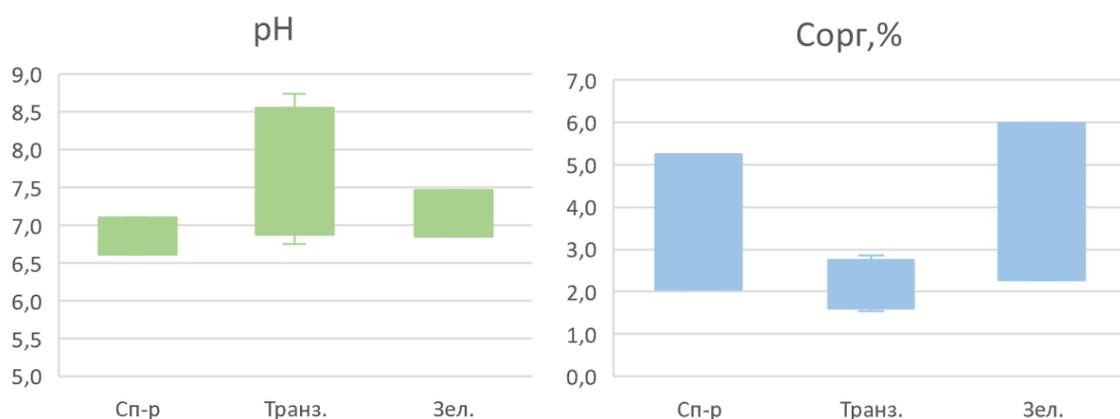


Рисунок 79 - Показатели pH_{H_2O} и $C_{орг}$ в 3 зонах на глубине 0–10 см в парке усадьбы Троицкое (Разработан автором)

Самое высокое содержание К в спортивно-развлекательной зоне $223,3 \pm 176,3$ мг/кг, но при этом в ней же самый низкий показатель Р $78,3 \pm 27,7$ мг/кг. Меньше всего К содержалось в транзитной зоне $132,4 \pm 14,8$ мг/кг при содержании Р на уровне $134,5 \pm 97,5$ мг/кг, что являлось наибольшим значением в парке.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. Превышение ОДК в парке усадьбы г. Троицка было для трех элементов в спортивно-развлекательной зоне Ni, Zn и As, и трех элементов в зеленой зоне Zn, As, Cu. В первом случае Ni = 38,69 мг/кг, Zn = 65,63 мг/кг, As = 8,98 мг/кг. Для зеленой зоны эти показатели были Zn = 105,87 мг/кг, As = 9,84 мг/кг, а Cu = 45,33 мг/кг.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Кислотность почвы в парке варьировалась от слабокислых (рН=5,7 в точке №5 на глубине 30–50 в спортивно-развлекательной зоне) до сильнощелочных (рН=9,5 в точке №4

транзитной зоне на глубине 10–30 и 30–50 см).. В спортивно-развлекательной и зеленой зонах значения рН изменялось от больше к меньшему от верхнего горизонта к нижнему. В транзитной зоне наименьшее значение было в слое 0–10 см $6,7 \pm 0,6$, а наибольшее в слое 10–30 см $7,5 \pm 1,5$. В зеленой зоне ситуация была похожая, наименьшее значения было в поверхностном слое $6,2 \pm 0,4$, но наибольшее значение в слое 30–50 см $7,6 \pm 0,9$.

Содержание К варьировалось от 44,9 мг/кг в точке №9 транзитной зоны в слое 30–50 до 426,9 мг/кг в точке №5 спортивно-развлекательно зоны. В спортивно-развлекательной и транзитных зонах концентрация К уменьшалось с глубиной, в то время как в зеленой зоне концентрация вещества была максимальной в слое 30–50 см, что может объясняться более регулярным уходом и удобрением первых двух зон. Содержание Р варьировалось от 4,5 мг/кг в точке № 4 транзитной зоны на глубине 10–30 и 30–50 см до 264,6 мг/кг в точке № 3 транзитной зоны на глубине 0–10 см. В спортивно-развлекательной и зеленых зонах наименьшие значения были в верхнем слое 0–10 см, $78,3 \pm 27,7$ мг/кг и $124,1 \pm 52,8$ мг/кг, а наибольшие на глубине 10–30 см $174,27 \pm 171,9$ мг/кг и $149,1 \pm 45,9$ мг/кг соответственно. В транзитной зоне распределение Р было от большего к меньшему с увеличением глубины залегания (Рисунок 80). Таким образом, можно говорить о высокой обеспеченности почв фосфором и калием.

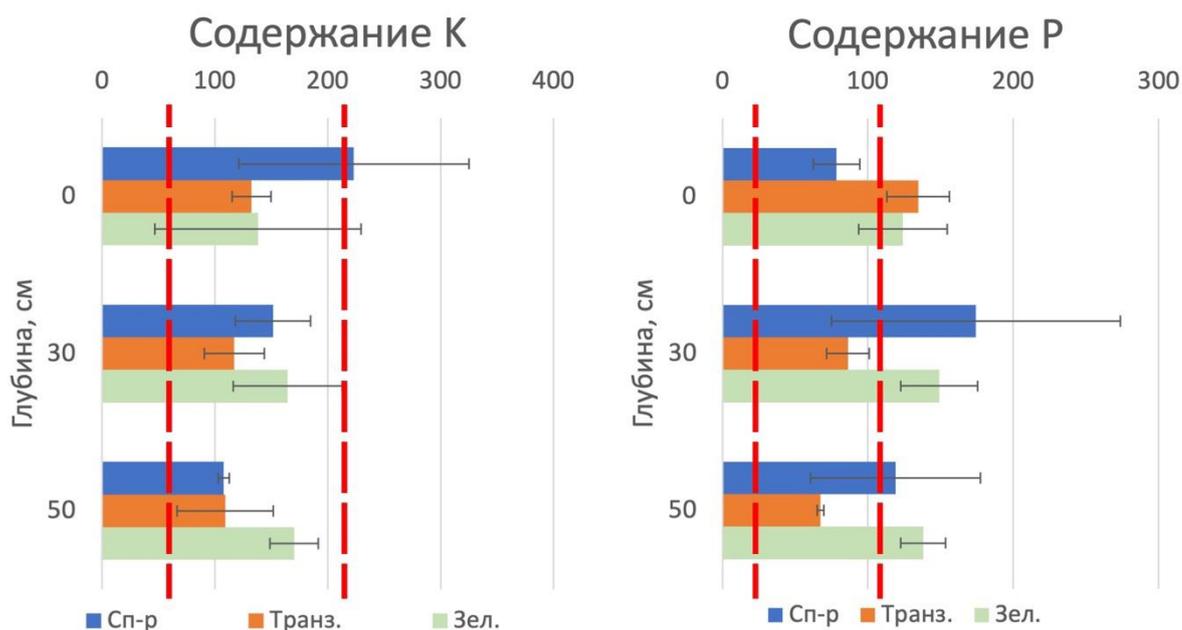


Рисунок 80 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 3 функциональных зонах парка усадьбы Троицкое (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. Средние значения содержания As почве превышает ОДК во всех функциональных зонах на глубине 10–30 и 30–50 см. При рассмотрении отдельных точек в парке, то такая ситуация выявлена во всех точках. Верхние слои находятся в пределах ОДК, в то время как в нижних слоях превышение ОДК происходит в 1,5–4 раза. Также важно отметить, что для Mn, Ni, Cu ситуация схожая, однако отсутствует превышение ОДК в нижних слоях несмотря на увеличения показателей. Это может быть связано с гранулометрическим составом почвы, который более легкий в верхних слоях из-за чего происходит вымывание и оседание веществ в нижних слоях (Таблица 18).

Таблица 18 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для трех функциональных зон в парке усадьбы Троицкое слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой,	As, мг/кг			Mn, мг/кг		
	Сп-р.	Транзитная	Зеленая	Сп-р.	Транзитная	Зеленая

0-10	7,46±1,08	5,88±0,47	7,69±0,73	491,10±98,25	393,18±52,12	421,00±71,34
10-30	43,21±28,64	23,18±4,59	15,11±8,43	647,53±83,01	530,34±204,24	690,51±26,60
30-50	42,15±36,75	22,05±18,60	17,81±10,0	583,82±100,25	553,88±137,80	669,78±36,40
	Zn, мг/кг			Ni, мг/кг		
	<i>Сп-р.</i>	<i>Транзитная</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Сп-р.</i>	<i>Транзитная</i>	<i>Зеленая</i>
0-10	76,83±23,54	64,66±11,33	76,40±25,2	28,01±6,79	22,60±0,81	25,99±2,95
10-30	42,81±7,71	22,46±16,90	37,78±5,30	33,64±5,63	20,29±7,12	30,11±2,69
30-50	43,51±12,93	25,69±15,78	37,70±3,52	33,84±7,36	21,52±5,53	30,67±3,38
	Cu, мг/кг			Pb, мг/кг		
	<i>Сп-р.</i>	<i>Транзитная</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Сп-р.</i>	<i>Транзитная</i>	<i>Зеленая</i>
0-10	12,90±1,84	10,10±0,54	14,73±5,97	18,61±5,66	16,17±4,89	20,99±6,15
10-30	27,03±3,12	13,82±11,03	21,49±3,24	10,33±1,71	6,97±1,64	8,09±0,41
30-50	25,87±6,86	15,77±10,66	20,80±1,85	9,12±2,61	6,03±0,95	8,26±1,78

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) парка «Южное Бутово».

Гранулометрический состав в парке представлен суглинистыми почвами, преобладает легкий суглинок, но в 2 точка встречается средний суглинок. Плотность поверхностного горизонта варьировалась от 0,7 до 1,1 г/см³. Наименьший показатель в точке №2 (зеленая зона), в точках № 1 (прибрежная), 4, 5 (спортивно-развлекательная), 9, 10 (зеленая зона) значения равны – 1,1 г/см³. Кислотность почвы от 6,3 до 8,5. В спортивно-развлекательной зоне рН = 7,3 ± 1,4, в транзитной зоне рН = 7,9 ± 0,9, в зеленой рН = 7,9 ± 0,4, в прибрежной рН = 7,7. Содержание С_{орг} = 4,2 ± 1,7 %, 2,4 ± 1,2 %, 8,2 ± 5,9 % и 6,7 % в спортивно-развлекательной, транзитной, зеленой и прибрежной зоне соответственно (Рисунок 81).

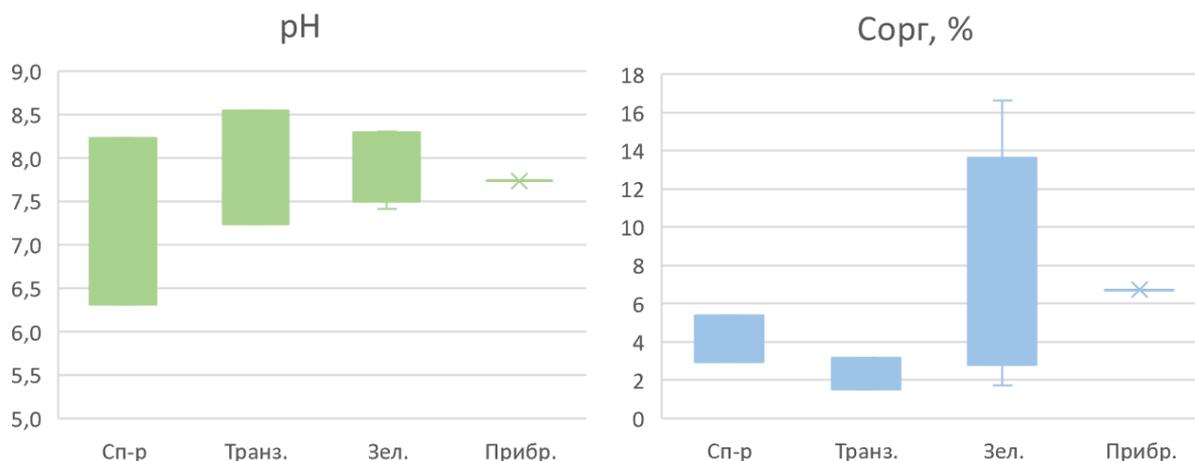


Рисунок 81 - Показатели pH_{H_2O} и $C_{орг}$ в 3 зонах на глубине 0–10 см в парке Южное Бутово (Разработан автором)

Самое высокое содержание К в транзитной зоне $242,3 \pm 26,8$ мг/кг, Р в этой зоне равен $159,8 \pm 82,8$ мг/кг. Меньше всего К содержалось в зеленой зоне $144,1 \pm 95,7$ мг/кг при содержании Р на уровне $91,4 \pm 69$ мг/кг, наименьшее значение Р в парке было в спортивно-развлекательной зоне – $70,9 \pm 39,2$ мг/кг, а максимальное в прибрежной зоне $233,1$ мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. В парке Южное Бутово превышение ОДК было выявлено только для As в двух точках № 3 (транзитная зона) и № 10 (зеленая зона) $11,19$ мг/кг $14,38$ мг/кг соответственно. Однако, можно отметить также и высокое содержание Си в точке №4 (спортивно-развлекательная зона), на фоне остальных точек, однако не превышающее ОДК – $110,09$ мг/кг.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Кислотность почвы в парке варьировалась от слабокислых ($pH=5,6$ в точке №5 на глубине 30–50 в зеленой зоне) до слабощелочных ($pH=8,5$ в точке №8 транзитной зоне на глубине 0–10 см). Значения pH в транзитной зоне почти не отличались независимо от глубины. В слоях 0–10 и 10–30 значения были $7,9$ со стандартным отклонением $0,9$ и $0,8$ соответственно, в слое 30–50 $pH= 7,8 \pm 0,6$. В спортивно-развлекательной и зеленой зонах значения от больше к меньшему от верхнего горизонта к нижнему.

А в прибрежной зоне наименьшее значение в слое 10–30 см $pH=6,9$, наибольшее в слое 0–10 $pH=7,7$, а в слое 30–50 см значение равно 7,3.

Содержание К варьировалось от 73,9 мг/кг в точке №10 зеленой зоны в слое 0–10 до 276,7 мг/кг также в точке №10 зеленой зоны, но в слое 10–30 см, т.е. в данной точке низкие концентрации были в поверхностном слое, а высокие значения в нижних слоях. Такая же ситуация отмечается и для точки №2 зеленой зоны, что может быть связано с реконструкцией парка, которая закончилась незадолго до отбора почвенных образцов. В среднем по всем функциональным зонам парка наблюдается высокие концентрации К при этом, в спортивно-развлекательной зоне максимальные значения приходятся на слой 30–50 см $171,6 \pm 10,6$ мг/кг, а минимальные на слой 10–30 см $144,6 \pm 29,1$ мг/кг. В транзитной зоне значения шли от наибольшего к наименьшему, а в зеленой зоне самый высокий показатель был в слое 10–30 см $178,6 \pm 74,4$ мг/кг. Содержание Р в парке варьировалось от 20,8 мг/кг, в точке №10 зеленой зоны, в слое 10–30 до 233,1 мг/кг в точке №1 прибрежной зоны в слое 0–10 см. Распределение Р от наибольшего к наименьшему значению по глубине было во всех функциональных зонах, кроме спортивно-развлекательной, где минимальный показатель $52,3 \pm 27,2$ мг/кг был в слое 10-30 см. Таким образом, в парке можно отметить высокое и очень высокое показатели обеспеченности почв К и Р во всех функциональных зонах на глубину до 50 см (Рисунок 82).

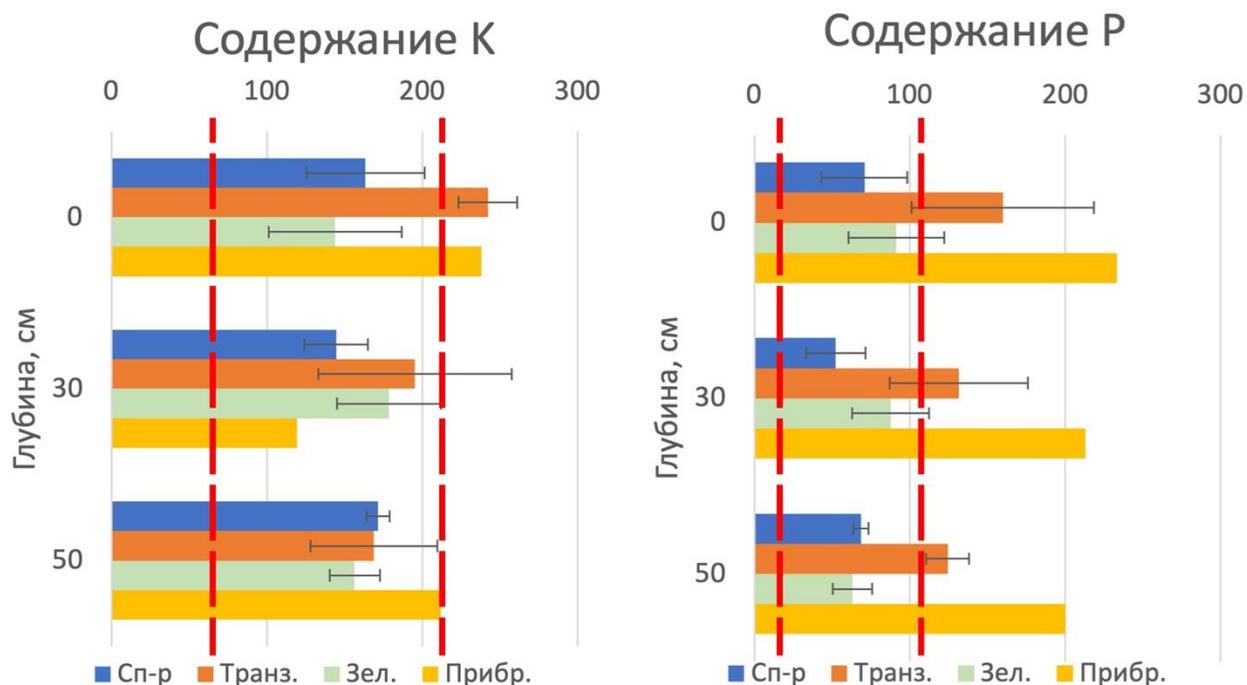


Рисунок 82 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 4 функциональных зонах в парке Южное Бутово (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. В парке Южное Бутово в отличие от ранее изученных парков можно отменить повышенное содержание Mn в нижнем слое во всех функциональных зонах парка, кроме транзитной, где максимальное значение было в слое 10–30 см. Также можно отметить высокое содержание Cu в спортивно-развлекательной зоне и с более чем в 5 раз превышающая значения нижнего горизонта. У Pb наблюдается максимальные значения в верхнем слое при уменьшении в 2 раз к нижнему во всех функциональных зонах парка, в то время как содержание Ni на всей глубине распределяется равномерно (Таблица 19).

Таблица 19. Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для четырех функциональных зон в парке Южное Бутово в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг				Mn, мг/кг			
	Сп-р.	Транз	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	8,79±0,48	9,36±2,8	10,23±2,36	8,22	309,70±16,31	263,01±48,11	311,96±36,43	356,85
10-30	7,33±0,84	8,78±1,47	8,08±1,32	6,95	320,6±51,05	402,85±118,40	367,84±56,39	374,49
30-50	7,17±0,77	7,28±0,02	7,76±0,93	9,13	354,74±47,21	338,41±11,01	404,19±106,82	420,29
	Zn, мг/кг				Ni, мг/кг			
	Сп-р.	Транз	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	84,75±44,22	118,48±19,92	113,64±61,29	88,89	27,00±2,73	31,27±18,12	27,77±9,93	29,48
10-30	66,47±22,27	114,73±22,21	76,91±34,52	53,21	27,27±1,95	33,97±9,23	27,65±3,70	27,05
30-50	52,87±5,75	73,07±6,91	56,32±10,26	51,50	30,92±3,11	28,60±2,72	27,65±2,14	31,68
	Cu, мг/кг				Pb, мг/кг			
	Сп-р.	Транз	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	61,16±69,20	21,71±2,38	22,29±9,62	41,74	23,22±13,90	30,48±5,64	30,31±18,54	24,50
10-30	14,52±4,64	20,76±1,03	16,53±9,40	12,57	17,44±5,72	25,02±4,76	15,78±3,27	16,50
30-50	12,15±1,05	14,08±3,53	12,20±1,68	13,30	13,31±1,98	16,47±3,63	13,24±1,67	13,68

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) парка «Сосны». Преобладающим гранулометрическим составом в парке является супесь, также 4 из 10 точек представлены легким суглинком. Плотность в парке варьировалась от 0,7 до 1,1 г/см³. Кислотность поверхностного горизонта была от 5,6 до 8. Для спортивно-развлекательной зоны средний показатель рН= 7,7 ± 0,3, в транзитной зоне рН= 6,7 ± 0,2, в зеленой зоне рН= 5,8 ± 0,3, в прибрежной зоне рН= 6,5 ± 0,2. Содержание C_{орг} в парке варьировалось от 3,3 до 20 %. В спортивно-

развлекательной, транзитной, зеленой, прибрежных зонах средний показатель был $9,3 \pm 0,5$ %, $13,4 \pm 8,7$ %, $3,8 \pm 0,6$ %, $9,2 \pm 8,1$ % соответственно (Рисунок 83).

