

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский Авиационный Институт»
(государственный технический университет)

На правах рукописи



Власов Иван Игоревич

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ
ПАРКА «ПОКРОВСКОЕ – СТРЕШНЕВО» С ПРИМЕНЕНИЕМ
КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ И БИОИНДИКАТОРНЫХ МЕТОДОВ

Специальность 03.02.08 – экология

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор

Надежкина Е.В.

Москва – 2015

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Почвы, их функции и почвенно-экологический мониторинг	7
1.2 Тяжелые металлы как биохимические показатели мониторинга.....	10
1.3 Почвы парков и особенности их свойств.....	12
1.4 Водные объекты парков.....	18
1.5 Роль зеленых насаждений в городе.....	19
1.6 Биоиндикация – метод контроля экологического состояния растений.....	23
1.7 Дистанционное зондирование, ГИС – технологии.....	28
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	33
2.1 Краткая история парка	33
2.2 Природные условия	34
2.2.1 Устройство поверхности парка.....	34
2.2.2 Почвообразующие породы	35
2.2.3 Гидрологические условия	35
2.2.4 Почвы парка.....	36
2.2.5 Климат.....	37
2.2.6 Растительность	40
2.3 Экологическая обстановка в районе исследований	43
2.4 Объекты и методы исследований.....	48
ГЛАВА 3. ПОЧВЫ ПАРКА И ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ИХ СВОЙСТВ	52
3.1 Физико-химические и химические свойства	52
3.1.1 Органическое вещество почв	52
3.1.2 Реакция почвенной среды	56
3.1.3 Содержание обменно-поглощенных оснований	61
3.1.4 Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в почвах парка.....	63
3.1.5 Содержание тяжелых металлов в почвах парка.....	69
3.2 Ферментативная активность почв парка.....	76
ГЛАВА 4. ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПАРКА И ОЦЕНКА ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ	82
ГЛАВА 5. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПАРКА	82
ВЫВОДЫ	103
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	103

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Крупные города и такие мегаполисы как Москва, характеризуются специфической и во многом неблагоприятной для жизнедеятельности человека экологической обстановкой.

В условиях непрерывного повышения техногенных нагрузок на жителя, покрытые растительностью пространства города становятся мощным средством частичной нейтрализации негативного воздействия отрицательных факторов жизни на урбанизированных территориях. При этом особая роль принадлежит лесопаркам, городским паркам, в том числе природно-историческим [28, 159].

Вместе с тем, антропогенная деятельность городов приводит к различным экологическим нарушениям и самим ландшафтов – почвы, растительности, водных объектов.

В этих условиях необходима комплексная система слежения за изменением природной среды парков, которая должна включать в себя как важнейшую составляющую почвенно-экологический мониторинг, мониторинг состояния водных объектов и зеленых насаждений.

Использование биомониторинга и космических методов исследования позволяют выявить изменения, происходящие в экосистемах парков на ранних стадиях их проявления [202].

Эти методы недостаточно изучены, поэтому требуются дополнительные исследования при проведении мониторинга за состоянием почв, растительности и водных объектов парков.

Цель и задачи исследования. Цель работы – комплексная оценка экологического состояния экосистем парка «Покровское – Стрешнево» с применением космических технологий и биоиндикаторных методов.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- оценить природно-экологическую обстановку в районе проведения исследований с анализом интенсивности движения по транспортным магистралям, проходящих в непосредственной близости к парку;
- провести сбор, дешифрование данных космических изображений и разработать методические вопросы оценки состояния экосистем парка на основе анализа космических снимков и ГИС-технологий;
- проследить изменения физико-химических, химических и биологических свойств почв во времени и пространстве. На их основе составить карты-схемы подвижных форм тяжелых металлов, элементов питания растений и реакции почвенной среды;

- определить состояние водных объектов парка на основании дешифрирования космических снимков и анализов воды;
- выяснить возможность применения фитоиндикационных (морфолого-физиологических) показателей для анализа и прогноза деградационных процессов в растениях, происходящих под действием антропогенных факторов.

Научная новизна. Применительно к условиям парка «Покровское – Стрешнево» впервые проведено мониторинговое комплексное исследование состояния почвенного, растительного покрова и водных объектов парка с использованием космических снимков и ГИС-технологии.

Адаптирована применительно к особо охраняемым природным территориям (ООПТ) методика дешифрирования космических снимков высокого пространственного разрешения, предложен геоинформационный комплекс с использованием общего программного обеспечения для конкретного объекта.

Изучено изменение эколого-агрохимических свойств почв в результате воздействия антропогенеза. Проведен учет валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах, снежном покрове и воде рек, прудов и роднике и дана оценка суммарного загрязнения объектов парка.

Определен ряд наиболее информативных показателей фитоиндикационных исследований (асимметрия и относительного жизненного состояния) влияния техногенеза на древесные насаждения парка и других зеленых насаждений города.

Объектами исследования были почвенный, растительный, снежный покровы и водные объекты парка «Покровское – Стрешнево».

Материалами для исследовательской работы выступили почвы и растения на мониторинговых площадках, а также растения с трех трансект, проходящих по территории парка, водные объекты и снеговой покров. Материалы получены лично автором (90%), студентами аэрокосмического факультета МАИ, также сотрудниками парка. Использованы космические снимки, полученные со спутника WorldView-2, топографические и тематические карты, статистические материалы.

Предметом диссертационного исследования являлось изучение, литературных источников отечественных и зарубежных авторов, проведение наблюдений, химических и других анализов в период 2012-2014 гг., подбор данных и разработка методов дешифрирования.

Практическая значимость результатов исследования. Проведённая комплексная оценка экологического состояния ландшафта парка и выявленные изменения свойств почв и водных объектов позволяют разработать меры по их реабилитации. Использование метода

биоиндикции и в первую очередь ассиметрации позволяет без существенных затрат быстро выявить деградацию древесных пород на начальных этапах её проявления и предусмотреть меры по улучшению их состояния.

Основные положения, выносимые на защиту:

- использование космических снимков и ГИС-технологий в мониторинговых исследованиях по выявлению загрязнения городских ландшафтов;
- изменения химических, физико-химических и биологических свойств почв парка и состояния водных объектов под влиянием антропогенных факторов;
- обоснование методов биоиндикации для контроля состояния растений и прогноза их изменений под действием техногенеза.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на Международных и Всероссийских конференциях, в том числе: Современные проблемы загрязнения окружающей среды и пути их решения (Москва, 2012), Актуальные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук на рубеже XXI века (Москва, 2013), Наука и образование для устойчивого развития экономики, природы и общества (Тамбов, 2013), Московская молодежная научно – практическая конференция «Инновации в авиации и космонавтике – 2013» (Москва, 2013), Экология речных бассейнов. VII конференции (Владимир, 2013), Фундаментальные и прикладные науки, проблемы и перспективы (Москва, 2014), IX Международная научно-практическая конференция "Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков" (Новосибирск, 2015), Первый экологический форум г. Калуга (Калуга, 10-11 сентября, 2015).

Публикации. По теме опубликовано 14 печатных работ, в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Благодарности. Выражаю искреннюю благодарность научному руководителю доктору биологических наук, профессору Елене Валентиновне Надежкиной за методические советы и поддержку при проведении исследований и подготовке диссертации. Глубокую признательность работникам государственного природоохранного бюджетного учреждения города Москвы «Мосприрода», дирекции природных территорий «Тушинский», «Покровское – Стрешнево» в лице начальника отдела экологического просвещения Графовой Светланы Николаевны за предоставление материалов и научные консультации. Особая признательность компании «СОВЗОНД» за помощь в выполнении научных исследований и за предоставленную космическую съемку, а также декану аэрокосмического факультета за консультативную и методическую помощь и студентам аэрокосмического факультета МАИ за помощь в отборе листовых проб, проведении наблюдений за движением автотранспорта и лабораторных опытов.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Начавшееся в XX веке и продолжающееся в настоящее время интенсивное загрязнение окружающей среды отходами промышленного производства, теплоэнергетики, транспорта, коммунального и сельского хозяйства создает реальную угрозу экологического кризиса на планете.