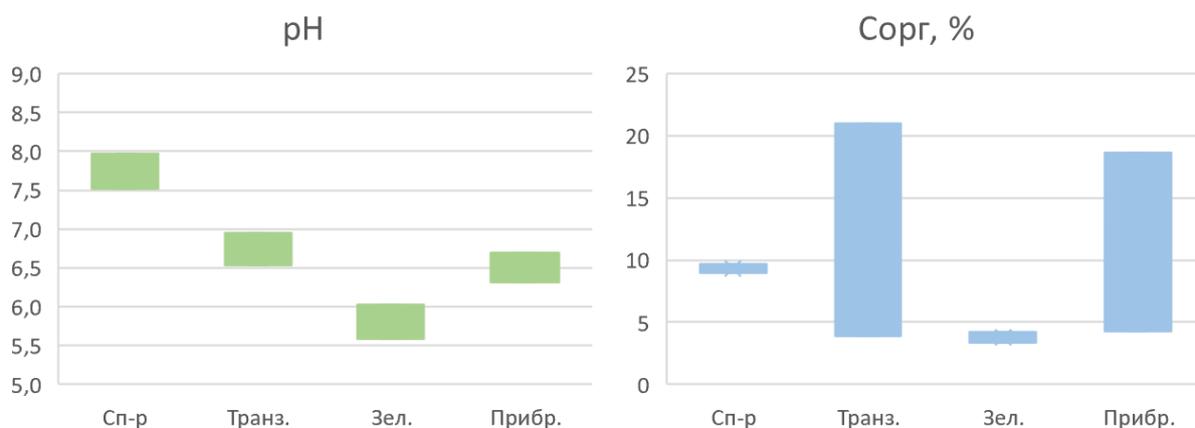


Рисунок 83 - Показатели рН_{Н2О} и С_{орг} в 3 зонах на глубине 0–10 см в парке Сосны (Разработан автором)

Самый высокий показатель К в транзитной зоне $161,6 \pm 108,1$ мг/кг при содержании Р $63,4 \pm 38,8$ мг/кг. Меньше всего К содержалось в зеленой зоне $90,3 \pm 25,5$ мг/кг при содержании Р $86,7 \pm 41,4$ мг/кг. Наибольший показатель Р 162 ± 76 мг/кг было в спортивно-развлекательной зоне при К = $98,3 \pm 25,7$ мг/кг, а меньше всего Р содержалось в транзитной зоне $63,4 \pm 38,8$ мг/кг, при К = $161,6 \pm 108,1$ мг/кг.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. Превышение ОДК в поверхностном слое парка наблюдается по трем тяжелым металлам Ni, Zn, As в четырех точках, две из которых располагаются в транзитной зоне и по одной в спортивно-развлекательной и прибрежной. Также в спортивно-развлекательной зоне в одной точке превышение ОДК есть по двум элементам Zn, As. Средние показатели по этим трем элементам Ni, Zn, As в спортивно-развлекательной зоне равен $22,02 \pm 4,21$ мг/кг, $66,2 \pm 80,91$ мг/кг, $7,80 \pm 1$ мг/кг, в транзитной зоне $20,89 \pm 0,69$ мг/кг, $67,96 \pm 20,37$ мг/кг, $7,93 \pm 3,02$ мг/кг и прибрежной зоне $24,42 \pm 3,86$ мг/кг, $62,53 \pm 4,23$ мг/кг, $35 \pm 3,30$ мг/кг соответственно.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Кислотность почвы варьировалась от 5,2 (точка №2 транзитной зоны на глубине 30–50 см) до 8 (точка

№4 спортивно-развлекательной зоны в слое 0–10 см). Значения рН в прибрежной зоне почти не отличались независимо от глубины. В слоях 10–30 и 30–50 значения были $6,6 \pm 0,4$ и $6,7 \pm 0,5$ соответственно. В спортивно-развлекательной, значения в слое 0–10 и 10–30 см были равны 7,7 со стандартным отклонением 0,3 и 0,7 соответственно, а в слое 30–50 рН= $6,9 \pm 0,4$. В зеленой зоне равные значения были в слоях 10–30 и 30–50 см 5,2 со стандартным отклонением 0,2 и 0,1 соответственно.

Содержание К варьировалось от 40,6 мг/кг в точке №5 зеленой зоны на глубине 30–50 см до 286,1 мг/кг в точке №2 транзитной зоны на глубине 0–10 см. Во всех точках концентрация К уменьшалась с глубиной, максимальные значения были в слое 0–10, а минимальные в слое 30–50 см (рисунок 84). При этом в верхнем слое можно отменить повышенную обеспеченность почв калием, но в зеленой зоне эти показатели были наименьшие, по всей глубине. Содержание Р варьировалось от 22,4 мг/кг (точка №3 транзитной зоны на глубине 0–10 см) до 215,7 (точка №4 спортивно-развлекательной зоны на глубине 0–10 см). В спортивно-развлекательной и зеленой зонах содержание Р уменьшалось с глубиной, в то время как в транзитной зоне было противоположная ситуация. При этом в прибрежной зоне значения были близки по всей глубине и наименьшие по сравнению со средними показателями других функциональных зон. Таким образом, почвы прибрежной зоны в парке являются среднеобеспеченными подвижным фосфором (Рисунок 84).

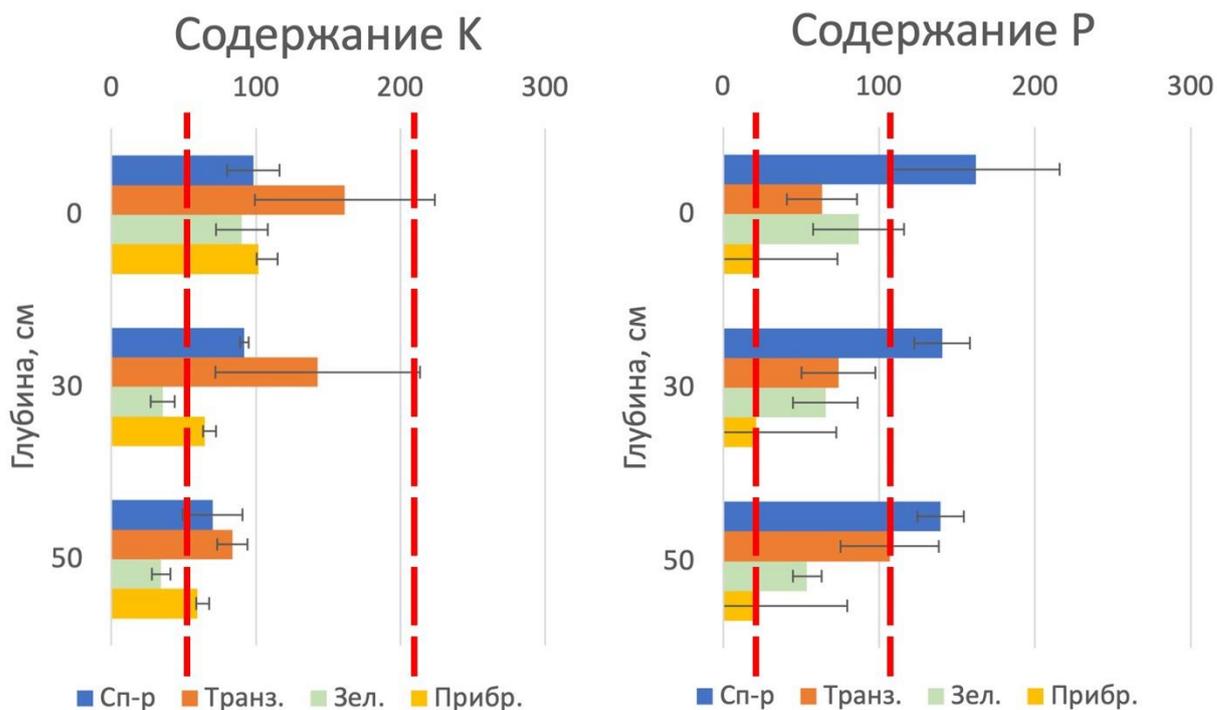


Рисунок 84 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 4 функциональных зонах парка Сосны (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. В отличие от ранее описанных парков в парке Сосны показатели и распределение по профилю содержания одного ТМ сильно различается в зависимости от функциональной зоны, что может объясняться высокой степенью благоустройства и урбанизации территории и разными почвенными конструкциями, что, в частности, можно увидеть у Mn, Cu, Ni (Таблица 20).

Таблица 20 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для четырех функциональных зон в парке Сосны в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг				Mn, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	7,8±1	7,93±3,02	5,92±0,35	7,35±3,30	526,36±139,58	502,41±138,88	732,76±338,54	404,10±84,81
10-30	7,6±0,57	6,84±0,89	5,49±0,34	6,04±0,59	816,86±116,72	432,63±54,53	621,32±264,64	473,73±153,21
30-50	6,16±0	7,1±1,03	6,03±0,45	5,87±0,66	842,39±371,12	445,16±54,00	522,45±130,96	474,34±176,47
	Zn, мг/кг				Ni, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	66,28±0,91	67,96±20,37	63,18±1,28	62,53±4,23	22,02±4,21	20,89±0,69	19,75±0,27	24,42±3,86
10-30	61,59±4,98	71,87±25,81	47,53±5,97	57,69±18,17	22,52±2,28	23,13±0,66	20,13±4,25	20,05±3,83
30-50	55,38±3,29	56,22±6,23	45,52±3,99	60,19±25,20	23,42±2,73	23,76±3,00	19,39±3,66	20,36±4,07
	Cu, мг/кг				Pb, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	9,65±2,89	11,42±1,25	8,24±0,90	11,28±1,13	16,84±5,46	13,57±6,81	14,37±3,00	10,57±2,39
10-30	10,47±1,70	11,50±2,13	7,27±0,31	14,24±2,83	0,63	0,21±0,25	0,84±0,42	0,83±0,69
30-50	11,47±1,08	10,10±1,99	7,49±0,65	14,02±2,88	0,28±0,40	0,55±0,49	0,85±0,40	0,75±0,52

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) парка истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой. В восьми из 10 изученных точек в парке гранулометрическим составом поверхностного слоя является легкий суглинок, остальные две — это песок и супесь. Плотность почвы варьировалась 0,8 до 1,2 г/см³. Кислотность почв поверхностного слоя 0–10 см была от 6,2 до 7,6. Для

спортивно-развлекательной зоны среднее значение $pH = 6,6 \pm 0,3$, в транзитной зоне показатель равен $6,9 \pm 0,4$, в зеленой зоне $pH = 6,2 \pm 0,1$, и в прибрежной $pH = 7,5$. Содержание $C_{орг}$ варьировалось от 2,4 до 13,3 %. Самый высокий показатель в прибрежной части парка 11,8 %, самый низкий показатель в транзитной зоне $C_{орг} = 5,4 \pm 2,9$ % (Рисунок 85).

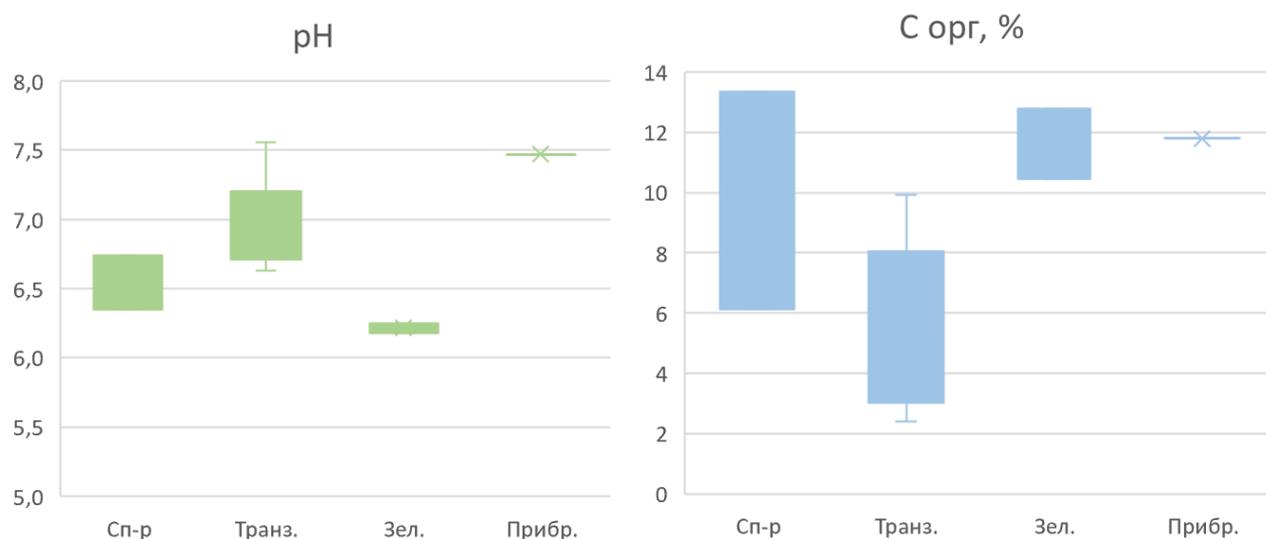


Рисунок 85 - Показатели pH_{H_2O} и $C_{орг}$ в 3 зонах на глубине 0–10 см в парке истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой (Разработан автором)

Самый высокий показатель К в зеленой зоне $319,2 \pm 12,1$ мг/кг при содержании Р $118,2 \pm 67,6$ мг/кг, что также является самым высоким показателем в парке. Меньше всего К содержалось в прибрежной зоне 129,2 мг/кг при содержании Р 61,1 мг/кг (наименьший показатель в парке).

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. Так же, как и в ранее рассмотренном парке превышение ОДК наблюдалось по трем показателям Ni, Zn, As в двух точках №2 (прибрежная зона) и №8 (транзитная зона). Показатели по этим элементам в прибрежной зоне были равны 20,66 мг/кг, 44,7 мг/кг, 6,62 мг/кг соответственно. В транзитной зоне средние $Ni = 26,61 \pm 3,17$ мг/кг, $Zn = 59,84 \pm 8,59$ мг/кг, $As = 7,31 \pm 0,32$ мг/кг.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Кислотность почв в парке варьировалась от 5,9 (точка № 5 спортивно-развлекательной зоны на глубине 30–50 см) до 7,6 (точка №8 транзитной зоны на глубине 0–10 см). Значения рН в спортивно-развлекательной зоне уменьшались от верхнего слоя к нижнему, таким образом слой 0–10 см был равен $6,6 \pm 0,3$, слой 10–30 был равен $6,2 \pm 0,2$ и слой 30–50 равен $6,1 \pm 0,3$. В транзитной зоне значения в двух нижних слоях были равны 6,8 (стандартное отклонение 0,3 и 0,2), а верхний слой был равен $6,9 \pm 0,4$. В зеленой зоне самый высокий показатель рН был в слое 10–30 см $6,7 \pm 0,5$. В прибрежной зоне, максимальные значения в которой были в слое 0–10 см 7,5, а минимальные в слое 10–30 см 7,3. Таким образом, в трех из четырёх функциональных зон почвы нейтральные, а в одной зоне щелочные.

Содержание К варьировалось от 87,2 мг/кг (точка №2 прибрежной зоны на глубине 30–50 см) до 368,3 мг/кг (точка №10 транзитной зоны на глубине 0–10 см). Во всех функциональных зонах показатели распределялись от большего значения в верхнем слое до наименьшего в нижнем слое. При этом наибольшие средние значения были в зеленой зоне, а наименьшие в прибрежной (Рисунок 86). Содержание Р варьировалось от 19,4 мг/кг в точке №7 зеленой зоны на глубине 30–50 см до 193 мг/кг в точке № 10 транзитной зоны на глубине 0–10 см. В спортивно-развлекательной, транзитной и зеленой зонах изменялись от наименьшего в слое 0–10 до наибольшего в слое 30–50, а в прибрежном районе ситуация противоположная. По полученным данным мы можем отменить высокую обеспеченность почв обменным калием и подвижным фосфором.

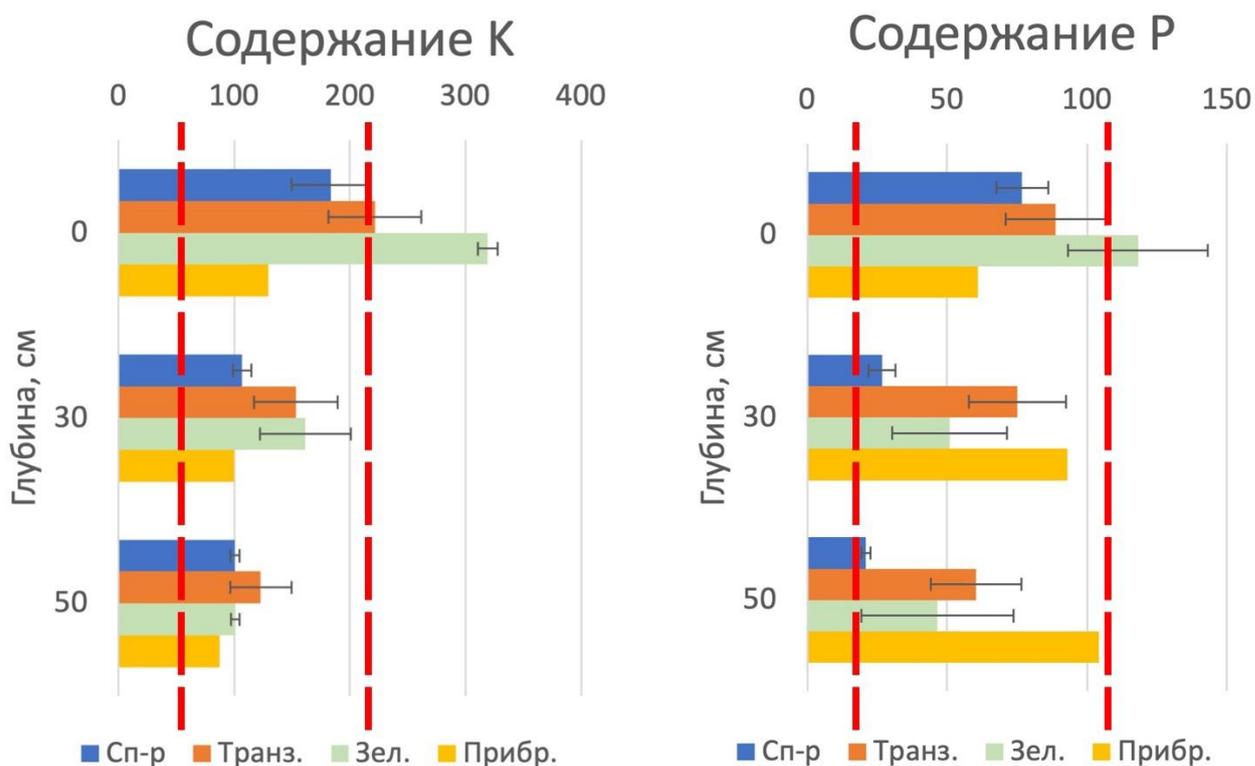


Рисунок 86 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 4 функциональных зон парка истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см. Похожая на парк Сосны ситуация наблюдается в этой рекреационной зоне. Показатели и распределение по профилю содержания одного ТМ различаются в зависимости от функциональной зоны, что может объясняться высокой степенью благоустройства и урбанизации территории. Также можно отметить равномерное распределение ТМ по профилю (Таблица 21).

Таблица 21 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для четырех функциональных зон парка истории поселения Роговское им. Валентины в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг				Mn, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	7,31± 0,32	9,11± 3,95	7,19± 0,48	7,92	346,12± 0,97	418,11± 56,74	348,06± 11,46	427,05
10-30	8,33± 0,16	7,48± 0,92	7,76± 2,49	6,05	434,85± 21,16	426,01± 107,86	450,02± 62,91	393,18
30-50	9,13± 0,65	7,35± 1,05	7,49± 2,97	6,16	445,12± 5,48	431,27± 187,26	439,47± 13,47	437,60
	Zn, мг/кг				Ni, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	62,02± 12,79	59,48± 8,76	58,40± 0,73	46,13	28,51± 0,19	28,26± 2,97	26,86± 3,31	16,45
10-30	55,22± 1,33	53,45± 3,24	58,03± 7,22	43,22	33,36± 0,35	27,13± 3,14	30,84± 9,78	23,97
30-50	57,45± 3,66	53,42± 3,66	54,97± 7,17	47,10	36,36± 0,78	28,04± 4,80	29,45± 10,56	27,00
	Cu, мг/кг				Pb, мг/кг			
	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.	Сп-р.	Транз.	Зеленая	Прибр.
0-10	13,38± 2,27	12,27± 1,04	12,84± 0,65	24,67	12,54± 0,81	13,56± 0,91	12,39± 0,60	9,23
10-30	13,28± 0,74	11,62± 1,33	12,45± 2,28	10,47	14,74± 1,40	13,76± 0,75	15,72± 2,49	11,40
30-50	13,23± 0,54	12,17± 1,81	10,95± 2,68	11,77	14,96± 1,81	13,68± 1,23	15,78± 0,64	13,11

Физико-химические свойства почв (слой 0–10 см) зоны отдыха «Заречье».

Поверхностный горизонт парка представлен суглинками. В пяти точках парка средний суглинок, в четырех точках – легкий суглинок и в одной точке тяжелый суглинок. Плотность почвы варьировалась от 1,1 до 1,5 г/см³. Наименьший показатель в точке №1 (зеленая зона), наибольший в точке №9 (транзитная зона). Кислотность почв была от 6,3 до 7,7. Для спортивно-развлекательной зоны средний рН = 7,1 ± 0,5, в транзитной зоне рН = 7,3, в зеленой рН = 7,1 ± 0,8 и в прибрежной зоне рН = 6,8 ± 0,3. Среднее содержание С_{орг} в почве варьировалось от 0,7 до 3,3%. Наибольший средний показатель был в спортивно-развлекательной зоне 2,5 ± 0,9 %, а наименьший в зеленой зоне С_{орг} = 0,9 ± 0,4 % (Рисунок 87).

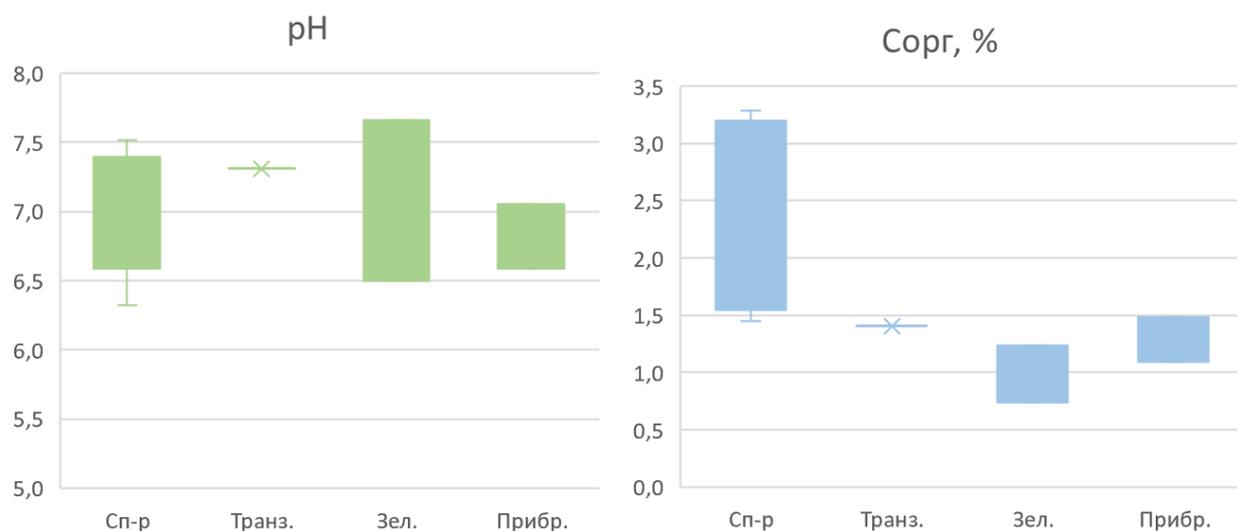


Рисунок 87 - Показатели pH_{H_2O} и $C_{орг}$ в 3 зонах на глубине 0–10 см в зоне отдыха «Заречье» (Разработан автором)

Показатели К и Р для спортивной развлекательной зоны были равны $164,6 \pm 77,8$ мг/кг и $98,8 \pm 42,4$ мг/кг, для транзитной $130,8$ мг/кг и $46,6$ мг/кг и для прибрежной эти показатели были равны $100,9 \pm 40,6$ мг/кг и $56 \pm 1,3$ мг/кг соответственно.

Содержание тяжелых металлов в почве в слое 0–10 см. Все показатели содержания тяжелых металлов в почвах зоны отдыха «Заречье» были в пределах ОДК.

Физико-химические свойства в профиле почвы до 50 см. Кислотность почв в парке варьировалась от 6,3 (точка №7 спортивно-развлекательной зоны на глубине 0–10 см) до 8,3 (точка №1 и 10 зеленая и спортивно-развлекательная зоны на глубине 30–50 см). В спортивно-развлекательной, транзитной и зеленой зонах почвы щелочные, а в прибрежной зоне нейтральные.

Содержание К варьировалось от 30,8 мг/кг (точка №3 прибрежной зоне на глубине 30–50 см) до 267,9 мг/кг (точка № 4 спортивно-развлекательной зоны на глубине 0–10 см). Распределение в транзитной зоне и прибрежной было от наибольшего на глубине 0–10 см до наименьшего на глубине 30–50 см, в зеленой зоне ситуация была противоположной, а в спортивно-развлекательной меньше всего К содержалось в слое 10–30, а больше всего в слое 0–10 см. Содержание Р

варьировалось от 8,5 мг/кг (точка №7 спортивно-развлекательной зоны на глубине 30-50 см) до 142,1 мг/кг (точка №4 спортивно-развлекательной зоны на глубине 10-30 см). В спортивно-развлекательной и прибрежных зонах показатель Р уменьшается с глубиной, а в транзитной зоне наименьшие значения в слое 10–30 см, а наибольшее в слое 30–50 см (Рисунок 88).

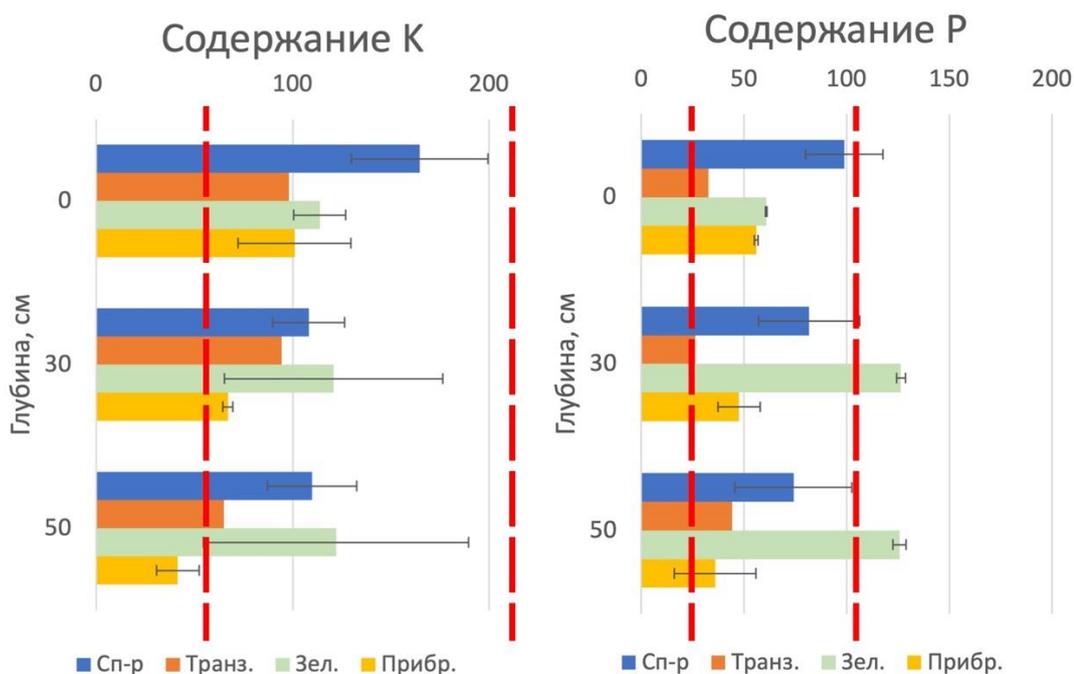


Рисунок 88 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю, ошибка среднего и уровень обеспеченности почвы ($67 < K < 208$ мг/кг и $22 < P < 109$ мг/кг) в 4 функциональных зон зоны отдыха «Заречье» (Разработан автором)

Содержание тяжелых металлов в профиле почвы до 50 см зоны отдыха «Заречье». В данном парке интересно отметить распределение и концентрацию Zn в почве парка. Например, в спортивно-развлекательной зоне наименьший показатель определен в поверхностном слое, а наибольший в нижнем. В то же время в транзитной зоне ситуация противоположная и различия между значений верхнего и нижнего горизонта более чем в 2 раза. А показатели в зеленой и прибрежной зонах близки по значениям и распределению. В то же время наибольшее значение Си в спортивно-развлекательной зоне отмечается в слое 10–30 см (Таблица 22).

Таблица 22 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почве для четырех функциональных зоны отдыха «Заречье» в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг				Mn, мг/кг			
	<i>Сп-р.</i>	<i>Транз.</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Прибр</i>	<i>Сп-р.</i>	<i>Транз.</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Прибр.</i>
0-10	6,94± 1,05	6,62	6,51± 0,48	6,16± 0,65	392,42± 60,35	477,12	367,92± 14,69	419,75± 50,21
10-30	8,60± 3,29	6,85	6,19± 0,26	5,87± 0,06	395,99± 43,71	658,67	340,72± 17,07	465,35± 48,62
30-50	8,16± 1,95	5,94	6,02± 0,25	5,59± 1,13	424,50± 75,83	450,00	334,04± 9,55	478,49± 68,78
	Zn, мг/кг				Ni, мг/кг			
	<i>Сп-р.</i>	<i>Транз.</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Прибр</i>	<i>Сп-р.</i>	<i>Транз.</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Прибр.</i>
0-10	57,42± 10,95	112,32	50,39± 3,65	52,84± 4,20	22,04± 4,22	23,28	25,21± 1,36	24,66± 1,75
10-30	77,61± 33,70	130,56	44,68± 10,56	46,76± 1,36	24,74± 3,51	23,55	21,93± 1,67	22,44± 1,46
30-50	83,21± 35,69	54,26	41,35± 11,97	41,28± 8,60	25,89± 5,93	25,07	21,33± 2,89	19,83± 1,95
	Cu, мг/кг				Pb, мг/кг			
	<i>Сп-р.</i>	<i>Транз.</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Прибр</i>	<i>Сп-р.</i>	<i>Транз.</i>	<i>Зеленая</i>	<i>Прибр.</i>
0-10	11,13± 1,04	12,31	11,47± 1,30	12,00± 1,62	14,42± 3,19	18,09	14,25± 2,01	15,10± 0,40
10-30	34,90± 43,13	11,62	12,83± 2,77	9,59± 1,03	21,23± 11,81	18,80	14,41± 3,35	13,57± 0,31
30-50	13,00± 3,09	11,16	12,67± 2,90	8,18± 2,27	20,89± 14,45	13,96	11,96± 3,09	12,54± 1,21

6.2. Обобщение и сравнение функциональных зон в парках с разной историей землепользования.

Кислотность почв значительно отличалась во всех функциональных зонах в парках с разной историей землепользования во всех слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см. В целом на бывших сельскохозяйственных территориях значения выше независимо от функциональной зоны и для всех парков характерно повышение кислотности почвы по сравнению с фоновыми значениями (Рисунок 89).

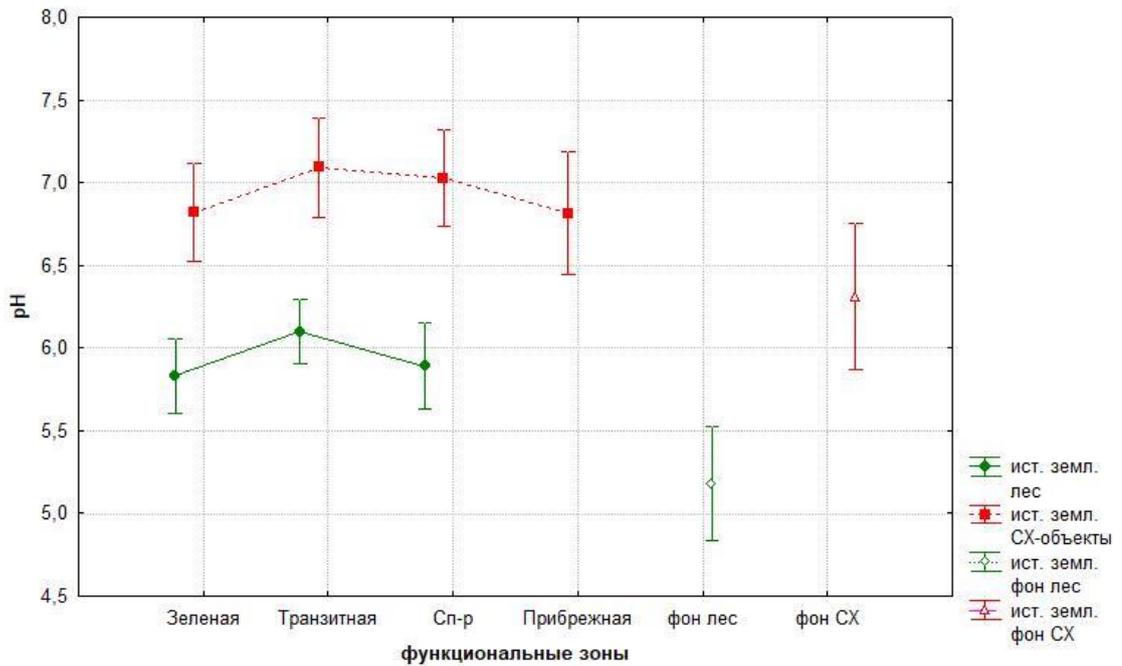


Рисунок 89 - pH разных функциональных зон в парках с разной историей землепользования и фоновые значения леса и сельскохозяйственных территорий (Разработан автором)

Для К значения между транзитной зоной лесопарков значительно отличались от транзитной зоны бывших сельскохозяйственных объектов ($p=0,002$) на глубине 10–30 см ($p=0,009$) и на глубине 30–50 см, а также спортивно-развлекательной и зеленой зонах ($p=0,049$ и $p=0,009$) на глубине 10-30 см. Для Р значимые отличия были только на глубине 30–50 см между транзитными зонами парков с разной историей землепользования $p=0,007$. В слое 0–10 см сравнение между транзитными зонами двух историй землепользования показало значимые отличия для Mn ($p=0,043$), Ni ($p=0,037$), Cu ($p=0,024$), а также Pb ($p=0,000$). Для Mn ($p=0,005$), Ni ($p=0,02$), Cu ($p=0,001$) и As ($p=0,005$) значимые отличия были в спортивно-развлекательной зоне на той же глубине, а зеленой части значимые отличия были лишь для Mn ($p=0,02$) и As ($p=0,038$). В слое 10–30 во всех функциональных зонах значимые отличия были у Zn, однако в транзитной зоне такие отличия были еще у Ni ($p=0,035$), а в спортивно-развлекательной зоне у As ($p=0,045$). В слое 30–50 различия между зелеными зонами были не значимыми, а в спортивно-развлекательной и транзитной значимость была выявлена только для Zn $p=0,006$, $p=0,001$ соответственно (Таблица 23).

Таблица 23 - Средние значения ТМ в спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной (транз.), зеленой (зел.), прибрежной (пр.) и барбекю (бар.) и стандартное отклонение в парках, образованных на месте леса (Л) и бывших сельскохозяйственных территорий (СХ) (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг								Mn, мг/кг							
	Сп-р		Транз.		Зеленая		Пр.	Б.	Сп-р		Транз.		Зеленая		Пр.	Бар
	Л	СХ	Л	СХ	Л	СХ	СХ	Л	Л	СХ	Л	СХ	Л	СХ	СХ	Л
0-10	7,54 ± 2,14	7,71 ± 0,8	6,16 ± 0,47	8,25 ± 1,25	6,84 ± 0,75	7,46 ± 1,92	7,42 ± 0,91	6,6 2	587,31 ± 197,81	393,65 ± 94,73	541,76 ± 183,25	415,16 ± 107,41	604,48 ± 142,11	440,18 ± 196,43	401,94 ± 31,55	738,8 1
10-30	13,87 ± 16,41	7,96± 0,6	8,92 ± 7,01	7,49 ± 0,91	7,85 ± 3,57	6,88 ± 1,24	6,23± 0,49	5,8 2	523,07 ± 119,69	492,08 ± 221,65	448,14 ± 89,96	480,04 ± 119,77	498,97 ± 117,46	444,97 ± 126,41	426,68± 50,18	607,4 5
30-50	14 ± 15,76	7,66± 1,28	9,1 ± 6,38	6,92 ± 0,66	8,53 ± 4,55	6,82 ± 0,93	6,69± 1,64	7,9 9	414,47 ± 123,28	526,69 ± 220,55	409,22 ± 102,79	416,21 ± 52,47	422,54 ± 140,69	416,21 ± 52,47	452,68± 28,35	324,6 1
	Zn, мг/кг								Ni, мг/кг							
	Сп-р		Транз.		Зеленая		Пр.	Б.	Сп-р		Транз.		Зеленая		Пр.	Бар
	Л	СХ	Л	СХ	Л	СХ	СХ	Л	Л	СХ	Л	СХ	Л	СХ	СХ	Л
0-10	66,8 ± 13,61	67,62 ± 11,99	67,33± 10,48	89,56± 30,14	67,96 ±1 5,16	71,4 ± 28,65	62,6 ± 18,77	6,6 2	22,96 ± 4,45	24,89 ± 3,36	22,53 ± 1,37	25,92 ± 4,70	25,44 ± 1,35	24,90 ± 3,59	23,75 ± 5,40	26,72
10-30	45,13 ± 1,47	65,22±9,4 6	48,87± 17,73	92,65± 36,03	48,84 ± 7,27	56,79 ± 14,59	50,22 ± 6,47	5,8 2	25,26 ± 4,93	26,97 ± 4,68	22,76 ± 2,03	26,95 ± 5,01	24,64 ± 3,11	25,14 ± 4,97	23,38 ± 2,93	25,59
30-50	45,87 ± 4,68	62,23± 14,11	43,84± 11,14	59,24± 9,29	46,7 ± 8,04	49,54 ± 7,27	50,02 ± 7,97	7,9 9	27,85 ± 4,63	29,15 ± 5,73	25,23 ± 2,69	26,37 ± 2,33	27,57 ± 2,89	24,46 ± 4,85	24,72 ± 5,67	35,54

Продолжение таблицы 23

	Cu, мг/кг								Pb, мг/кг							
	Сп-р		Транз.		Зеленая		Пр.	Б.	Сп-р		Транз.		Зеленая		Пр.	Бар
	Л	СХ	Л	СХ	Л	Л	СХ	Л	Л	СХ	Л	СХ	Л	Л	СХ	Л
0-10	10,77 ± 1,55	23,83±24, 93	11,03 ± 1,47	14,43 ± 4,87	15,56 ± 11,54	13,71± 6,04	22,42 ± 14,27	10,55	20,18 ± 9,44	16,75 ± 4,66	18,41 ± 5,01	18,93± 8,00	22,66 ± 4,28	17,83 ± 8,37	14,85 ± 6,91	19,66
10-30	12,88 ± 7,96	18,29 ± 11,20	11,48 ± 2,25	13,87 ± 4,59	13,10± 5,97	12,27± 3,81	11,72 ± 2,09	7,70	19,34 ± 10,74	13,51 ± 8,99	14,14 ± 3,90	14,45 ± 10,55	18,91 ± 10,25	11,69 ± 7,26	10,57 ± 6,82	14,40
30-50	13,19 ± 7,14	12,46 ± 0,81	11,19 ± 2,43	11,88 ± 1,69	12,14± 4,27	10,83± 2,34	11,82 ± 2,60	11,62	18,82 ± 11,73	12,36 ± 8,68	11,79 ± 2,92	11,16 ± 7,19	14,50 ± 3,67	10,46 ± 6,60	10,02 ± 6,20	11,97

Подводя итог, можно отметить разницу между распределением тяжелых металлов по профилю в парках, образованных на месте леса и в парках, образованных на месте сельскохозяйственных земель. Причем это не зависит от размеров парка и его расположения, однако наибольшие отличия по физико-химическому составу почв наблюдаются в верхнем слое 0–10 см, что говорит о наибольшем влиянии урбанизации на верхние слои рекреационных зон.

6.3 Микробиологические свойства почв (0–10 см).

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) в парке Рассказовка варьировалось от 386 мкг С г⁻¹ в точке №6 (спортивно-развлекательная зона) до 2093 мкг С г⁻¹ в точке №7 (транзитной зоны). Средний показатель для спортивно-развлекательной зоны равен 1009 мкг С г⁻¹. Показатель $C_{\text{мик}}$ в транзитной зоне равен 1465 мкг С г⁻¹, что является наибольшим значением в парке, а зеленой зоне этот показатель был меньше почти в 1,5 раза, и как следствие, имел самое низкое значение по парку (Рисунок 88). При этом коэффициент пространственной вариации (CV) для транзитной зоны был наименьшим 35%, по сравнению с 45% и 49% в спортивно-развлекательной и зеленой зон соответственно.

Скорость базального (микробного) дыхания (БД) в парке Рассказовка варьировалась от 0,98 (спортивно-развлекательная зона) до 2,8 (транзитная зона) мкг СО₂-С г⁻¹ ч⁻¹. Наибольший средний показатель БД в парке был в транзитной зоне 1,96 мкг СО₂-С г⁻¹ ч⁻¹, что почти в 1,5 раза больше значения в спортивно-развлекательной зоне и в 2 раза больше чем показатели в зеленой зоне (Рисунок 90).

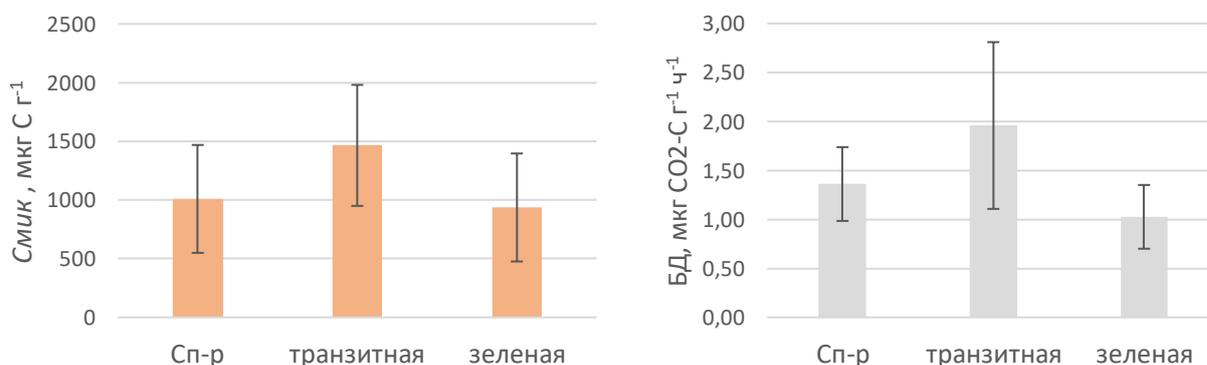


Рисунок 90 - Микробиологические свойства почв спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной и зеленой зон парка Рассказовка (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы ($q\text{CO}_2$) в парке Рассказовка варьировалось от 0,99 (точка № 3, спортивно-развлекательной зоны) до 2,53 мкг СО₂-С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (точка №6, спортивно-развлекательная зона). Среднее значение для трех функциональных

зон парка (спортивно-развлекательная, транзитная, зеленая) были равны $1,56 \pm 0,67$ мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ мг^{-1} $\text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$, $1,32 \pm 0,27$ мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ мг^{-1} $\text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$ и $1,15 \pm 0,22$ мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ мг^{-1} $\text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$ соответственно, что показывает на недостаточно устойчивое функционирование микробного сообщества в верхнем слое почвы в парке (Таблица 24).