Крупные города и такие мегаполисы, как Москва, характеризуются специфической и во многом неблагоприятной для жизнедеятельности человека экологической обстановкой. Современный город – это сложная, открытая, динамичная искусственно-естественная система. Специфической особенностью этой мощной системы является то, что она становится ощутимым фактором воздействия, как на природные системы, так и на человека [25, 61, 140, 231].

Воздушный бассейн урбанизированных территорий постоянно загрязняется отходами промышленного производства, выхлопными газами автотранспорта и пылью, что снижает качество городского воздуха, по сравнению с природными территориями [138].

В крупных городах меняется комплекс климатических условий: повышается температура воздуха на 1-3°C, увеличивается количество выпадающих осадков и ливневых дождей, нарушаются особенности их распределения по сезонам года, увеличивается облачность, уменьшается количество солнечной радиации (особенно УФ) [93, 143]. Образование и повторяемость туманов в 1,5-2 раза превышает пригородные зоны, особенно в зимнее время. Загрязнение атмосферы города увеличивает ее мутность (образование туманов типа смога), снижает продолжительность солнечного сияния по сравнению с пригородом [20, 21, 90, 93, 143, 185].

В работе И.Л. Бухариной с соав. [25] отмечается, что в условиях города происходит нивелирование ветров, усиление турбулентности воздушных потоков, что связано с особенностями городского рельефа и планировочными особенностями застройки. Штиль способствует застаиванию воздуха в зонах загрязнения. Отсутствие ветра при пасмурной погоде и высокой влажности воздуха приводит к острым отравлениям ассимиляционного аппарата растений. От направления и силы ветров зависит расстояние горизонтальной миграции загрязнителей, время действия их на живые организмы и экосистемы.

Возникает проблема низкой обеспеченности городов природно-ресурсным потенциалом, что выражается в недостаточных площадях зеленых насаждений, в загрязнении водной и воздушной среды. Это приводит к потере устойчивости территорий, к повышению степени экологического риска для всех компонентов окружающей среды: воздуха, воды, растительности, почвы и грунтов [185].

Одним из факторов уменьшения негативного воздействия городской среды являются зеленые насаждения. Увеличение в городе доли зеленых насаждений позволяет значительно снижать стресс с городских экосистем. В этом особая роль принадлежит парковым территориям, в том числе природно-историческим объектам. Роль природно-исторических парков как экологических локальных эталонов (условно фоновых систем) для каждой конкретной урбанизированной территории трудно переоценить [29].

Однако, и сами парки, наряду с рекреационной нагрузкой, испытывают техногенную нагрузку, которая проявляется через атмосферное – газовое и пылевое загрязнение, загрязнение сточными городскими водами, хозяйственно-бытовыми отходами и т.д.

В этих условиях необходима комплексная система слежения за качеством природной среды парков, которая должна включать в себя как важнейшую составляющую почвенно-экологического мониторинга, так и мониторинг состояния водных объектов и зеленых насаждений.

1.1 Почвы, их функции и почвенно-экологический мониторинг

В отличие от воды и атмосферного воздуха, которые являются миграционными средами, почва представляет собой наиболее объективный и стабильный индикатор техногенного загрязнения. Она четко отражает эмиссию загрязняющих веществ и их фактическое распределение в компонентах ландшафта [72].

В настоящее время функции почвы рассматриваются не только как база создания режима, обеспечивающего существование и воспроизводство живого вещества (сохранение жизни на нашей планете), но и с точки зрения экологической устойчивости почв как компонента биосферы [71].

Важнейшая функция почвы состоит в том, что она является областью концентрации живого вещества. Именно в ней укореняются наземные растения, в ней обитают мелкие животные и огромное количество микроорганизмов. Почва является важнейшим условием фотосинтетической деятельности растений. Растения ежегодно фиксируют около 1017-1019 ккал химически активной энергии [103].