Отношение $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$ в парке Рассказовка. Данный показатель характеризует «качество» органического вещества почвы, в парке он варьировался от 1,05 (спортивно-развлекательная зона) до 4,6 % также в спортивно-развлекательной зоне. Средние показатели по трем функциональным зонам были равны $2,84 \pm 1,77\%$, $2,74 \pm 0,6 \%$ и $2,5 \pm 1,44 \%$ в спортивно-развлекательной, транзитной и зеленой зонах соответственно (Таблица 24).

Эффективность использования органического вещества почвы микроорганизмами оценена отношением $q\text{CO}_2 / C_{\text{орг}}$ в парке Рассказовка. Отношение $q\text{CO}_2 / C_{\text{орг}}$ для спортивно-развлекательной зоны составило $0,42$ мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ мг^{-1} $\text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1} / \text{г}$ $\text{C}_{\text{орг}} \text{г}^{-1}$, для транзитной зоны $0,26$ мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ мг^{-1} $\text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1} / \text{г}$ $\text{C}_{\text{орг}} \text{г}^{-1}$ и для зеленой зоны $0,3$ мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ мг^{-1} $\text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1} / \text{г}$ $\text{C}_{\text{орг}} \text{г}^{-1}$, что свидетельствует об эффективном использовании органического вещества почвы микроорганизмами (Таблица 24).

Таблица 24 - Микробиологические показатели почвы в слое 0–10 см разных функциональных зон парка Рассказовка (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	$q\text{CO}_2$, мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ мг^{-1} $\text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$ (CV, %)	$C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$ % (CV, %)	$q\text{CO}_2 / C_{\text{орг}}$, мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ мг^{-1} $\text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1} / \text{г}$ $\text{C}_{\text{орг}} \text{г}^{-1}$ (CV, %)
Спортивно-развлекательная (4)	1,56 (43)	2,84 (62)	0,42 (48)
Транзитная (4)	1,32 (27)	2,74 (22)	0,26 (24)
Зеленая (2)	1,15 (19)	2,5 (57)	0,3 (9)

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) в Ульяновском лесопарке. Значения $C_{\text{мик}}$ в парке варьировались от 166,82 (точка № 3 в транзитная зона) до 859,64 (точка №7, зеленая зона) мкг C г^{-1} . Средний показатель для спортивно-

развлекательной зоны равен 390,91 мкг С г⁻¹. Средний показатель $S_{\text{мик}}$ в транзитной зоне равен 367,94 мкг С г⁻¹, а в зеленой зоне этот показатель был в 1,5 выше, чем в транзитной 553,59 мкг С г⁻¹. (Рисунок 89).

Скорость базального (микробного) дыхания (БД) в Ульяновском лесопарке. Скорость БД в парке варьировалась от 0,41 (зеленая зона) до 1,72 (зеленая зона) мкг СО₂-С г⁻¹ ч⁻¹, что в 11 раз больше, чем в парке Рассказовка. Наибольший средний показатель БД в парке был в зеленой зоне 1,01 мкг СО₂-С г⁻¹ ч⁻¹, но и в спортивно-развлекательной и транзитной зонах этот показатель отличался не более чем на 0,18 мкг СО₂-С г⁻¹ ч⁻¹ (Рисунок 91).

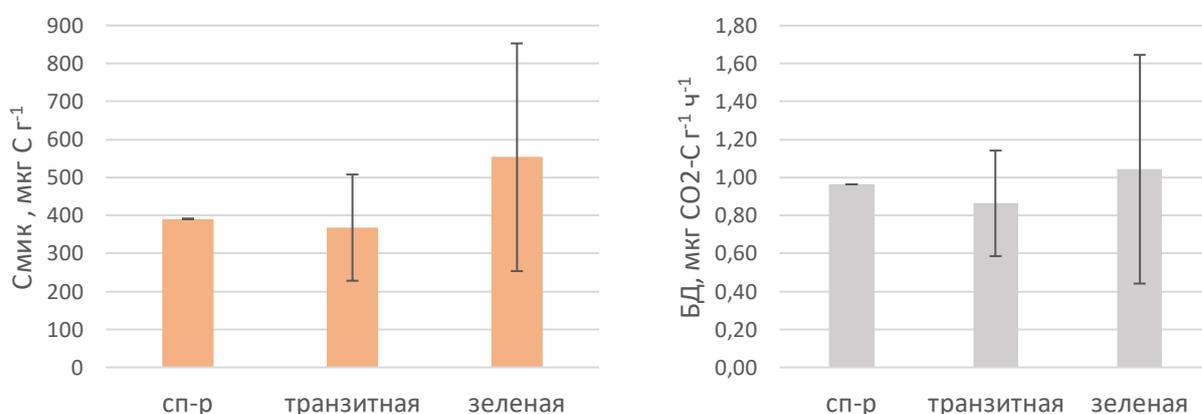


Рисунок 91 - Микробиологические свойства почв спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной и зеленой зон Ульяновского лесопарка (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы ($q\text{CO}_2$) в Ульяновском лесопарке варьировались от 1,09 (точка №7 зеленой зоны) до 3,27 (точка №2, зеленая зона) мкг СО₂-С мг⁻¹ $S_{\text{мик}}$ ч⁻¹. Средние значения для трех функциональных зон парка (спортивно-развлекательная, транзитная, зеленая) были равны 2,47, $2,46 \pm 0,55$ и $2,03 \pm 0,93$ мкг СО₂-С мг⁻¹ $S_{\text{мик}}$ ч⁻¹ соответственно, что может свидетельствовать о стрессовом состоянии микробного сообщества в почве.

Отношение $S_{\text{мик}} / S_{\text{орг}}$ в Ульяновском лесопарке. Средние значения для спортивно-развлекательной и зеленой зон равны 1,03 %. Для транзитной зоны этот показатель был меньше - $0,91 \pm 0,51\%$. что так же, как и в предыдущем парке

свидетельствует об эффективном использовании органического вещества почвы микроорганизмами (Таблица 25) несмотря на то, что показатели в Ульяновском лесопарке в несколько раз выше.

Таблица 25 - Микробиологические показатели в слое 0–10 см разных функциональных зон Ульяновского лесопарка (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	qCO_2 , мкг CO_2-C $мг^{-1}$ $C_{мик}$ $ч^{-1}$ (CV, %)	$C_{мик} / C_{орг}$ % (CV, %)	$qCO_2 / C_{орг}$, мкг CO_2-C $мг^{-1}$ $C_{мик}$ $ч^{-1}$ / $г$ $C_{орг}$ $г^{-1}$ (CV, %)
Спортивно-развлекательная (1)	2,47	1,03	0,65
Транзитная (4)	2,46 ± 0,55	0,91 ± 0,51	0,78 ± 0,75
Зеленая (5)	2,03 ± 0,93	1,03 ± 0,32	0,48 ± 0,41

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{мик}$) в парке 3-го микрорайона Московского варьировалось от 148,68 мкг С $г^{-1}$ в точке №10 (транзитная зона) до 579,86 мкг С $г^{-1}$ в точке №6 (спортивно-развлекательной зоны). Средний показатель для спортивно-развлекательной зоны равен 522,69 мкг С $г^{-1}$. Показатель $C_{мик}$ в транзитной зоне меньше более чем в 2 раза и равен 233,41 мкг С $г^{-1}$, что является наименьшим значением в парке, а зеленой зоне этот показатель был равен 423,78 мкг С $г^{-1}$. В единственной точке в зоне барбекю, $C_{мик}$, вопреки ожиданиям был больше, чем в транзитной зоне почти в 2 раза 399,6 мкг С $г^{-1}$ (Рисунок 91).

Скорость базального (микробного) дыхания (БД) в парке 3-го микрорайона Московского варьировалась от 0,31 (транзитная зона) до 0,82 (зеленая зона) мкг CO_2-C $г^{-1}$ $ч^{-1}$. Наибольший средний показатель БД в парке был в зоне барбекю 0,76 мкг CO_2-C $г^{-1}$ $ч^{-1}$, что больше чем в 2 раза выше, чем в транзитной зоне 0,31 мкг CO_2-C $г^{-1}$ $ч^{-1}$. (Рисунок 92)

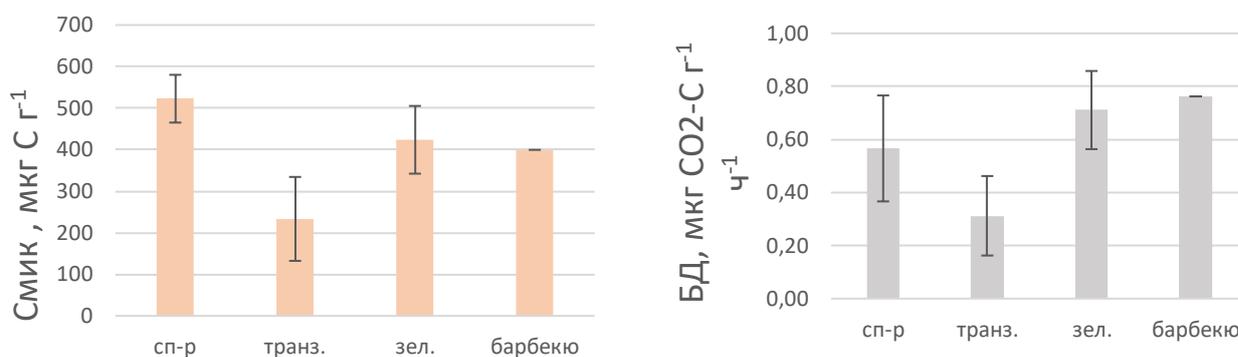


Рисунок 92 - Микробиологические свойства почв спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной, зеленой зон и зоны барбекю парка 3-го микрорайона Московского (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы (qCO_2) в парке 3-го микрорайона Московского варьировалось от 0,7 (точка № 7, спортивно-развлекательной зоны) до 2,23 мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹ (точка №4, зеленая зона). Среднее значение для четырех функциональных зон парка (спортивно-развлекательная, транзитная, зеленая, барбекю) были равны $1,08 \pm 0,34$ мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹, $1,32 \pm 0,09$ мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹, $1,74 \pm 0,68$ мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹ и $1,91$ мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹ соответственно, что показывает на достаточно устойчивое функционирование микробного сообщества в верхнем слое почвы в парке (Таблица 26).

Отношение $C_{мик} / C_{орг}$. Данный показатель в парке 3-го микрорайона Московского варьировался от 0,39 (спортивно-развлекательная зона) до 1,22 % в зеленой зоне. Средние показатели по четырем функциональным зонам были равны 0,56 (CV=41), 0,50 (CV=11) %, 1,16 (CV=8) % и 1,14% в спортивно-развлекательной, транзитной, зеленой и барбекю зонах соответственно (Таблица 26).

Эффективность использования органического вещества почвы микроорганизмами оценена отношением $qCO_2 / C_{орг}$. Отношение $qCO_2 / C_{орг}$ для спортивно-развлекательной зоны составило $0,11$ мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹ / Г $C_{орг}$ г⁻¹, для транзитной зоны $0,31$ мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹ / Г $C_{орг}$ г⁻¹, для зеленой зоны $0,52$ мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹ / Г $C_{орг}$ г⁻¹ и для барбекю $0,54$ мкг CO_2-C мг⁻¹ $C_{мик}$ ч⁻¹ / Г $C_{орг}$

г^{-1} , что свидетельствует об эффективном использовании органического вещества почвы микроорганизмами (Таблица 26).

Таблица 26 - Микробиологические свойства почвы в слое 0–10 см разных функциональных зон парка 3-го микрорайона Московского (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	$q\text{CO}_2$, $\text{мкг CO}_2\text{-C мг}^{-1}\text{С}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$ (CV, %)	$C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}} \%$ (CV, %)	$q\text{CO}_2 / C_{\text{орг}}$, $\text{мкг CO}_2\text{-C мг}^{-1}\text{С}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1} / \text{г С}_{\text{орг}} \text{г}^{-1}$ (CV, %)
Сп-р (3)	1,08 (31)	0,56 (41)	0,11 (1)
Транзитная (3)	1,32 (6)	0,50 (11)	0,31 (29)
Зеленая (2)	1,74 (39)	1,16 (8)	0,52 (63)
Барбекю (1)	1,91	1,14	0,54

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) в парке Троицкая роща варьировалось от 269 в точке № 4 мкг С г^{-1} (зеленая зона) до 1204 мкг С г^{-1} в точке №10 (зеленая зона). Средний показатель для транзитной зоны равен 769 мкг С г^{-1} . при коэффициенте пространственной вариации (CV) составил 21%, в зеленой зоне среднее значение $C_{\text{мик}} = 681$, при CV = 50%. (Рисунок 93).

Скорость базального (микробного) дыхания (БД) в парке Троицкая роща варьировалась от 0,65 (зеленая зона) до 3,27 (зеленая зона) $\text{мкг CO}_2\text{-C г}^{-1} \text{ч}^{-1}$. Средние значения в зеленой и транзитной зонах были близки 0,85 и 0,81 $\text{мкг CO}_2\text{-C г}^{-1} \text{ч}^{-1}$, при коэффициенте пространственной вариации 34 и 16% соответственно.

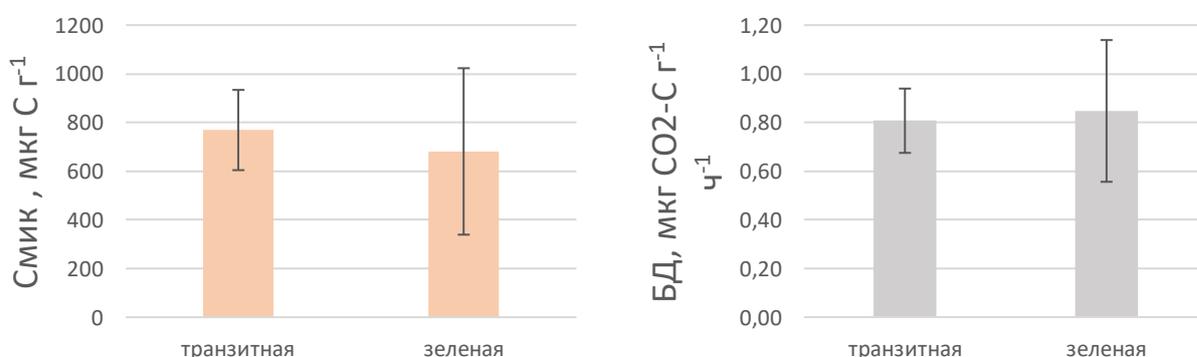


Рисунок 93 - Микробиологические свойства почв транзитной и зеленой зон парка Троицкая роща (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы (qCO_2) варьировался в парке от 0,65 (точка №8, зеленая зона) до 3,27 (точка №4, зеленая зона) $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1}$. средние значения для транзитной зоны равно 1,06 при $CV = 10\%$, а для зеленой зоны 1,53 при $CV = 67\%$. Таким образом, мы можем говорить об устойчивом функционировании микробного сообщества в среднем по парку, однако в зеленой зоне в точке №4 микробное сообщество находится в стрессовом состоянии в совокупности с превышенными показателями ОДК для Ni, Zn и As, что показывает на серьезное антропогенное влияние, которое оказывает Калужское шоссе и селитебная зона, расположенная вблизи этого участка.

Отношение $C_{мик} / C_{орг}$. Данный показатель варьировался от 0,47 (точка №4, зеленая зона) до 2,68 % (точка №10, зеленая зона). Средние значения для транзитной зоны было равно 1,29 % при $CV = 32\%$, для зеленой зоны этот показатель равен 1,39 % при $CV = 58$.

Эффективность использования органического вещества почвы микроорганизмами оценена отношением $qCO_2 / C_{орг}$. В парке значения варьировались от 0,13 $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$ (в точке №8, зеленой зоны) до 0,57 $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$ (точка №4, зеленая зона). Средние значения для транзитной зоны равно 0,17 $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$ и 0,29 $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$ в зеленой зоне (Таблица 27).

Таблица 27 - Микробиологические свойства почвы в слое 0–10 см разных функциональных зон парка Троицкая Роща (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	qCO_2 , $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1}$ (CV, %)	$C_{мик} / C_{орг}$ % (CV, %)	$qCO_2 / C_{орг}$, $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$ (CV, %)
Транзитная (5)	1,06 (10)	1,29 (32)	0,17 (19)
Зеленая (5)	1,53 (67)	1,39 (58)	0,29 (58)

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{мик}$) в сквере г. Троицк варьировалось от 346 $мкг\ C\ г^{-1}$ в точке №3 (транзитная зона) до 1097 $мкг\ C\ г^{-1}$ в точке №7 (транзитной зоны). Средний показатель для спортивно-развлекательной

зоны равен 710 мкг С г^{-1} . Показатель $S_{\text{мик}}$ в транзитной зоне равен 657 мкг С г^{-1} , а в зеленой зоне 621, что является наименьшим значением в парке (рис.). При этом коэффициент пространственной вариации (CV) для зеленой зоны был наименьшим 17%, по сравнению с 22% и 43% в спортивно-развлекательной и зеленой зон соответственно.

Скорость базального (микробного) дыхания (БД). Скорость БД в парке варьировалась от 0,54 (зеленая зона) до 1,26 (транзитная зона) $\text{мкг CO}_2\text{-С г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$. Наибольший средний показатель БД в парке был в спортивно-развлекательной зоне $1,02 \text{ мкг CO}_2\text{-С г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$, при $CV=16\%$, наименьшее среднее значение было в зеленой зоне $0,76 \text{ мкг CO}_2\text{-С г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$, при $CV=41\%$. в транзитной зоне средняя скорость БД была равна $0,92 \text{ мкг CO}_2\text{-С г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$, при $CV=26\%$ (Рисунок 94).

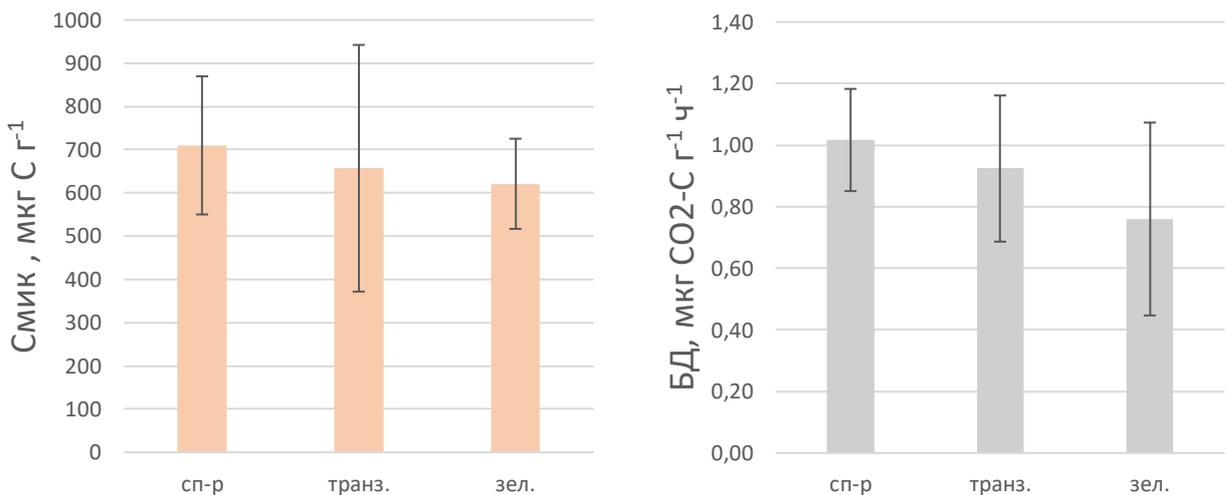


Рисунок 94 - Микробиологические свойства почв спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной и зеленой зон в сквере города Троицка (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы ($q\text{CO}_2$). Значение в парке варьировалось от 0,84 (точка № 10, транзитная зона) до $2,07 \text{ мкг CO}_2\text{-С мг}^{-1} S_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ (точка №6, спортивно-развлекательная зона). Среднее значение для трех функциональных зон парка (спортивно-развлекательная, транзитная, зеленая) были равны $1,49 \text{ мкг CO}_2\text{-С мг}^{-1} S_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$, $1,53 \text{ мкг CO}_2\text{-С мг}^{-1} S_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ и $1,2 \text{ мкг CO}_2\text{-С мг}^{-1} S_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ при $CV=34, 27, 25\%$ соответственно.

Отношение $C_{мик} / C_{орг}$. Данный показатель варьировался от 0,38 (транзитная зона) до 2,04 % в спортивно-развлекательной зоне. Средние показатели по трем функциональным зонам были равны 1,56, 1,21 и 1,3 при коэффициенте пространственной вариации равном 27, 53 и 38 % в спортивно-развлекательной, транзитной и зеленой зонах соответственно (Таблица 28).

Эффективность использования органического вещества почвы микроорганизмами оценена отношением $qCO_2 / C_{орг}$. Данный показатель в парке варьировался от 0,16 (точка №10, транзитная зона) до 0,45 (точка №6, спортивно-развлекательная зона) $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$. Среднее значение $qCO_2 / C_{орг}$ для спортивно-развлекательной зоны составило 0,33 $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$, для транзитной зоны 0,27 $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$ и для зеленой зоны 0,25 $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1}$, что свидетельствует, так же как и в ранее рассмотренных парках об эффективном использовании органического вещества почвы микроорганизмами (Таблица 28).

Таблица 28 - Микробиологические свойства почвы в слое 0–10 см разных функциональных зон сквера г. Троицка (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	qCO_2 , $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1}(CV, \%)$	$C_{мик} / C_{орг} \%$ (CV, %)	$qCO_2 / C_{орг}$, $мкг\ CO_2-C\ мг^{-1}\ C_{мик}\ ч^{-1} / г\ C_{орг}\ г^{-1} (CV, \%)$
Спортивно-развлекательная (3)	1,49 (34)	1,56 (27)	0,33 (34)
Транзитная (5)	1,53 (27)	1,21 (53)	0,27 (33)
Зеленая (2)	1,2 (25)	1,3 (38)	0,25 (46)

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{мик}$) парка усадьбы Троицкое варьировалось от 32 $мкг\ C\ г^{-1}$ в точке №4 (транзитная зона) до 2092 $мкг\ C\ г^{-1}$ в точке №5 (спортивно-развлекательная зона). Средний показатель для спортивно-развлекательной зоны равен 932 $мкг\ C\ г^{-1}$ при коэффициенте пространственной вариации (CV) равном 108%, что является наибольшим значением в парке. Показатель $C_{мик}$ в транзитной зоне равен 477 $мкг\ C\ г^{-1}$, при CV = 65%, а зеленой зоне этот показатель был 772 $мкг\ C\ г^{-1}$ при CV = 40%, (Рисунок 94).

Скорость базального (микробного) дыхания (БД) в парке варьировалась от 0,15 (точка №4, транзитная зона) до 0,76 (точка №1 зеленая зона) $\text{мкг CO}_2\text{-C г}^{-1} \text{ч}^{-1}$. Средние значения в спортивно-развлекательной зоне было 0,46 при $CV=51\%$, в транзитной зоне 0,35 при $CV=45\%$ и в зеленой зоне 0,56 при $CV=36\%$ (Рисунок 95).

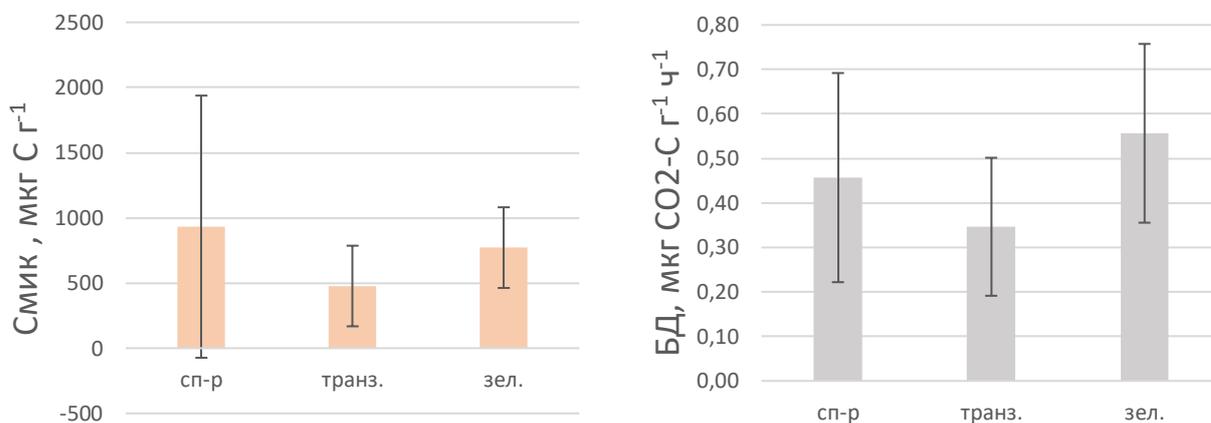


Рисунок 95 - Микробиологические свойства почв спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной и зеленой зон в усадьбе города Троицка (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы ($q\text{CO}_2$) в парке варьировалось от 0,44 (точка № 5, спортивно-развлекательная зона) до 1,25 $\text{мкг CO}_2\text{-C мг}^{-1} \text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$ (точка №1, зеленая зона). Среднее значение спортивно-развлекательной и зеленой были равны 0,83 $\text{мкг CO}_2\text{-C мг}^{-1} \text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$ и 0,97 $\text{мкг CO}_2\text{-C мг}^{-1} \text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$ соответственно, что показывает на достаточно устойчивое функционирование микробного сообщества в верхнем слое почвы этих зон, а в транзитной зоне, этот показатель был хуже 1,66 $\text{мкг CO}_2\text{-C мг}^{-1} \text{C}_{\text{мик}} \text{ч}^{-1}$ (Таблица 29).

Отношение $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$. В парке оно варьировалось от 0,21 (точка № 4, транзитная зона) до 4,6 % (точка №6, зеленой зоны). Средние показатели по трем функциональным зонам были равны 2,27, при этом коэффициент пространственной вариации был равен 83%, 2,07, при $CV= 60\%$ и 2,62 при $CV= 66\%$ в спортивно-развлекательной, транзитной и зеленой зонах соответственно (Таблица 29).

Эффективность использования органического вещества почвы микроорганизмами оценена отношением $qCO_2 / C_{орг}$. Для спортивно-развлекательной зоны среднее значение составило $0,27 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$, для транзитной зоны $0,95 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$ и для зеленой зоны $0,31 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$ (Таблица 29).

Таблица 29 - Микробиологические свойства почвы в слое 0–10 см разных функциональных зон усадьбы г. Троицка (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	qCO_2 , $\text{мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ (CV, %)	$C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$ % (CV, %)	$qCO_2 / C_{\text{орг}}$, $\text{мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$ (CV, %)
Спортивно-развлекательная (3)	0,83 (42)	2,27 (83)	0,27 (87)
Транзитная (4)	1,66 (105)	2,07 (60)	0,95 (126)
Зеленая (3)	0,97 (32)	2,62 (66)	0,31 (38)

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) в парке «Южное Бутово» варьировалось от $45 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$ в точке №7 (зеленая зона) до $814 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$ в точке №6 (спортивно-развлекательной зоны). Средний показатель для спортивно-развлекательной зоны равен $479 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$. Показатель $C_{\text{мик}}$ в транзитной зоне меньше более чем в 4 раза и равен $107 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$, что является наименьшим значением в парке, в зеленой зоне этот показатель был равен $134 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$, а прибрежной зоне $610 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$. При CV в первых трех зонах равно 99,21 и 54 %. Для прибрежной зоны коэффициент пространственной вариации не рассчитывался, т. к. в парке была отобрана только 1 точка в данной категории (Рисунок 95).

Скорость базального (микробного) дыхания (БД) в парке «Южное Бутово» варьировалась от $0,42$ (точка № 2, зеленая зона) до $1,3$ (точка № 1, прибрежная зона) $\text{мкг } CO_2\text{-C } \text{г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$. Наибольший средний показатель БД в парке был в прибрежной зоне $1,3 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$, что больше чем в 2 раза выше показателей в транзитной и зеленой зонах $0,56$ (CV= 24%) и $0,58$ (CV= 40%) $\text{мкг } CO_2\text{-C } \text{г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$ соответственно. В спортивно-развлекательной зоне средний показатель БД равен $0,71$ (CV= 34%), а в транзитной зоне $0,22 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$. (Рисунок 96).

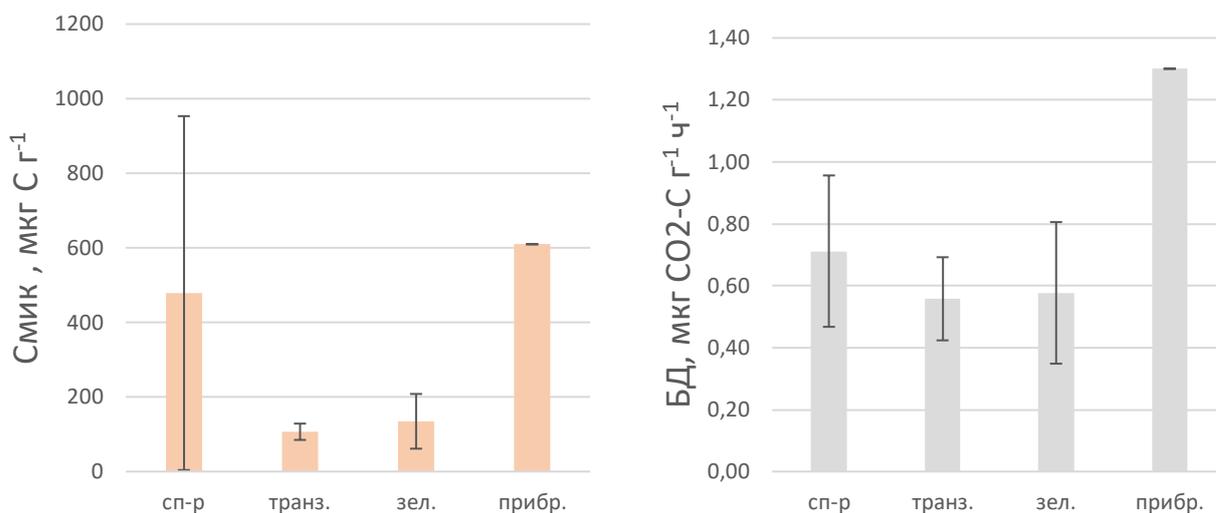


Рисунок 96 - Микробиологические свойства почв спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной (тр.) и зеленой (зел.) и прибрежной (прибр.) зон в парке Южное Бутово (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы (qCO_2) варьировалось от 1,09 (точка № 6, спортивно-развлекательная зона) до 4,73 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (точка №5, зеленая зона). Среднее значение для четырех функциональных зон парка (спортивно-развлекательная, транзитная, зеленая, прибрежная) были равны 2,43 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (CV=78 %), 5,21 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (CV=4 %), 3,19 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (CV=32 %) и 2,13 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ соответственно, что показывает на не устойчивое функционирование микробного сообщества в верхнем слое почвы в парке (Таблица 30).

Значение отношения $C_{мик} / C_{орг}$ в парке варьировалось от 0,07 (точка № 2 зеленая зона) до 1,51 % (в точке №6, спортивно-развлекательная зона). Средние показатели по четырем функциональным зонам были равны 1 (CV=72%), 0,49(CV=31%), 0,39 (CV=110%) и 0,93% в спортивно-развлекательной, транзитной, зеленой и барбекю зонах соответственно (Таблица 30).

Эффективность использования органического вещества почвы микроорганизмами оценена отношением $qCO_2 / C_{орг}$ показатель которого варьировался от 0,20 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ / г С_{орг} г⁻¹ (точка №6, спортивно-развлекательная зона) до 3,33 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ / г С_{орг} г⁻¹ (точка №8,

транзитная зона). Отношение $qCO_2 / C_{орг}$ для спортивно-развлекательной зоны составило $0,74 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{мик} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{орг} \text{ г}^{-1}$, при $CV= 103\%$, для транзитной зоны $2,51 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{мик} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{орг} \text{ г}^{-1}$ $CV= 46\%$, для зеленой зоны $0,68 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{мик} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{орг} \text{ г}^{-1}$ $CV= 100\%$, и для прибрежной зоны $0,32 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{мг}^{-1} C_{мик} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{орг} \text{ г}^{-1}$ (Таблица 30).

Таблица 30 - Микробиологические свойства почвы в слое 0–10 см разных функциональных зон парка Южное Бутово (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	qCO_2 , мкг $CO_2\text{-C}$ $\text{мг}^{-1} C_{мик} \text{ ч}^{-1}$ (CV, %)	$C_{мик} / C_{орг}$ % (CV, %)	$qCO_2 / C_{орг}$, мкг $CO_2\text{-C}$ $\text{мг}^{-1} C_{мик} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{орг} \text{ г}^{-1}$ (CV, %)
Спортивно-развлекательная (3)	2,43 (78)	1 (72)	0,74 (103)
Транзитная (3)	5,21 (4)	0,49 (31)	2,51 (46)
Зеленая (5)	3,19(31)	0,36 (110)	0,68 (100)
Прибрежная (1)	2,13	0,91	0,32

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{мик}$) почв парка «Сосны» варьировалось от $297 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$ в точке №2 (транзитная зона) до $1370 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$ в точке №7 (прибрежной зоны). Средний показатель для спортивно-развлекательной зоны равен $1069 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$ ($CV= 40\%$). Показатель $C_{мик}$ в транзитной зоне равен $639 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$ ($CV= 47\%$), в зеленой зоне данный показатель равен $450 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$ ($CV= 36\%$), что является наименьшим значением в парке, а в прибрежной зоне этот показатель был равен $861 \text{ мкг } C \text{ г}^{-1}$ ($CV= 25\%$) (Рисунок 96).

Скорость базального (микробного) дыхания (БД) почв парка «Сосны» варьировалась от $0,34$ (транзитная зона) до $1,44$ (спортивно-развлекательная зона) $\text{мкг } CO_2\text{-C } \text{г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$. Наибольший средний показатель БД в парке был в спортивно-развлекательной зоне $1,08 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$ ($CV= 46\%$), наименьшее значение в зеленой зоне $0,57 \text{ мкг } CO_2\text{-C } \text{г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$ ($CV= 50\%$), в транзитной и прибрежной зонах эти значения были равны $0,6$ ($CV= 43\%$) и $0,96$ ($CV= 29\%$) $\text{мкг } CO_2\text{-C } \text{г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$ соответственно (Рисунок 97).

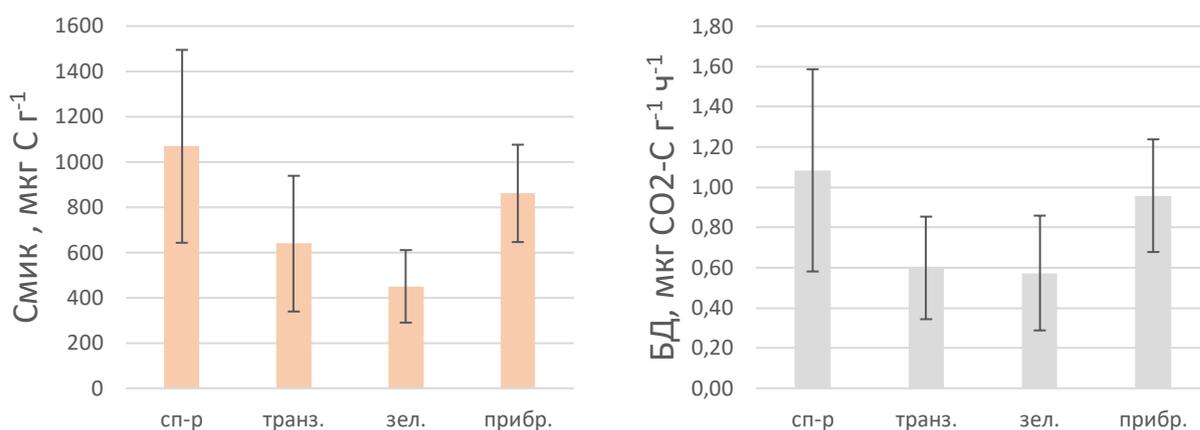


Рисунок 97 - Микробиологические свойства почв спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной (тр.) и зеленой (зел.) и прибрежной (прибр.) зон в парке Сосны (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы (qCO_2) варьировалось от 0,04 (точка №8, прибрежная зона) до 0,96 (точка №1, прибрежная зона). Среднее значение для четырех функциональных зон парка (спортивно-развлекательная, транзитная, зеленая, прибрежная) были равны $1,13 \text{ мкг } CO_2\text{-C мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$, $0,56 \text{ мкг } CO_2\text{-C мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$, $1,25 \text{ мкг } CO_2\text{-C мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ и $1,38 \text{ мкг } CO_2\text{-C мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ соответственно, что показывает на достаточно устойчивое функционирование микробного сообщества в верхнем слое почвы в парке (Таблица 31).

Отношение $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$. Данный показатель в парке варьировался от 0,37 (транзитная зона) до 2,19 % в прибрежной зоне. Средние показатели по четырем функциональным зонам были равны 1,13%, 0,56 %, 1,25% и 1,38% в спортивно-развлекательной, транзитной, зеленой и прибрежной зонах соответственно (Таблица 31).

Эффективность использования органического вещества почвы микроорганизмами оценена отношением $qCO_2 / C_{\text{орг}}$, значение которого варьировалось от 0,06 (точка №3, транзитная зона) до 0,96 (точка №1, прибрежная зона). Отношение $qCO_2 / C_{\text{орг}}$ для спортивно-развлекательной зоны составило $0,11 \text{ мкг } CO_2\text{-C мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$, для транзитной зоны $0,33 \text{ мкг } CO_2\text{-C мг}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{г } C_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$.

$^1 / \Gamma C_{\text{орг}} \Gamma^{-1}$, для зеленой зоны $0,37 \text{ мкг CO}_2\text{-C мГ}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \Gamma C_{\text{орг}} \Gamma^{-1}$ и в прибрежной зоне $0,39 \text{ мкг CO}_2\text{-C мГ}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \Gamma C_{\text{орг}} \Gamma^{-1}$ (Таблица 31).

Таблица 31 - Микробиологические свойства почвы в слое 0–10 см разных функциональных зон парка Сосны (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	$q\text{CO}_2$, мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ $\text{мГ}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} (\text{CV}, \%)$	$C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}} \%$ (CV, %)	$q\text{CO}_2 / C_{\text{орг}}$, мкг $\text{CO}_2\text{-C мГ}^{-1} C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ $/ \Gamma C_{\text{орг}} \Gamma^{-1} (\text{CV}, \%)$
Спортивно-развлекательная (2)	1(7)	1,13 (35)	0,11 (2)
Транзитная (3)	1,76 (85)	0,56 (35)	0,33 (146)
Зеленая (2)	1,48 (85)	1,25 (50)	0,37 (66)
Прибрежная (3)	1,92 (99)	1,38 (62)	0,39 (126)

Содержание углерода микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) в почвах парка истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой варьировалось от $420 \text{ мкг C } \Gamma^{-1}$ в точке №8 (транзитная зона) до $1346 \text{ мкг C } \Gamma^{-1}$ в точке №5 (спортивно-развлекательной зоны). Средний показатель для спортивно-развлекательной зоны равен $1280 \text{ мкг C } \Gamma^{-1}$ (CV=7%). Показатель $C_{\text{мик}}$ в транзитной зоне равен $712 \text{ мкг C } \Gamma^{-1}$ (CV=28%), что является наименьшим значением в парке, в зеленой зоне этот показатель был равен $855 \text{ мкг C } \Gamma^{-1}$ (CV=3%). В единственной точке в прибрежной зоне $C_{\text{мик}} = 1020 \text{ мкг C } \Gamma^{-1}$ (Рисунок 98).

Скорость базального (микробного) дыхания (БД) в почвах парка истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой варьировалась от 0,6 (транзитная зона) до 1,38 (спортивно-развлекательная зона) $\text{мкг CO}_2\text{-C } \Gamma^{-1} \text{ ч}^{-1}$. Наибольший средний показатель БД в парке был в спортивно-развлекательной зоне $1,25 \text{ мкг CO}_2\text{-C } \Gamma^{-1} \text{ ч}^{-1}$ при CV=14%, в прибрежной зоне данный показатель равнялся $1,11 \text{ мкг CO}_2\text{-C } \Gamma^{-1} \text{ ч}^{-1}$, а в транзитной и зеленых зонах показатель БД был $0,77 \text{ мкг CO}_2\text{-C } \Gamma^{-1} \text{ ч}^{-1}$ при коэффициенте пространственной вариации равном 17 и 13 %. (Рисунок 98).

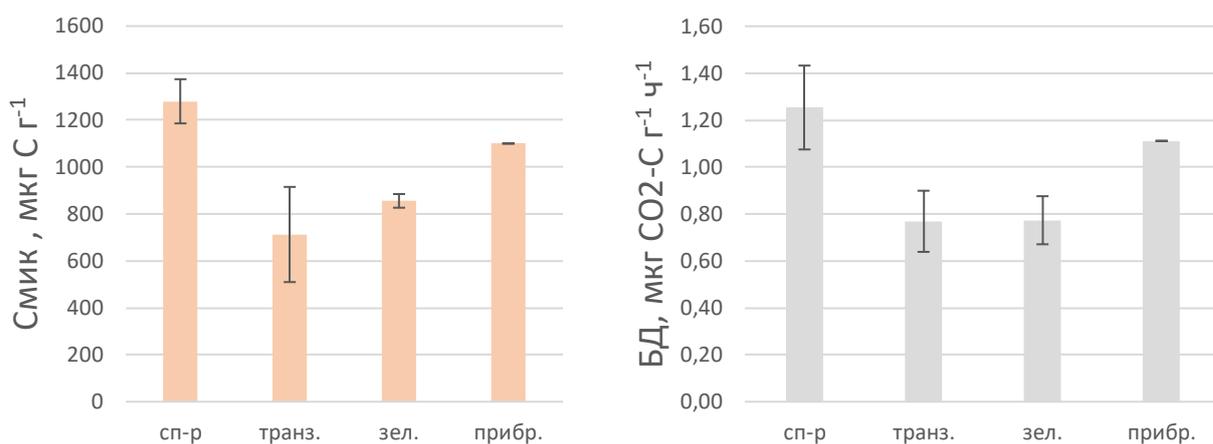


Рисунок 98 - Микробиологические свойства почв спортивно-развлекательной (сп-р), транзитной (тр.) и зеленой (зел.) и прибрежной (прибр.) зон в парке Сосны (Разработан автором)

Значение микробного метаболического коэффициента или удельного дыхания микробной биомассы (qCO_2) в почвах парка истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой варьировалось от 0,92 (точка № 4, транзитная зона) до 1,43 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (точка №8, транзитная зона). Среднее значение для четырех функциональных зон парка (спортивно-развлекательная, транзитная, зеленая, прибрежной) были равны 0,98 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (CV=7%), 1,12 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (CV=18%), 0,9 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ (CV=10%), и 1,01 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ соответственно, что показывает на достаточно устойчивое функционирование микробного сообщества в верхнем слое почвы в парке (Таблица 32).