Почва регулирует состав атмосферы и гидросферы. Почвенная толща сорбирует и удерживает доступную растениям воду и растворенные вещества. Питая ими произрастающие растения, она определяет и регулирует их состояние. Эта функция почвы связана с разнообразием механизмов поглотительной способности, обязательным присутствием в них активных сорбентов различных химических веществ. Для экологического состояния почв имеет значение поглощение как необходимых для растений питательных элементов, так и загрязняющих веществ [64, 135]. Защитить сопредельные с почвой сферы от загрязняющих

веществ почва может, только поглотив эти вещества и удерживая их в слабоподвижном состоянии.

Связывая загрязняющие вещества физически, химически, почва служит своеобразным фильтром для загрязняющих веществ [188].

Почва выполняет медико-биологическую функцию. Она обуславливает, как вода и воздух, здоровье человека [100, 178]. Ряд заболеваний зависят от определенных почвенных условий: избытком или недостатком в них химических элементов, нарушением их соотношений в почвах, что в свою очередь оказывает влияние на состав питьевых вод. Так, дефицит селена в почвах многих стран мира и отдельных регионах Российской Федерации является причиной сорока тяжелых заболеваний человека. Среди них инфаркт миокарда, инсульт и диабет, тяжелые поражения печени и расстройства половой системы, иммунодефицит, онкологические заболевания и др. [3, 22, 100, 180]. Медико-экологическая функция различных природных сред (природных вод, воздуха и почв) состоит в том, чтобы обеспечить поддержание качества жизни всех живых организмов, в том числе человека. Общим является, то, что контроль экотоксикологического состояния всех сред должен быть направлен на выявление ситуации, когда содержание контролируемых химических веществ в этих сферах может быть опасным для живых организмов.

В настоящее время наибольшее практическое (утилитарное) значение для жизнедеятельности человека имеют следующие функции почвы: плодородие, протекторная и медико-биологическая.

Плодородие обеспечивает жителей планеты питанием более чем на 90%, а также определяет трофическую функцию почвы. Высокая дисперсность почв, её тонкодисперсной части и поглотительная способность, обязательное наличие в почвах гумуса, запаса элементов питания, доступных для растений, – это важнейшие свойства, которые обеспечивают плодородие почвы [101, 200]. От этих свойств зависят: активность живых организмов, способность почвы накапливать энергию; обеспечивать протекание абиогенных и биогенных процессов трансформации минеральных и органических веществ, которые создают в почве оптимальное соотношение ближнего и дальнего резерва соединений питательных элементов.

Почвенный мониторинг должен обеспечивать контроль, в первую очередь, за состоянием плодородия почвы, то есть контроль сохранения в условиях антропогенного воздействия физических, химических, биологических свойств.

В городской среде почвы выполняют практически те же функции, что и природных экосистемах [4, 164]. С участием почв в антропоэкосистемах протекают биохимические циклы различных химических веществ (природного и техногенного происхождения), в них

происходит преобразование культурного насыпного слоя, трансформация поверхностных вод в грунтовые воды. Почвы, являясь питательным субстратом для выращиваемых растений, обеспечивают их водой, регулируют газообмен, накапливают семена [140].

Особую значимость в урбанизированных ландшафтах приобретает протекторная функция почвы. Благодаря специфическим биогеохимическим свойствам и огромной активности поверхности тонкодисперсной части, почва превращается в «депо», задерживающее загрязняющие вещества, и одновременно становится одним из важнейших биогеохимических барьеров для многих из них (тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов и т.д.) на пути их миграции из атмосферы города в грунтовые воды и речную сеть [162]. Вместе с тем, с экологической точки зрения, важно не только оценить, как много почва удерживает загрязняющих веществ, но и как прочно она их удерживает. Прочная фиксация поллютантов обеспечивает выполнение почвой её защитной функции в отношении и вод, и воздуха, и растений. Непрочное удерживание загрязняющих веществ может вести к созданию опасной экотоксикологической обстановки [98].

При мониторинге вод и воздуха эффективны показатели общего содержания загрязняющих веществ в их составе, при почвенном мониторинге необходимо оценить как общее содержание этих веществ, так и содержание подвижных форм (водно-миграционных и воздушно-миграционных) их соединений.