Отношение $C_{мик} / C_{орг}$. Данный показатель в парке варьировался от 0,42 (транзитная зона) до 3,03 % в транзитной зоне. Средние показатели по четырем функциональным зонам были равны 1,49% при CV=46%, 1,75 при CV=63%, 0,75% при CV=18% и 0,93% в спортивно-развлекательной, транзитной, зеленой и прибрежной зонах соответственно (Таблица 32).

Эффективность использования органического вещества почвы микроорганизмами оценена отношением $qCO_2 / C_{орг}$. Среднее значение для спортивно-развлекательной зоны составило 0,11 мкг CO_2 -С мг⁻¹ С_{мик} ч⁻¹ / г С_{орг} г⁻¹,

для транзитной зоны $0,25 \text{ мкг СО}_2\text{-С мг}^{-1} \text{ С}_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{Г С}_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$, для зеленой зоны $0,08 \text{ мкг СО}_2\text{-С мг}^{-1} \text{ С}_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{Г С}_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$ и для барбекю $0,09 \text{ мкг СО}_2\text{-С мг}^{-1} \text{ С}_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1} / \text{Г С}_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$ (Таблица 32).

Таблица 32. Микробиологические свойства почвы в слое 0–10 см разных функциональных зон парка истории поселения Роговское им. Валентины Карпачёвой (Разработана автором)

Функц. зона (кол-во точек)	$q\text{CO}_2$, $\text{СО}_2\text{-С}$ $\text{С}_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ (CV, %)	$\text{С}_{\text{мик}} / \text{С}_{\text{орг}} \%$ (CV, %)	$q\text{CO}_2 / \text{С}_{\text{орг}}$, мкг $\text{СО}_2\text{-С мг}^{-1} \text{ С}_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}$ $/ \text{Г С}_{\text{орг}} \text{ г}^{-1}$ (CV, %)
спортивно-развлекательная (2)	0,98 (7)	1,49 (46)	0,11 (46)
Транзитная (5)	1,12 (18)	1,75 (63)	0,25 (57)
Зеленая (2)	0,9 (10)	0,75 (18)	0,08 (24)
Прибрежная (1)	1,01	0,93	0,09

6.4 Обобщение и сравнительный анализ микробиологических свойств почвы парков с разной историей землепользования.

При анализе двух историй землепользования для $\text{С}_{\text{мик}}$ в лесопарковых зонах наблюдается схожесть значений для всех функциональных зон по сравнению с фоновыми значениями, в то время как на бывших СХ-объектах видна неоднородность, это связано с неоднородностью почвенного покрова во втором случае. Значения $q\text{CO}_2$ на фоновых территориях значительно выше, чем в парках, особенно это заметно для лесных территорий. Данная ситуация встречается в дерново-подзолистых почвах, где гумусово-аккумулятивный горизонт меньше. (Рисунок 99).

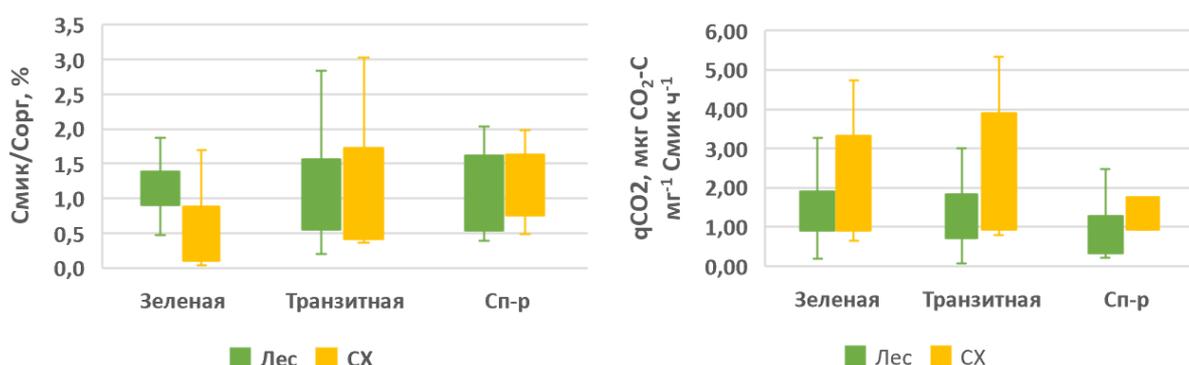


Рисунок 99 - Показатели qCO_2 и $C_{мик}/C_{орг}$ для разных функциональных зон с разной историей землепользования в сравнении с фоновыми значениями (Разработан автором)

БД для фоновой территории чуть выше значений лесопарка, т. е. процессы трансформации органического вещества после преобразования лесов снижаются, независимо от функциональной зоны, в то время как для бывших СХ-объектов такая тенденция наблюдается только для зеленой и транзитной зоны (Таблица 33).

Таблица 33. Микробиологические свойства почвы парков с разной историей землепользования в разных функциональных зонах в слое 0–10 см (Разработана автором)

Функц. зона Ист. землеп.	$C_{мик}$, мкг С г $^{-1}$ (CV, %)		БД, мкг CO_2-C г $^{-1}$ ч $^{-1}$ (CV, %)	
	Лес	СХ	Лес	СХ
Спортивно-развлекательная	573 (44)	942 (44)	0,62 (63)	1,02 (27)
Транзитная	486 (40)	486 (68)	0,54 (66)	0,64 (17)
Зеленая	550 (34)	480 (75)	0,66 (51)	0,64 (18)
Прибрежная	-	857 (29)	-	1,12 (15)
Барбекю	400	-	0,76	-

ГЛАВА 7. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ

Большое количество рекреационных зон в Новой Москве в значительной мере влияют на экологию, комфорт и качество жизни населения в городе, хотя их общая площадь занимает меньше 0,4% от всей территории Новой Москвы. Отсутствие единой классификации приводит к недостатку статистических данных, которые могли бы использоваться для грамотного и устойчивого проектирования новых рекреационных зон и управления существующими. Исследование парков Новой Москвы показало возможность создания такой классификации, т. к. многие из них имеют схожие элементы, которые позволяют объединять их по различным категориям. В частности, в этой работе были рассмотрены два таких критерия: функциональное зонирование и истории землепользования. Важность анализа рекреационных зон по этим параметрам и показана в данной работе. По результатам стало понятно, что, выполняя рекреационную и эстетическую, парки не в меньшей степени выполняют и транзитную функцию, т. е. населения использует их как территорию, через которую можно попасть из одной точки в другую. Таким образом, помимо зеленой зоны во всех парках была выделена и транзитная зона. В 9 из 10 объектах также встречаются спортивно-развлекательные зоны, а во всех изученных парках на бывших СХ территориях есть прибрежная зона. Таким образом, такой набор данных позволил проанализировать рекреационные зоны исходя из знаний об их истории землепользования и функциональном зонировании. А влияние этих данных на состояние древесных насаждений и почв представлено ниже.

Таким образом, состояние деревьев, независимо от функциональной зоны хуже в лесопарках, чем в парках, образованных на месте бывших СХ-объектов. В обоих случаях растения чувствуют себя лучше в транзитной зоне, а хуже всего в спортивно-развлекательной. Результаты, описанные в четвертой главе, подтверждают гипотезу о большем коэффициенте пространственной вариации в парках образованных на месте бывших сельскохозяйственных объектов, чем на

бывших лесных территориях, что объясняется преобладанием человеческого фактора в решениях по управлению первой категорией и большим влиянием естественного отбора во второй (Рисунок 100).

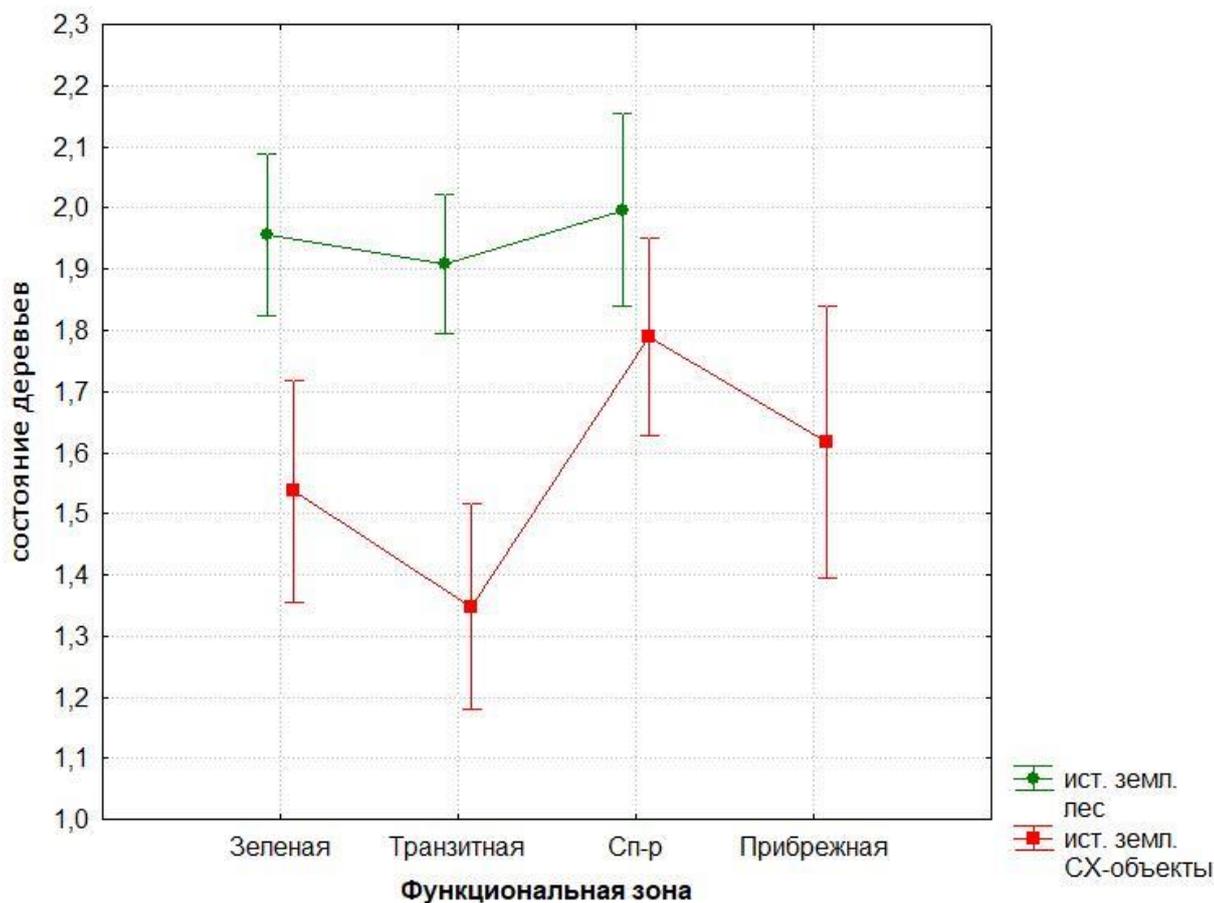


Рисунок 100 - Сравнение состояния деревьев в функциональных зонах парков с разной историей землепользования (Разработан автором)

Сравнительный анализ физико-химических свойств почвы рекреационных зон с разной историей землепользования. К сравнению почв в разных функциональных зонах (который был описан в главе 5) добавляется такой параметр, как глубина, который в разной степени реагирует на антропогенное вмешательство, т. е. в некоторых точках можно наблюдать превышение показателей только в верхнем слое, а в другом случае на всей глубине или наоборот. Так значимые различия между показателями рН есть на всей глубине ($p=0,000$) отбора почв в двух типах объектов. Средний показатель рН почвы парков, образованных, на месте СХ-объектов на глубине 0-10 см был равен $7 \pm 0,3$, что

выше среднего значения в лесопарках, где $pH = 6 \pm 0,3$, такая разница в 1 единицу между значениями наблюдалась на всей глубине отбора, таким образом средние показатели pH на бывших сельскохозяйственных территориях были выше значений в лесопарке. А при сравнении с фоновыми значениями значимые отличия были у лесопарков на глубине 0–10 см ($p=0,003$) и 10–30 см ($p=0,04$), в то время как для бывших сельскохозяйственных территорий и их фона такие различия выявлены не были. Также статистически значимые отличия между двумя видами парков ($p=0,000$) были в слое 0–10 см для $C_{орг}$ (Рисунок 101).

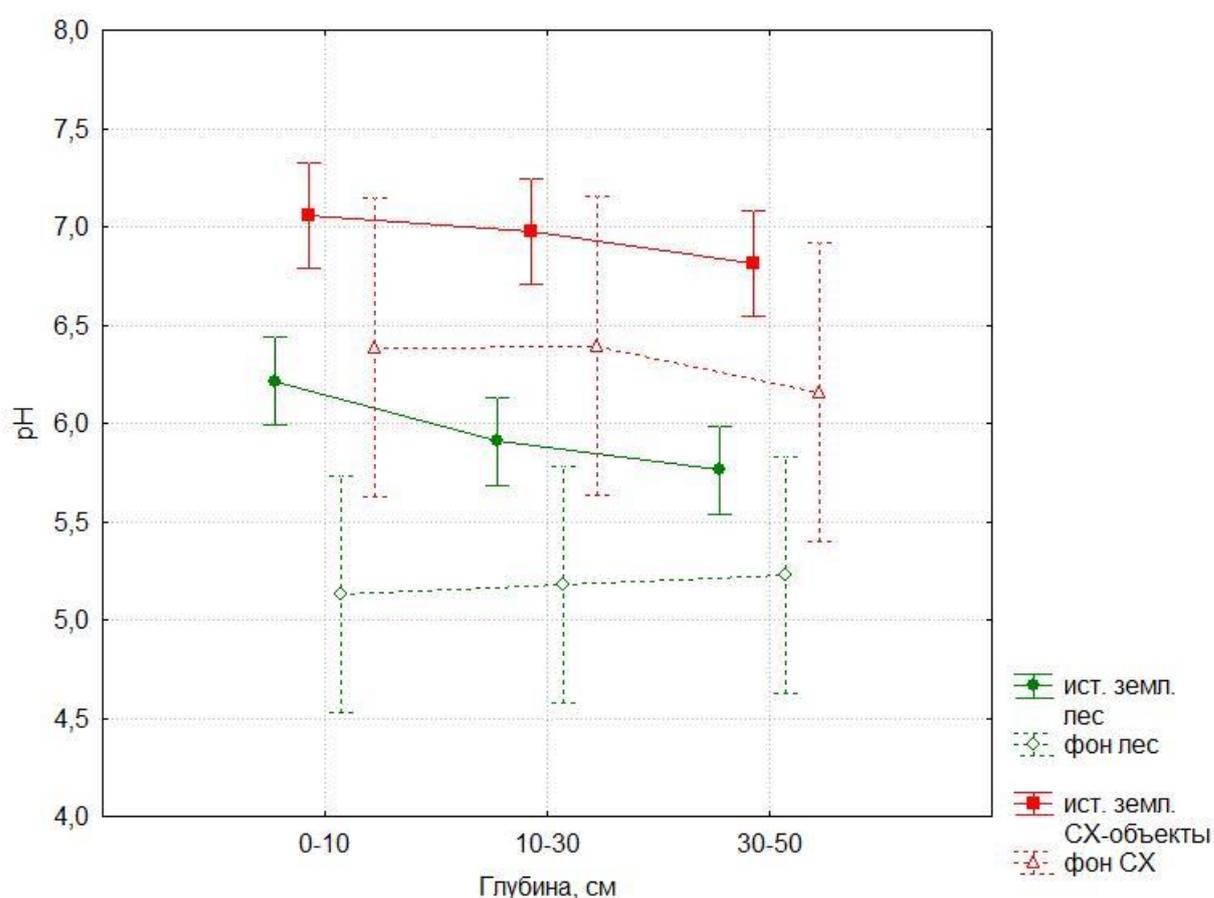


Рисунок 101 - Значение pH на глубине 0–10, 10–30, 30–50 см в парках с разной историей землепользования и фон (Разработан автором)

Средние показатели К в лесопарках были меньше, чем в парках, образованных на месте СХ-объектов, при этом значимые отличия были на глубине 10–30 см ($p=0,01$) и 30–50 см ($p=0,01$). А при сравнении с фоном значимых отличий

выявлено не было. У Р ситуация была схожая, однако значимые отличия были лишь, на глубине 30–50 см ($p=0,000$). Распределение по профилю было от наибольшего в слое 0–10 к наименьшему в слое 30–50 см по обоим показателям во всех типах истории землепользования (рисунок 102). Сравнение с фоном не показало значимых отличий, однако в слое 0–10 и 10–30 см средние значения фоновых территорий сельскохозяйственных земель были выше, чем в рекреационных зонах с этой историей землепользования, что объясняется постоянным использованием фосфорных удобрений в сельском хозяйстве. При этом средние значения Р на всей глубине были меньше, в фоновых лесных точках, чем в лесопарках (Рисунок 102).

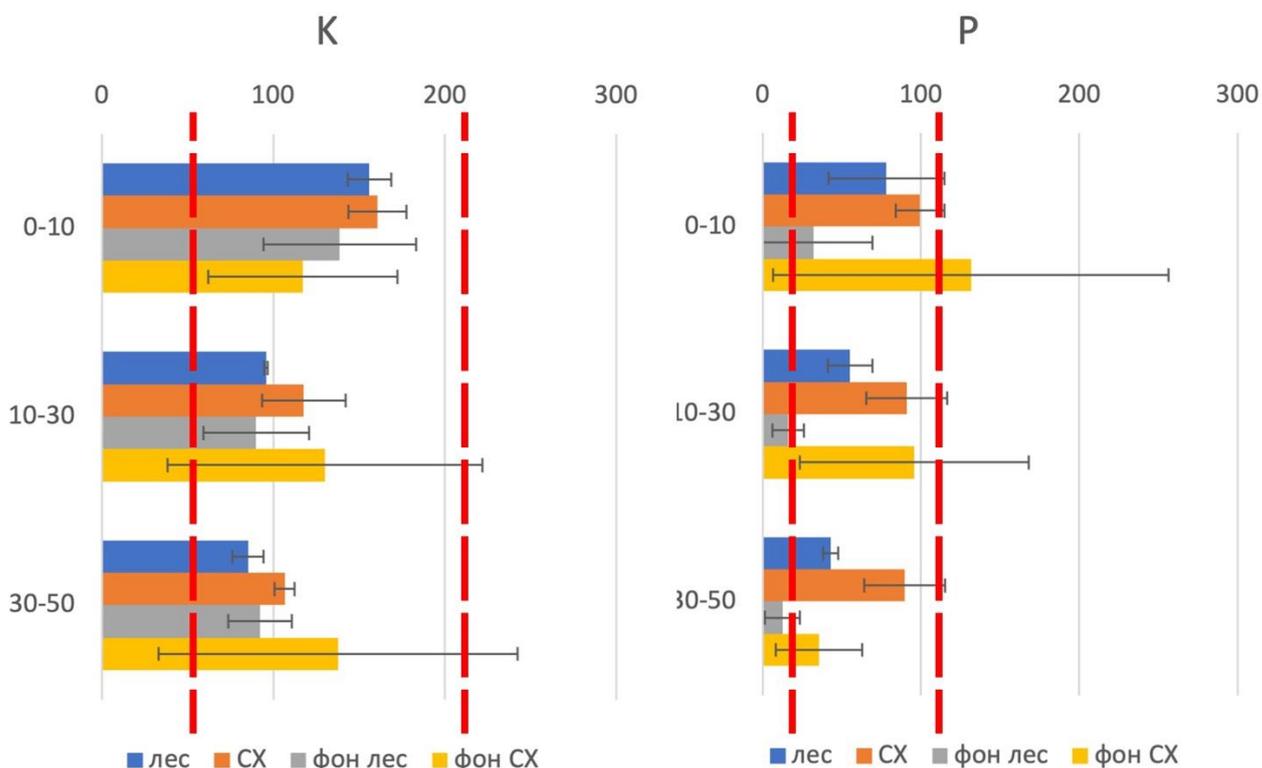


Рисунок 102 - Распределение К и Р, (мг/кг) по профилю в почвах парков с разной историей землепользования (Разработан автором)

Значимые различия между двумя историями землепользования в слое 0–10 были у As ($p=0,002$), Mn ($p=0,000$). При этом в сравнении лесопарков с фоновыми

территориями значимые отличия были у Mn ($p=0,000$) и Pb ($p=0,011$). А анализ фоновых почв сельскохозяйственных территорий и парков, образованных на их месте СХ-объектов значимых отличий, не выявил. Сравнение слоев 10–30 в парках с разной историей землепользования показало значимые отличия концентрации Zn ($p=0,000$). При сравнении бывших сельскохозяйственных территорий с фоном значимые отличия были лишь в концентрации Ni ($p=0,043$), а лесопарков с лесом значимые отличия были у Ni ($p=0,036$) и Mn ($p=0,006$), при этом средние значения были выше в лесу по обоим показателям. В слое 30–50 см значимые различия были у Zn ($p=0,000$). Сравнение лесопарков с фоновыми почвами показало значимые отличия у Cu ($p=0,041$), с СХ-объектами значимых отличий не обнаружено (Таблица 34).

Таблица 34 - Сводная таблица содержания тяжелых металлов в почвах парков с разной историей землепользования в слоях 0–10, 10–30 и 30–50 см (Разработана автором)

Слой, см	As, мг/кг		Mn, мг/кг		Zn, мг/кг	
	Лес	СХ-объекты.	Лес	СХ-объекты.	Лес	СХ-объекты.
0-10	6,79±0,58	7,71±0,39	618,09± 84,72	412,73±20,33	67,32±0,48	72,79±11,74
10-30	9,12±3,42	7,14±0,75	519,41± 66,49	460,94±30,35	48,56±2,58	66,22±18,66
30-50	9,92±2,77	7,02±0,43	392,71± 45,73	452,65±45,43	46,46±2,32	55,26±6,44
	Ni, мг/кг		Cu, мг/кг		Pb, мг/кг	
	Лес	СХ-объекты.	Лес	СХ-объекты.	Лес	СХ-объекты.
0-10	24,41±2	24,87±0,89	11,98±2,4	18,6±5,27	20,23±1,78	17,09±1,74
10-30	24,56±1,27	25,61±1,72	11,29±2,5	14,04±2,98	16,7±2,81	12,55±1,75
30-50	29,05±4,48	26,17±2,16	12,04±0,86	11,75±0,68	14,27±3,28	11±1,02

Сравнительный анализ микробиологических свойств почвы рекреационных зон с разной историей землепользования показал, что в среднем по паркам с разной историей землепользования наблюдается схожая ситуация, как и с функциональными зонами, значения Содержания $S_{мик}$ в почвах фоновых территорий меньше, чем в почвах рекреационных зон, однако ошибка среднего больше именно в почвах естественных территорий. Содержание qCO_2 выше в фоновых территориях, по сравнению в рекреационных зонах, такая же ситуация

наблюдается и для отношения $C_{\text{мик}}/C_{\text{орг}}$, таким образом, несмотря на большие значения $q\text{CO}_2$ в фоновых территориях, что говорит о стрессовой ситуации в фоновых территориях за счет подзолистой части почвы, почвы фоновых территорий аккумулируют $C_{\text{орг}}$ лучше, чем почвы рекреационных зон (Рисунок 103).

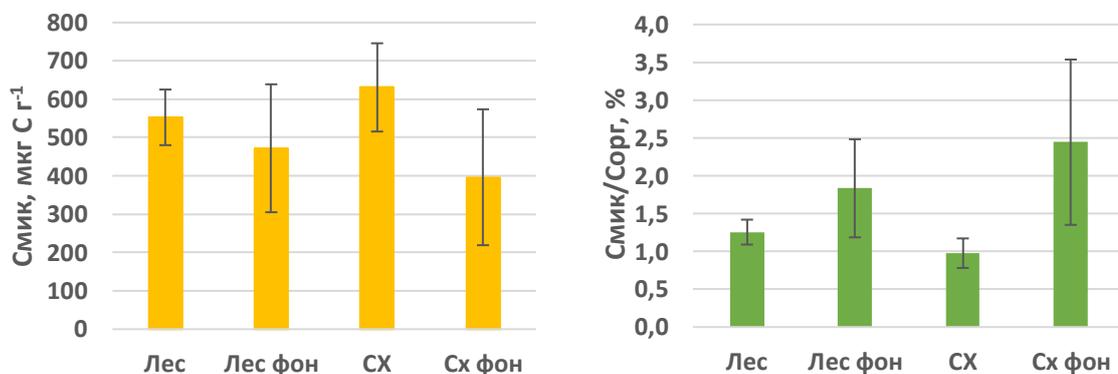


Рисунок 103 - Показатели $C_{\text{мик}}$ и $C_{\text{мик}}/C_{\text{орг}}$ для парков с разной историей (Разработан автором)

Анализ взаимосвязей состояния почв и деревьев..

Для анализа взаимосвязи состояния почв и зеленых насаждений был использован анализ главных компонент, где химические и микробиологические свойства почв были переменными, а история землепользования – группирующим фактором (Рисунок 104). В состав главной компоненты, определившей от 24 до 29% общей дисперсии в зависимости от горизонта, вошли микробиологические свойства (БД и СИД, для слоя 0–10 см) и концентрации тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, As).

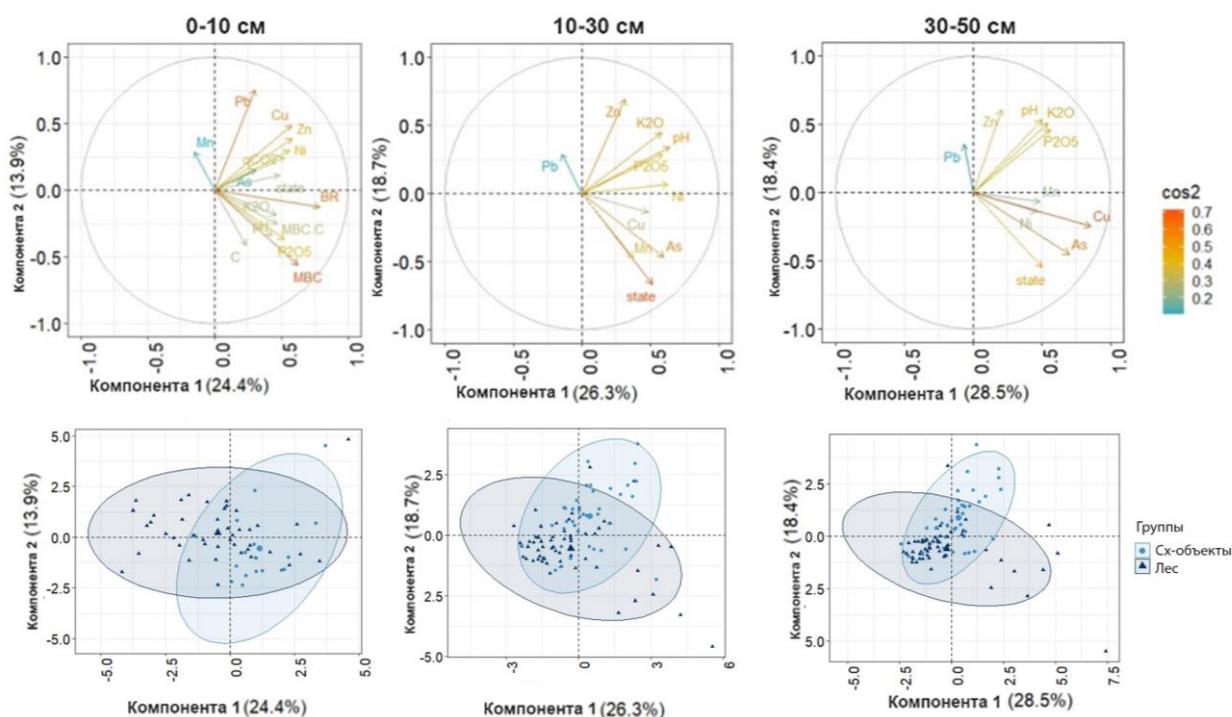


Рисунок 104 - Анализ главных компонент (РСА) на глубине 0–10 см (Разработан автором)

Микробиологические свойства почв тесно коррелировали с содержанием биофильных элементов (С и Р). Микробный метаболический коэффициент и содержание тяжелых металлов коррелировали с баллом состояния зеленых насаждений, т. е. при более ослабленном состоянии зеленых насаждений соответствовало более угнетенное состояние почвенного микробиома. Для слоев 10–30 и 30–50 см балл состояния древесных растений также коррелировал с концентрацией тяжелых металлов, но зависимость была слабее, чем для слоя 0–10 см. Локации лесопарков и парков на месте СХ-объектов выделяются в отдельные кластеры. Тенденция к кластеризации с глубиной увеличивается, т. е. история землепользования отражается в свойствах нижних горизонтов сильнее, чем в поверхностных. Разброс точек (общая дисперсия свойств почв) для лесопарков выше, чем для парков на месте СХ-объектов. Это можно объяснить тем, что для более естественных экосистем лесопарков сохраняется исходная неоднородность почвенного покрова, в то время, как и сельскохозяйственное использование и дальнейшее озеленение и благоустройство в процессе создания парков на месте СХ-объектов приводит к гомогенизации почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большое количество рекреационных зон в Новой Москве в значительной мере влияют на экологию, комфорт и качество жизни населения в городе, хотя их общая площадь занимает меньше 0,4% от всей территории Новой Москвы. Отсутствие единой классификации приводит к недостатку статистических данных, которые могли бы использоваться для грамотного и устойчивого проектирования новых рекреационных зон и управления существующими. Исследование парков Новой Москвы показало возможность создания такой классификации, т. к. многие из них имеют схожие элементы, которые позволяют объединять их по различным категориям. В частности, в этой работе были рассмотрены два таких критерия: функциональное зонирование и истории землепользования. Важность анализа рекреационных зон по этим параметрам и показана в данной работе. По результатам стало понятно, что, выполняя рекреационную и эстетическую, парки не в меньшей степени выполняют и транзитную функцию, т. е. населения использует их как территорию, через которую можно попасть из одной точки в другую. Таким образом, помимо зеленой зоны во всех парках была выделена и транзитная зона. В 9 из 10 объектах исследования также встречаются спортивно-развлекательные зоны, а во всех изученных парках на бывших СХ территориях есть прибрежная зона. В парке 3-го микрорайона Московского была отобрана одна точка в зоне барбекю (ни в одном изученном парке больше не встречалась). Таким образом, зона барбекю не является типичной для лесопарков и парков, хотя потребность в проведение такого вида отдыха есть, ее не принято организовывать непосредственно в парковой части, организовывается за пределами парка. Прибрежная зона отсутствует в большей части лесопарков, хотя в лесных массивах встречаются водные объекты, они в большей степени не организованы для отдыха и находятся за пределами официальных границ рекреационных зон. Таким образом такой набор данных позволил проанализировать рекреационные зоны исходя из знаний об их истории землепользования и функциональном зонировании.

В период с 2010 по 2019 год в парках на месте бывших СХ-объектов увеличение площадей запечатанных территорий произошло минимум на 31,5 %, в то время как максимальное значение для лесопарков было 12,5%. Также в значительной степени отличается ситуация с травяным покрытием, в этот же период произошло уменьшение их площадей во всех бывших СХ-объектов и увеличение в лесопарках. Наибольшее негативное влияние на экосистемные услуги произошла на бывших СХ-объектах. Различия между состоянием деревьев в лесопарках и парках, образованными на месте бывших сельскохозяйственных объектов ($p=0,001$). Средний балл в лесопарках был выше 1,8 по сравнению со второй категорией рекреационных зон 1,6, что показывает худшее состояние деревьев в лесопарках. При этом и тот и тот показатель является неплохим, что говорит о достаточно хорошем состоянии деревьев в целом в рекреационных зонах. Ни в одном из парков не выделено превышение нормативных значений (ОДК) по содержанию ТМ. В зависимости от истории землепользования микробиологические свойства отличаются. В слое 0–10 м микробиологические свойства почвы в наибольшей степени влияют на состояние деревьев, а содержание тяжелых металлов его не оказывает. В слое 10–30 и 30–50 см выявлено прямое влияние содержания ТМ на состояние древесных растений. Тем не менее можно уверенно говорить о серьезном влиянии истории землепользования на состояния почв и древесных насаждений рекреационных зон, а отличия в видовом разнообразии деревьев и разницы в почвенных свойствах, таких как рН, содержания $C_{орг}$, К, Р, а также различия микробиологических свойств говорит о необходимости создания подходов по администрированию парков с учетом их истории и функционального зонирования.

ВЫВОДЫ

1. Урбанизация Новой Москвы в 2000–2019 годах привела к трехкратному увеличению застроенных (запечатанных) территорий и параллельному развитию РЗ на месте бывших лесных и сельскохозяйственных территорий. На 2022 год в Новой Москве создано или реорганизовано 66 крупных (более 2 га) рекреационных зон, 70% из которых расположены в пределах 30 км от границ Москвы до 2012 г.

2. Преобразование лесных и сельскохозяйственных территорий в рекреационные зоны меняет структуру поверхности (запечатывание, высадка древесно-кустарниковой растительности и газонов), что оказывает воздействие на ключевых экосистемные услуги. Создание лесопарков сопряжено с менее значительными изменениями экосистемных услуг по сравнению с парками на месте сельскохозяйственных угодий, где снижение более, чем на 1 балл отмечено для 3 из 4 рекреационных зон.

3. Видовое разнообразие древесных насаждений в лесопарках значимо выше, а состояние – значимо хуже ($p < 0.05$), чем в парках на месте СХ объектов. Среди последних, состояние древесных насаждений в транзитной зоне (1.3 балла) выше, чем в других функциональных зонах.

4. В почвах парков значения рН и содержания $C_{орг}$ были значимо выше, чем в соответствующих фоновых участках, а в парках, образованных на месте бывших СХ-объектов, выше, чем в лесопарках. Статистически достоверная разница показана как для поверхностных, так и для подстилающих горизонтов. При этом доля микробного углерода ($C_{мик}/C_{орг}$) в почвах фоновых объектов (0–10 см) была значимо выше, чем в почвах парков.

5. Функциональное зонирование определило пространственную внутреннюю неоднородность содержания фосфора, калия и некоторых тяжелых металлов в почвах парков. Максимальное содержание фосфора показано для транзитной зоны, а калия – для спортивно-развлекательной. Содержание Ni, As и Pb в почвах транзитной зоны были значимо выше, чем в зеленой, но не превышало

нормативных значений. Влияние функционального зонирования на свойства почвы было значимым для поверхностного горизонта и снижалось с глубиной.

6. Анализ главных компонент показал взаимосвязь состояния древесных насаждений с микробиологической активностью и содержанием некоторых тяжелых металлов (As, Cu, Ni) и микробным метаболическим коэффициентом.

7. При разработке подходов к созданию и администрированию РЗ, важным параметром является знание об истории землепользования, которая оказывает влияние на состав растительного сообщества, его состояния, а также почвенные характеристики и взаимосвязь между ними.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. (4). С. 51–57. 1989. Т. 4. С. 51–57.
2. Бондаренко Е. В. Опыт учета экосистемных сервисов почв при оценке деградации земель (на примере УО ПЭЦ МГУ) // 2016.
3. Буйволова А.Ю. Трансформация естественных лесных экосистем города Москвы на примере природно-исторического парка «Кузьминки-Люблино» // 2016.
4. Бурова Н. В., Феклистов П. А. Антропогенная трансформация пригородных лесов. Архангельск, 2007. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. 263 с.
5. Воробьева Л. А. Химический анализ почв.: М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
6. ГОСТ 12536–2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
7. ГОСТ 26423–85. Почва. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
8. ГОСТ 28329–89 Озеленение городов. Термины и определения.
9. ГОСТ Р 54650–2011. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
10. ГОСТ 17.6.1.01-83. Международный стандарт. Охрана природы. Охрана и защита лесов. Термины и определения.
11. Глазунов Г. П., Евдокимова М. В., Титарев Р. П., Шестакова М. В. Разработка количественных методов экологического мониторинга и оценки состояния почв и растительного покрова в окрестностях крупного горно-обогатительного комбината по данным дистанционного зондирования Земли // Материалы 20-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»., 2018.
12. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков. Москва:

Стройиздат, 1991. undefined-340 с.

13. Демина С. А., Васенев В.И., Махиня К.И., Ромзайкина О.Н., Истомина И. И., Павлова М. Е., Довлетярова Э. А. Комплексный анализ почв и зеленых насаждений в парках Новой Москвы, образованных на месте бывших сельскохозяйственных территорий и леса // Вестник РУДН. Серия: Агротомия и животноводство. 2022 Т. 17 № 3 С. 331–349.

14. Добровольский Г. В, Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв) / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин: М.: Наука, 1990.

15. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Экология почв. Учебник / 2-е изд., уточн. и доп.: М.: Издательство МГУ, 2012. 412 с.

16. Душкова Д. О., Кириллов С. Н. Зеленая инфраструктура города: опыт Германии // Вестник государственного Волгоградского университета. 2016. Т. 3. № 2. С. 136–147.

17. Еремченко О. З. Кайгородов Р.В., Шестаков И. Е., Чудинова Л. А. Почвоведение. Теория и практика лабораторных работ. учеб. пособие / сост. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2014. 95 с.

18. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ.

19. Иконников А. В. Архитектура Москвы. XX век.: — Москва: Московский рабочий, 1984. 222 с.

20. Казеев К.Ш., Колесников С. И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований.: Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2003. 216 с.

21. Климанова О. А., Колбовские Е.Ю., Илларионова О. А. Зеленая инфраструктура города: оценка состояния и проектирование развития. 324 с.

22. Климанова О. А., Колбовский Е.Ю., Курбаковская А.В. Оценка геоэкологических функций зеленой инфраструктуры в городах Канады., 2016.

23. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. Режим доступа https://stroj.mos.ru/press_releases/chisliennost-nasielieniia-novoi-moskvu-prievysila-550-tysiach-chieloviek, свободный.

24. Краснощекова Н. С., Иванов В. И. Москва-Париж: Природа и градостроительство / под ред. Н. С.; Краснощекова, В. И.; Иванов, К. М. Вадро.: М.: Инкомбук, 1997. 208 с.

25. Кузнецов В. А., Рыжова И. М., Стома Г. В. Изменение свойств почв лесопарков Москвы при высоком уровне рекреационной нагрузки, «Почвоведение» // Почвоведение. 2017. № 10.

26. Кузнецов В. А., Рыжова И. М., Телеснина В.М., Стома Г.В. Количественная оценка влияния рекреации на растительность, подстилку и плотность почв лесопарков Москвы // Вестн. Моск. ун-та. ПОЧВОВЕДЕНИЕ. 2015. Т. 17.

27. Курбатова А. С. Ландшафтно-экологические основы формирования градостроительных структур Московского мегаполиса // 2004.

28. Ландшафтная карта Подмосковья / Концепция, содерж. карты разработ. на каф. физ. географии и геоэкологии геогр. ф-та МПГУ ; Сост. и подгот. к изд. ООО АКЦ ; Геогр. основа-Роскартография ; Авт. Любушкина С. Т. ; Ред. Фокина Л. А. - 1:100 000, 1 км в 1 см. - Москва : АКЦ, 2004. - 1 к. (2 л. скл.): цв: текст; 134x100 см.

29. Лысак Л. В., Сидоренко Н. Н., Марфенина О. Е., Звягинцев Д. Г., Микробные комплексы городских почв // Почвоведение. 2000. Т. 1. С. 80–85.

30. Макаров О. А., Карева О. В., Чистова О. А. Оценка загрязненности почв придорожных территорий тяжелыми металлами (на примере УО ПЭЦ МГУ имени М. В. Ломоносова «Чашниково») // Экология урбанизированных территорий. 2017. Т. 1. С. 49–55.

31. Маркова О. И. Особо охраняемые территории Москвы как основа экологического каркаса мегаполиса // Географическая среда и живые системы. 2020. Т. 4. С. 28–47.

32. Мартыненко И. А., Прокофьева Т. А., Строгонова М. Н. Состав и строение почвенного покрова лесных, лесопарковых и парковых территорий г. Москвы. // Лесные экосистемы и урбанизация. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2008. С. 69–90.

33. Парамонова Т. А., Тишкин Э. В., Краснов С. Ф., Толстихин Д. О. Структура почвенного покрова и основные свойства почв природного парка Воробьевы горы // Вестник Московского университета. 2010. Т. 17. № 1. С. 24–34.
34. Попутников В.О. Тенденции антропогенной трансформации автоморфных почв территорий городских парков и прилегающих жилых кварталов // 2011.
35. Постановление Правительства РФ от 02.04.2020 N 424 «Об особенностях предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов».
36. Постановление правительства от 10 сентября 2002 года N 743-ПП «Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений и природных сообществ города Москвы».
37. Прокофьева Т. В., Попутников В.О. Антропогенная трансформация почв парка Покровское– Стрешнево (г. Москва) и прилегающих жилых кварталов // Почвоведение, 6. 2010. С. 748–758.
38. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник.: М.: Мысль, 1990. undefined-637 с.
39. Рысин Г. А. Мониторинг рекреационных лесов: [монография] / [Л. П. Рысин и др.]; [отв. ред. Л. М. Носова]; Рос. акад. наук, От-ние биол. наук, Ин-т лесоведения. - Москва, 2003 (Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН). - 167, [1] с.: ил., табл., цв. ил.; 21 см.; ISBN 5-201-14517-5.
40. Рысин Л. П. Динамика и устойчивость рекреационных лесов: [сборник] / [Л. П. Рысин и др.]; Российская акад. наук, Ин-т лесоведения, Программа фундаментальных исслед. Отд-ния биологических наук РАН "Фундаментальные основы упр. биологическими ресурсами". - Москва: Товарищество науч. изд. КМККМК, 2006 (М.: Типография "Наука"). - 164, [1] с., [2] л. цв. ил.: ил., табл.; 24 см.; ISBN 5-87317-295-1.
41. Семенюк О. В., Стома Г. В., Бодров К. С. Оценка стоимости экосистемных услуг городских ландшафтов (на примере г. Москвы) // Почвоведение. 2021. № 12.

42. Смагин А. В. Динамка черноземов: реконструкция развития и прогноз агродеградации // Проблемы экологии и агрохимии. 2012. Т. 3. С. 31–39.
43. СП 475.1325800.2020. Свод правил. Парки. Правила градостроительного проектирования и благоустройства (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 22.01.2020 N 26/пр).
44. Стандарт благоустройства Объектов инфраструктуры отдыха в городе Москве. Книга 4. Стандарт благоустройства дворовых территорий., 2017. 385 с.
45. Строганова М. Н., Мягкова А. Д., Прокофьева Т. В. Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение. 1997а. Т. 1. С. 96–101.
46. Строганова М. Н., Мягкова А. Д., Прокофьева Т. В. Городские почвы: генезис, классификация, функции // Почва, город, экология – М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997б. С. 15–88.
47. Тетиор А.Н. Большая Москва «Новая Москва»: Развитие города // Sciences of Europe. 2020. Т. 47. С. 56–63.
48. Цветнов Е. В., Макаров О. А., Яковлев А. С., Бондаренко Е. В. О включении экосистемных услуг в систему оценки ущерба от деградации земель // Почвоведение. 2016. № 12.
49. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Москва: Техносфера, 2008. undefined-312 с.\
50. Чистякова, А. А. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники: методические разработки для студентов биологических специальностей / А. А. Чистякова, Л. Б. Заугольнова, И. В. Полтинкина [и др.]. – М.: Прометей, МГПИ им. В. И. Ленина, 1989. – 106 с.
51. Шеин Е. В. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 200 с.
52. Шеин Е.В., Карпачевский Л.О. Теории и методы физики почв. Коллективная монография под общей редакцией Шеина Е.В. и Карпачевского Л.О // Гриф и К Москва. 2007. 616 с.
53. Шихов А.Н. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения //

Электронные данные. 2020. С. 68–70.