При выборе показателей экологического состояния почв необходимо исходить из оценки способности почв защищать от загрязняющих веществ воду и воздух, контролировать возможность их влияния на состояние живых организмов.

Среди контролируемых показателей состояния почв (индикаторов) различают две группы: биохимические и педохимические показатели.

К биохимическим показателям относятся индикаторы, характеризующие аккумуляцию самих загрязняющих веществ и их непосредственное негативное влияние на живые организмы.

К педохимическим показателям относят те свойства почв, изменение которых может быть вызвано загрязняющими веществами, которые могут косвенно влиять на живые организмы.

К группе биохимических показателей относятся следующие диагностические индикаторы: общее содержание загрязняющих веществ и их подвижные соединения (вещества находящиеся в почвенном растворе, в лизиметрических вытяжках) и потенциально подвижных соединений этих веществ в составе твердых фаз почвы.

К группе педохимических показателей состояния загрязнения почв относят гумусное состояние почв, кислотно-основные, катионно-обменные свойства почв [137].

1.2 Тяжелые металлы как биохимические показатели мониторинга

Увеличение объема отходов, сбрасываемых в воздух, воду, на поверхность почвы промышленными, сельскохозяйственными и другими предприятиями, транспортом, приводит к нарушению экологического равновесия. Фотохимические процессы в атмосфере, химические и биологические в водной и почвенной среде, воздействующие на переработку загрязняющих веществ и восстановление баланса минеральных элементов, не обеспечивают детоксикации резко возросшего количества загрязнителей. Природные процессы восстановления данного баланса нарушены [64, 73].

Особую опасность для населения представляет загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) и поллютантами органического происхождения, которые характеризуются высокой стабильностью и биологической активностью.

Самыми мощными источниками ТМ являются предприятия по выплавке и переработке цветных металлов, заводов лакокрасочной промышленности и железобетонных конструкций.

Немалый вклад в загрязнение и неблагоприятное изменение окружающей среды вносит автомобильно-дорожный комплекс. За последние годы наблюдается увеличение интенсивности автомобильного движения практически на всех автодорогах. На долю автотранспорта в Москве приходится более 80% от общего объема загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу [78]. Согласно литературным данным, автотранспорт является источником многих тяжелых металлов, из них приоритетные загрязнители – свинец, цинк, кадмий, относящиеся к 1 классу опасности и медь – ко 2 классу [166, 207].

К настоящему времени открыто 57 тяжелых металлов/металлоидов. Среди тяжелых металлов наиболее опасными загрязнителями окружающей среды являются: свинец, кадмий, ртуть, медь, олово, ванадий, хром, кобальт, никель, молибден и три металлоида: мышьяк, сурьма, селен [194].

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации контролирует валовое содержание в почвах девяти тяжелых металлов [45, 46]. Согласно российскому санитарно-гигиеническому ГОСТу 17.4.1.02-83 к высокоопасным загрязнителям относятся: мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, к умеренноопасным – никель, молибден, медь, сурьма (ГОСТ 17.4.1.02-83).

Все основные циклы миграции тяжелых металлов в биосфере (водные, атмосферные, биологические) начинаются в почве, поэтому именно в ней происходит мобилизация металлов и образование различных миграционных форм. Тонкодисперсные частицы и органическое вещество почвы являются регулируемыми факторами поступления тяжелых металлов в растения и сопредельные сферы [148, 150, 216, 223].

Почвы, играя барьерную роль, сами постепенно подвергаются загрязнению, и на каком-то этапе оно может достичь таких уровней, когда почвенный покров становится малопригодным для использования [64, 73].

Тяжелые металлы (ТМ) являются протоплазматическими ядами, токсичность которых возрастает по мере увеличения относительной массы. При попадании в организм растений, животных или человека они вступают в конкуренцию с микро- и макроэлементами и замещают их в тканях, нарушая обменные процессы [218].