54. Яковлев А. С., Молчанов Э. Н., Макаров О. А., Савин И. Ю. Научно-правовые аспекты экологической оценки и контроля деградации почв и земель России на основе характеристики их экологических функций // Почвоведение. 2015. Т. № 9.

55. Adegun O. B. Green infrastructure in relation to informal urban settlements // Journal of Architecture and Urbanism. 2017. Т. 41. № 1.

56. Ananyeva N. D., Susyan E. A., Chernova и O. V., Wirth S. Microbial respiration activities of soils from different climatic regions of European Russia // Eur J Soil Biol. 2008. Т. 44. № 2.

57. Anderson J. P. E., Domsch K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biol Biochem. 1978. Т. 10. № 3.

58. Andersson E., Barthel S., Borgström S., Colding J. Reconnecting cities to the biosphere: Stewardship of green infrastructure and urban ecosystem services // Ambio. 2014. Т. 43. № 4.

59. Andersson-Sköld Y., Klingberga J., Gunnarssonb B., Cullinanec K., Gustafsson I., Hedblome M., Knezf I., Lindberga F., Sangg A.O., Pleijelb H., Thorssonh P., Thorsson S. A framework for assessing urban greenery's effects and valuing its ecosystem services // J Environ Manage. 2018. Т. 205.

60. Arce-Nazario J. A. Human landscapes have complex trajectories: Reconstructing Peruvian Amazon landscape history from 1948 to 2005 // Landsc Ecol. 2007. Т. 22. № SUPPL. 1.

61. Argenbright R. Moscow on the rise: From primate city to megaregion // Geogr Rev. 2013. Т. 103. № 1.

62. Argenbright R. The evolution of New Moscow: from panacea to polycentricity // Eurasian Geogr Econ. 2018. Т. 59. № 3–4.

63. Argenbright R., Bityukova V.R., Kirillov P. L., Makhrova A. G. Directed suburbanization in a changing context: “New Moscow” today // Eurasian Geogr Econ. 2020. Т. 61. № 3.

64. Artuso A., Cossu E., He L., She Q. Rehabilitation of landfills. New functions

and new shapes for the landfill of Guiyang, China // *Detritus*. 2020. T. 11.

65. Bae J., Ryu Y. Land use and land cover changes explain spatial and temporal variations of the soil organic carbon stocks in a constructed urban park // *Landsc Urban Plan*. 2015. T. 136.

66. Batty M., Besussi E., Chin N. Traffic, Urban Growth and Suburban Sprawl // *Centre for Advanced Spatial Analysis*. 2003. T. 44. № 0.

67. Bell S., Montarzino A., Travlou P. Mapping research priorities for green and public urban space in the UK // *Urban for Urban Green*. 2007. T. 6. № 2.

68. Blum W. E. H. Functions of soil for society and the environment // *Rev Environ Sci Biotechnol*. 2005. T. 4. № 3.

69. Bolund P., Hunhammar S. Ecosystem services in urban areas., 1999. 293–301 c.

70. Brianskaia I. P., Vasenev V. I., Brykova R., Markelova V. N. Analysis of Volume and Properties of Imported Soils for Prediction of Carbon Stocks in Soil Constructions in the Moscow Metropolis // *Eurasian Soil Science*. 2020. T. 53. № 12.

71. Briassoulis H. Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches // *Morgantown: West Virginia University*. 2000.

72. Bukvareva E. N., Grunewald K., Klimanova O., Kolbovsky E. Teeb-russia: Towards national ecosystem accounting // *Sustainability (Switzerland)*. 2021. T. 13. № 12.

73. Burkhard B., Kroll F., Müller F., Windhorst W. Landscapes' capacities to provide ecosystem services - A concept for land-cover based assessments // *Landscape Online*. 2009. T. 15. № 1.

74. Bush J., Ashley G., Foster B., Hall G. Integrating green infrastructure into urban planning: Developing melbourne's green factor tool // *Urban Plan*. 2021. T. 6. № 1.

75. Chao A., Shen T. J. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample // *Environ Ecol Stat*. 2003. T. 10. № 4. C. 429–443.

76. Cortinovis C., Geneletti D. A performance-based planning approach

integrating supply and demand of urban ecosystem services // *Landsc Urban Plan.* 2020. T. 201.

77. Czortek P., Pielech R. Surrounding landscape influences functional diversity of plant species in urban parks // *Urban for Urban Green.* 2020. T. 47.

78. Dallimer M., Tang Z., Bibby P., Brindley P. Temporal changes in greenspace in a highly urbanized region // *Biol Lett.* 2011. T. 7. № 5. C. 763–766.

79. Davies C., Laforteza R. Urban green infrastructure in Europe: Is greenspace planning and policy compliant? // *Land use policy.* 2017. T. 69.

80. Davletshina M. R., Stolpovskii M. V., Solovev D. B. Decomposition of Methane Hydrate with Heat Exposure // *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2019. T. 272. № 3. C. 032239.

81. Deeb M., Groffman P. M., Blouin M., Egendorf S. P. Using constructed soils for green infrastructure - Challenges and limitations // *SOIL.* 2020. T. 6. № 2.

82. Demina S., Vasenev V. I., Ivashenko K.V., Ananyeva N. D. Microbial properties of urban soils with different land-use history in New Moscow // *Soil Sci.* 2018. T. 183. № 4.

83. Długoński A., Dushkova D. The hidden potential of informal urban greenspace: An example of two former landfills in post-socialist cities (Central Poland) // *Sustainability (Switzerland).* 2021. T. 13. № 7.

84. Doran J. W. Soil health and global sustainability: Translating science into practice // *Agriculture, Ecosystems and Environment.*, 2002.

85. Dorozhkina E. A. Some Trends in the Formation of Recreational Spaces in Urban Development // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.*, 2020.

86. Dovletyarova E. A., Mosina L. V., Vasenev V. I., Ananyeva N. D. Monitoring and assessing anthropogenic influence on soil's health in urban forests: The case from Moscow City // *Adaptive Soil Management: From Theory to Practices.*, 2017.

87. Dushkova D., Kirillov S. Urban Green Infrastructure: German Experience // *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 3. Ekonomika. Ekologija.* 2016. № 2. C. 136–147.

88. Dwyer John F., Nowak David J., Noble Mary H. Sustaining urban forests //

Journal of Arboriculture. 2003. T. 29. № 1. С. 49–55.

89. Ermakov V., Perelomov L., Khushvakhtova S., Tyutikov S. F. Biogeochemical assessment of the urban area in Moscow // Environ Monit Assess. 2017. T. 189. № 12.

90. Ewers R. M., Didham R., Pearse W. D., Lefebvre V. Using landscape history to predict biodiversity patterns in fragmented landscapes // Ecol Lett. 2013. T. 16. № 10.

91. Flinn K. M., Vellend M. Recovery of forest plant communities in post-agricultural landscapes // Front Ecol Environ. 2005. T. 3. № 5.

92. Foley J. A., Defries R. S., Asner G.P., Barford C. C. Global consequences of land use // Science (1979). 2005. T. 309. № 5734.

93. Foster D., Swanson F. J., Aber J., Burke I. C. The importance of land-use legacies to ecology and conservation // Bioscience. 2003. T. 53. № 1.

94. Gallet D. The Value of Green Infrastructure: A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits // Proceedings of the Water Environment Federation. 2012. T. 2011. № 17.

95. Guidelines for soil description. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 2006. Режим доступа: <https://www.fao.org/3/a0541e/a0541e.pdf>, свободный.

96. Ghosh S., Scharenbroch B. C., Ow L. F. Soil organic carbon distribution in roadside soils of Singapore // Chemosphere. 2016. T. 165.

97. Gill S. E., Handley J.F., Ennos R., Pauleit S. Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure // Built Environ. 2007. T. 33. № 1.

98. Grimm N. B., Faeth S. H., Golubiewski N.E., Redman C.L. Global change and the ecology of cities // Science (1979). 2008. T. 319. № 5864.

99. Grybas H., Congalton R. G., Howard A. F. Using Geospatial Analysis to Map Forest Change in New Hampshire: 1996-Present // J For. 2020. T. 118. № 6.

100. Haines-Young R., Potschin-Young M. B. Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5.1): A policy brief // One Ecosystem. 2018. T. 3.

101. Hansen R., Pauleit S. From multifunctionality to multiple ecosystem

services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for Urban Areas // *Ambio*. 2014. T. 43. № 4.

102. Hedde M., Bureau F., Delporte P., Cécillon L. и др. The effects of earthworm species on soil behaviour depend on land use // *Soil Biol Biochem*. 2013. T. 65.

103. Hooke R. L. B., Martín-Duque J. F., Pedraza J. Land transformation by humans: A review // *GSA Today*. 2012. T. 22. № 12.

104. Huot H. и др. Characterizing urban soils in New York City: profile properties and bacterial communities // *J Soils Sediments*. 2017. T. 17. № 2.

105. Kiseleva V., Stonozhenko L., Korotkov S. The dynamics of forest species composition in the Eastern Moscow Region // *Folia Forestalia Polonica, Series A*. 2020. T. 62. № 2.

106. Kislov A. V., Konstantinov P. I. Detailed spatial modeling of temperature in Moscow // *Russian Meteorology and Hydrology*. 2011. T. 36. № 5.

107. Klimanova O. A., Illarionova O. I. Green infrastructure indicators for urban planning: Applying the integrated approach for russian largest cities // *Geography, Environment, Sustainability*. 2020. T. 13. № 1. С. 251–259.

108. Klimanova O. A., Kolbovskii E. Y., Kurbakovskaya A. v. Assessing the geoeological functions of the green infrastructure in cities of Canada // *Geography and Natural Resources*. 2016. T. 37. № 2.

109. Klimanova O., Kolbowski E., Illarionova O. Impacts of urbanization on green infrastructure ecosystem services: The case study of post-soviet Moscow // *BELGEO*. 2018. № 4.

110. Kumar K., Hundal L. S. Soil in the City: Sustainably Improving Urban Soils // *J Environ Qual*. 2016. T. 45. № 1.

111. Kuznetsov V. A., Stoma G. v., Ryzhova I. M. Dependence of Changes in Soils on Trails and their Impact Zones from a Level of Recreational Impact in Forest Parks in Moscow // *Moscow University Soil Science Bulletin*. 2018. T. 73. № 2.

112. Lemoine-Rodríguez R., MacGregor-Fors I., Muñoz-Robles C. Six decades of urban green change in a neotropical city: a case study of Xalapa, Veracruz, Mexico // *Urban Ecosyst*. 2019. T. 22. № 3.

113. Little C. E. Greenways for America.: Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990. 237 c.
114. Liu O. Y., Russo A. Assessing the contribution of urban green spaces in green infrastructure strategy planning for urban ecosystem conditions and services // Sustain Cities Soc. 2021. T. 68.
115. Makhinya K., Demina S.A., Pavlova M.E., Istomina I.I. The Influence of Soil Quality on Trees' Health in Urban Forest // Springer Geography., 2021.
116. Manuel B. F. de., Mendez-Fernandez L., Pena L., Ametzaga-Arregi I. A new indicator of the effectiveness of urban green infrastructure based on ecosystem services assessment // Basic Appl Ecol. 2021. T. 53.
117. McKinney M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization // Biol Conserv. 2006. T. 127. № 3.
118. Mell I. C. Can green infrastructure promote urban sustainability? // Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability., 2009.
119. M'ikiugu M. M., QianNa W., Kinoshita I. Green Infrastructure Gauge: A Tool for Evaluating Green Infrastructure Inclusion in Existing and Future Urban Areas // Procedia Soc Behav Sci. 2012. T. 68.
120. Miroshnyk N. v., Likhanov A., Grabovska T., Teslenko I.K. Green infrastructure and relationship with urbanization – Importance and necessity of integrated governance // Land use policy. 2022. T. 114.
121. Molla M. B., Mekonnen A. B. Understanding the local values of trees and forests: a strategy to improve the urban environment in Hawassa City, Southern Ethiopia // Arboric J. 2019. T. 41. № 2.
122. Morel J. L., Chenu C., Lorenz K. Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, mining, and military areas (SUITMAs) // J Soils Sediments. 2015. T. 15. № 8.
123. Niu X., Hu Y., Lei Z., Yan H. Temporal and Spatial Evolution Characteristics and Its Driving Mechanism of Land Use/Cover in Vietnam from 2000 to 2020 // Land (Basel). 2022. T. 11. № 6.
124. Nowak D. J., Noble M.H., Sisinni S.M., Dwyer J.F. People and trees.

Assessing the US urban forest resource // *J For.* 2001. T. 99. № 3.

125. OpenStreetMap проект. Режим доступа <https://www.openstreetmap.org/export#map=8/55.448/37.952>, свободный.

126. Papa I., Pentek T., Janeš D., Šerić T., Vusić D., Đukan A. Usporedba podataka prikupljenih različitim metodama terenske izmjere pri rekonstrukciji šumske ceste // *Nova Mehanizacija Sumarstva.* 2017. T. 38. № 1.

127. Paul M. J., Meyer J. L. Streams in the urban landscape // *Annu Rev Ecol Syst.* 2001. T. 32.

128. Pazúr R., Lieskovský J., Bürgi M., Müller D., Lieskovský T., Zhang Z. Abandonment and recultivation of agricultural lands in Slovakia-patterns and determinants from the past to the future // *Land (Basel).* 2020. T. 9. № 9.

129. Perring M. P., De Frenne P., Baeten L., Maes S. L. Global environmental change effects on ecosystems: The importance of land-use legacies // *Glob Chang Biol.* 2016. T. 22. № 4.

130. Pickett S. T. A., Cadenasso M., Grove M., Boone C. G. Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress // *J Environ Manage.* 2011. T. 92. № 3.

131. Platt L. A. Planning ideology and geographic thought in the early twentieth century: Charles Whitnall's progressive Era Park designs for socialist Milwaukee // *J Urban Hist.* 2010. T. 36. № 6.

132. Ponge J. F., Pérès G., Guernion M., Camacho N. R. The impact of agricultural practices on soil biota: A regional study // *Soil Biol Biochem.* 2013. T. 67.

133. Postma-Blaauw M. B., de Goede R. D., Bloem J., Faber J., Brussaard L.. Soil biota community structure and abundance under agricultural intensification and extensification // *Ecology.* 2010. T. 91. № 2.

134. Previati E., Anna Fano E., Leis M. Arthropods Biodiversity in Agricultural Landscapes: Effects of Land Use and Anthropization // *Italian Journal of Agronomy.* 2007. T. 2. № 2. C. 135.

135. Pytel S., Sitek S., Chmielewska M., Zuzanska-Żyśko E., Runge A., Markiewicz-Patkowska J. Transformation directions of brownfields: The case of the

- górnosławsko-zagłębiowska metropolis // Sustainability (Switzerland). 2021. T. 13. № 4.
136. Raciti S. M., Groffman Peter M., Jenkins Jennifer C., Pouyat R. Accumulation of Carbon and Nitrogen in Residential Soils with Different Land-Use Histories // Ecosystems. 2011. T. 14. № 2.
137. Ravansari R., Wilson S. C., Tighe M. Portable X-ray fluorescence for environmental assessment of soils: Not just a point and shoot method // Environ Int. 2020. T. 134.
138. Rodina E. E., Filatov V., Zaitseva N., Larionova A. Revitalization of depressed industrial areas based on ecological industrial parks // Eurasian Journal of Analytical Chemistry. 2018. T. 13. № 1.
139. Rodionovskaja I. S., Dorozhkina E. A. Arkology Approach to Building Multi-Story “Green” Buildings Suburbanities Environment // IOP Conference Series Materials Science and Engineering 463(4):042006., 2018.
140. Romzaykina O. N., Vasenev, V.I., Khakimova R.R., Brykova R. и др. Spatial variability of soil properties in the urban park before and after reconstruction // Soil and Environment. 2017. T. 36. № 2.
141. Romzaykina O. N., Vasenev, V.I., Paltseva A., Kuzyakov Y. Assessing and mapping urban soils as geochemical barriers for contamination by heavy metal(loid)s in Moscow megapolis // J Environ Qual. 2021. T. 50. № 1.
142. Sánchez-Moreno S. Ferris H., Young-Mathews A., Culman S.W., Jackson L.E. Abundance, diversity and connectance of soil food web channels along environmental gradients in an agricultural landscape // Soil Biol Biochem. 2011. T. 43. № 12.
143. Sandström U. G. Green infrastructure planning in urban Sweden // Planning Practice and Research. 2002. T. 17. № 4.
144. Santorufo L. и др. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality // Environmental Pollution. 2012. T. 161.
145. Scalenghe R., Marsan F. A. The Anthropogenic Sealing of Soils in Urban Areas. // Landsc Urban Plan. 2009. T. 90. C. 1–10.
146. Schuh B., Dax T. The Challenge of Land Abandonment after 2020 and

Options for Mitigating Measures // Research for AGRI-Committee; European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Directorate-General for Internal Policies: Brussels, Belgium. 2020. № December.

147. Schulp C. J. E., Verburg P. H. Effect of land use history and site factors on spatial variation of soil organic carbon across a physiographic region // *Agric Ecosyst Environ.* 2009. T. 133. № 1–2.

148. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication // *The Bell System Technical Journal.* 1948. Vol. 27, pp. 379–423, 623–656

149. Shochat E., Warren P.S., Faeth S.H., McIntyre N. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology // *Trends Ecol Evol.* 2006. T. 21. № 4.

150. Smagin A. v. Sadovnikova N.V., Vasenev V. I., Smagina M.V. Biodegradation of some organic materials in soils and soil constructions: Experiments, modeling and prevention // *Materials.* 2018. T. 11. № 10.

151. Sousa C. de. The greening of urban post-industrial landscapes: past practices and emerging trends // *Local Environ.* 2014. T. 19. № 10.

152. Svirejeva-Hopkins A., Schellnhuber H. J., Pomaz V. L. Urbanised territories as a specific component of the Global Carbon Cycle // *Ecol Modell.* 2004. T. 173. № 2–3.

153. TEEB. Teeb - The Economics of Ecosystem and Biodiversity for local and regional policy makers // Report. 2010.

154. Toporina V. A., Golubeva E. I., Korol T. O. Ecological and geographical aspects of urban cultural landscape research // *FORESTRY BULLETIN.* 2019. № 135. C. 71–78.

155. Tratalos J., A Fuller R., Warren F.H., Davies R. G. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services // *Landsc Urban Plan.* 2007. T. 83. № 4.

156. United National. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision., 2018.

157. Uno S., Cotton J., Philpott S. M. Diversity, abundance, and species composition of ants in urban green spaces // *Urban Ecosyst.* 2010. T. 13. № 4.

158. Vasenev, V.I. Urban Soil's Functions: Monitoring Assessment and Management / V.I. Vasenev, A.V. Smagin, N.D. Ananyeva, K.V. Ivashchenko, E.G.

Gavrilenko, T.V. Prokofeva, A. Patlseva, J.J. Stoorvogel, D.D. Gosse, R. Valentini // *Adaptive Soil Management: From Theory to Practices*. – Singapore: Springer Nature, 2017a. – P. 359– 409.

159. Vasenev V. I., Stoorvogel J., Dolgikh A., Ananyeva N.D., Ivashchenko K., Valentini R. Changes in soil organic carbon stocks by urbanization // *Urban Soils*., 2017b.

160. Vasenev V. I. Van Oudenhovenc A. P. E., Romzaykina O. N., and Hajiaghaeva R. A. The Ecological Functions and Ecosystem Services of Urban and Technogenic Soils: from Theory to Practice (A Review) // *Eurasian Soil Science*. 2018. T. 51. № 10.

161. Vasenev V. I., Yaroslavtsev A.M., Vasenev I.I., Demina S.A., Dovltetyarova E.A. Land-use change in new moscow: First outcomes after five years of urbanization // *Geography, Environment, Sustainability*. 2019. T. 12. № 4.

162. Waldhoff G., Lussem U., Bareth G. Multi-Data Approach for remote sensing-based regional crop rotation mapping: A case study for the Rur catchment, Germany // *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2017. T. 61.

163. Xie G., Niculescu S. Mapping and monitoring of land cover/land use (LCLU) changes in the crozon peninsula (Brittany, France) from 2007 to 2018 by machine learning algorithms (support vector machine, random forest, and convolutional neural network) and by post-classification comparison (PCC) // *Remote Sens (Basel)*. 2021. T. 13. № 19.

164. Xie J., Luo S., [Furuya K.](#), Sun D. Urban Parks as Green Buers During the-19 Pandemic. // *Sustainability*. 2020. T. 12. № 6751.

165. Zhang S., Muñoz Ramírez F. Assessing and mapping ecosystem services to support urban green infrastructure: The case of Barcelona, Spain // *Cities*. 2019. T. 92.

166. Zhang Y., Li F. The relationships between urban parks, residents' physical activity, and mental health benefits: A case study from Beijing, China // *J Environ Manage*. 2017. T. 190.