Накапливаясь в почве в больших количествах, ТМ способны изменять многие ее свойства. В первую очередь, изменения затрагивают биологические свойства почвы: снижается численность микроорганизмов, сужается их видовой состав (разнообразие), изменяется структура микробоценозов, падает интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов и т.д. Сильное загрязнение ТМ приводит к изменению и более консервативных признаков почвы, таких как гумусное состояние, структура, реакция среды и др. [64, 89, 105, 148, 152].

Опасными являются высокие концентрации тяжёлых металлов в почве и их избыточное поступление в организм человека и животных, откуда эти металлы выводятся очень медленно, накапливаясь, главным образом, в почках и печени. Кроме того, постоянное потребление растительной продукции даже со слабо загрязнённых почв может приводить к кумулятивному эффекту, то есть к постепенному увеличению содержания ТМ в живом организме [89, 146].

В почвах городов отмечаются большие концентрации тяжелых металлов по сравнению с фоновым содержанием в естественных аналогах, что связано как с поступлением ТМ из атмосферы, почвенно-грунтовых вод, так и привнесением уже загрязненного материала. Большая концентрация металлов отмечается в поверхностных горизонтах почв [17, 37, 42, 64, 65, 156, 196, 216, 235].

Исследователи связывают закрепление металлов в почвах с разными факторами: с органическим веществом, реакцией почвенной среды, оксидами и гидроксидами алюминия и железа, с фосфатами [32, 105].

В литературе отмечается, что удержание почвой ТМ зависит как от количества органического вещества, так и его качества. По данным Г.М. Варшал и др. (1999) гуминовая кислота и гуматы кальция в разы больше сорбирует свинец, чем другие металлы. Медь и кадмий в почвах больше ассоциируются фульвокислотами [28, 240, 241].

В работах О.Н. Безугловой [17, 18] показано, что городские почвы, имея нейтральную и щелочную реакцию среды, связывают ТМ в малоподвижные соединения, выполняя тем самым протекторную роль по отношению к сопряженным средам: природным водам, подстилающим породам, грунтам и растительности. При создании в почве реакции среды в интервале рН 6,0-

6,5 большинство тяжелых металлов образуют труднорастворимые соединения в виде карбонатов. Одновременно резко увеличивается содержание водорастворимого и обменного кальция, который уменьшает способность корневой системы растений к поглощению ряда металлов (стронция, кадмия, свинца, марганца и других). Наличие свободных карбонатов усиливает этот процесс и делает его более устойчивым и длительным. Однако, при нейтрализации почвенной кислотности подвижность некоторых тяжелых металлов (молибдена, ванадия, селена) может возрасть. Ряд элементов сохраняет подвижность в широком диапазоне рН [148].

Кроме того исследователи связывают прочное закрепление некоторых металлов, например, цинка, с замещением им Al^{3+} в октаэдрических слоях алюмосиликатов, а также с закреплением его с помощью (гидро-) оксидов железа и фосфатов [32, 114, 239, 240].

Вместе с тем, в переуплотненных городских почвах нарушаются влагогазовые обмены, и почвы снижают свою протекторную и продуктивную способности. Это приводит к увеличению смыва загрязнений с их поверхности во время дождей и таяния снегов, что в итоге ведет к повышенному выносу взвешенных (минеральных и органических) веществ, поллютантов в водоемы [70, 211].

Со временем металлы постепенно удаляются из почвы за счет потребления растениями, выщелачивания, эрозии. При этом ТМ с разной скоростью удаляются из почвы.

Установлено, что у свинца рекордно высокий период полуудаления из почв: от 740 до 5900 лет. У более опасных кадмия и меди 13-110 и 310-1500 лет соответственно [94, 215].

Исследования И.О. Плехановой [155] показали, что для супесчаной дерново-подзолистой почвы характерна разная сохранность металлов. Так, за 12 лет достоверно снизилось содержание кадмия, меди, никеля, но не уменьшилась концентрация свинца. В отличие от ряда других тяжелых металлов, которые в почвах больше ассоциируются фульвокислотами, свинец преимущественно закрепляется гуматами и гуминовой кислотой [28, 238].

В связи с увеличивающимся загрязнением биосферы особый интерес и важное практическое значение имеет слежение и познание механизмов и закономерностей поведения и распределения ТМ в городских почвах.

1.3 Почвы парков и особенности их свойств

В работах М.И. Герасимовой с соав., М.Н. Строгановой с соав., И.А. Мартыненко, Т.В. Прокофьевой с соав., Г.А. Поляковой показано, что почвы городских лесов, лесопарков, природно-исторических парков Москвы и Московской области представлены как естественными, так и антропогенно-преобразованными почвами [37, 121, 159, 171, 193, 194]. Антропогенно-преобразованные почвы делятся на поверхностно - преобразованные и глубоко-преобразованные почвы. Кроме того, к наиболее измененным почвам относятся техноземы –

почвоподобные образования. Почвенный покров городских территорий в большинстве случаев представлен урбаноземами с отсутствием или нарушенностью генетических горизонтов.

Почва в городе – не только субстрат для растений, но и среда обитания для микроорганизмов, мезофауны, уникальный сорбент различных токсичных для человека и животных веществ [76, 116, 131]. Свойства почвы как сорбента определяются её гранулометрическим составом, физическими, физико-механическими, физико-химическими свойствами.

Большинство исследователей отмечают, что городские почвы характеризуются переуплотнением, изменением агрегатности, увеличением объемной массы, нарушением водного и воздушного режимов.

Гранулометрический состав их несколько облегчен. Чаще всего городские почвы представлены супесчаными и легкосуглинистыми разновидностями, что связывают с поступлением в них песка и гравия в процессе строительства [37, 199, 241].

Физико-химические свойства

Изучение городских почв, в том числе и парков, показало существенное их отличие от природных почв по содержанию, качеству и распределению по профилю органического вещества [19, 134, 199].

В антропогенно-измененных почвах наблюдается большее количество органического вещества в поверхностных слоях по сравнению с природными почвами [38, 153, 241]. В основном это происходит как за счет привнесения в эти почвы органического вещества с мусором в виде древесины, золы и других органических соединений, типа углистых частиц

Содержание гумуса в поверхностных горизонтах антропогенно-преобразованных почв зависит от свойств насыпного или преобразованного горизонтов и отличается большой вариабельностью. Количество гумуса может варьировать от 1 до 8 и более процентов, причем даже на глубине 50-70 см может отмечаться до 1-2 % гумуса [154, 158].

Исследователи отмечают, что в большинстве случаев высокое содержание гумуса приурочено поверхностному слою автоморфных естественных почв, что свойственно почвам под лесными ассоциациями [110, 167] и далее оно резко падает с глубиной.

В работе М.Н.Строгановой с соав. [195] указывается, что свойства органического вещества городских почв в значительной мере отличаются от свойств фоновых почв. С.А. Сычева [196] отмечает, что в городских почвах высока доля гуминовых кислот, связанных с кальцием, за счет сокращения углерода фульвокислот.

Важным показателем гумусного состояния почв, как указывает Л.А. Гришина [60], является обогащенность гумуса азотом. Если для большинства естественных почв южной тайги

отношение C:N составляет для верхних горизонтов 8-10, то для городских почв может быть 15-35 [164].

Органическое вещество растительного происхождения, поступая в почву, подвергается интенсивной трансформации под действием почвенной биоты. Специфика деструкционных процессов зависит от многих факторов: химического состава разлагаемого субстрата, особенностей почвенных и климатических условий, состава микробных ассоциаций, характера антропогенных нагрузок и др. [10, 19, 139, 199, 209].

Трансформация свежего органического вещества и синтез гумуса в почвах сопровождается формированием новообразованных групп гумусовых соединений, входящих в состав лабильных, которые служат источником обеспечения растений и микроорганизмов питательными веществами и энергией, а также являются источником углерода для построения биомассы [14, 36]. К лабильным соединениям относят неразложившиеся, полуразложившиеся органические остатки растительного, животного происхождения и микробной массы, а также продукты их разложения типа детрита [36, 221, 234].

Лабильное органическое вещество является основным источником элементов питания, энергии и углерода для построения биомассы, индикатором изменения состава и свойств почв [101, 236]. Растворимые гумусовые вещества могут взаимодействовать с катионами тяжелых металлов, а также с искусственными радионуклидами. Эти реакции подчиняются закономерностям образования и поведения простых или комплексных гетерополярных солей и оказывают влияние на миграцию, аккумуляцию и поступление токсических элементов в растения [165].

В естественных экосистемах парка «Покровское – Стрешнево» минеральное питание высших растений осуществляется только в рамках биогеохимического круговорота.

Подвижные органические соединения гумуса наиболее быстро реагируют на изменения окружающей среды, поэтому могут служить диагностическим признаком трансформации почв под действием антропогенных факторов. Как показывают многочисленные исследования, на содержание подвижных форм гумусовых веществ оказывают влияние как абиотические, биотические факторы, так и антропогенные, среди них важная роль принадлежит загрязняющим веществам [66, 79, 104, 116, 230].

С изменением гумусного состояния загрязненных почв по сравнению с незагрязненными почвами непосредственно связано ухудшение состояния микробиоценоза, что может приводить к ослаблению разложения органических остатков, снижению скорости минерализации подвижных гумусных соединений. В загрязненных светло-серых лесных почвах по сравнению с аналогичными фоновыми почвами наблюдается повышение количества фульвокислот и

снижение содержания свободных гуминовых кислот и водорастворимых соединений, уменьшение содержания углеводов [41, 42].

Кислотно-основные свойства почв

Почвы южной подзоны тайги характеризуются в основном кислой реакцией среды [41]. В городских почвах наблюдается изменение реакции по сравнению с фоновыми почвами. В многочисленных исследованиях отмечается увеличение показателя рН как водной, так и солевой вытяжек в городских и парковых почвах [6, 163, 193, 194, 241]. Снижение кислотности парковых почв связывают с разными факторами. Чаще всего в городах вместе со строительным мусором в почву попадают соединения, содержащие карбонаты, а также щелочные и щелочноземельных соли, используемых в зимнее время для борьбы с гололёдом.

Среди причин снижения кислотности в почвах называется влияние кислотных дождей на растворение карбонатных соединений строительного мусора. Техногенное поступление в окружающую среду оксидов углерода, серы, азота оказывает негативное действие на экосистемы. Оксиды способны растворяться в атмосферных осадках с образованием кислот. При кислотных дождях с рН ниже 5,0 происходят реакции ионного обмена и поступление катионов в почвенный раствор.

Кроме того, как отмечают М.А Ильяшенко [92] и Машинский [124] в парковой практике для формирования ландшафтной архитектуры используются грунты с высоким уровнем рН.

Исследователи городских почв отмечают повышенное содержание обменно-поглощенных оснований в почвах парковых территорий и связывают это с карбонатами [6, 39, 164].

В природных лесных почвах южной тайги свободных карбонатов нет или присутствуют в незначительных количествах. Появление их в почвах парков свидетельствует о нарушении естественных процессов, поэтому исследователи сходятся во мнении, что наличие карбонатов является индикатором негативного влияния антропогенного фактора на свойства городских почв [171, 242, 243].

Биологическая активность почв

Известно, что микробиоценоз отражает различные виды негативного воздействия на почву [10, 14, 65, 87]. Каждая почва характеризуется строго определённой обогачённостью микроорганизмами. Количество микроорганизмов может снижаться при разных видах воздействия на почву [86, 112, 174, 232, 233, 237, 242].

Показатели состояния микробиоценоза могут служить универсальными индикаторами состояния почв и контролироваться при проведении почвенно-экологического мониторинга. При контроле микробиологического состояния почвы проводится выявление реакции

отдельных групп почвенных микроорганизмов на то или иное воздействие на разных уровнях их организации: особь, популяция, сообщество [214].

При слабом воздействии антропогенных факторов в почве изменяется структура микробного сообщества, при сильном воздействии – видовой состав микроорганизмов [164]. Толерантность микроорганизмов к загрязнению почвы зависит от их принадлежности к различным систематическим группам. Очень чувствительны к высоким концентрациям тяжелых металлов виды рода *Bacillus*, нитрифицирующие микроорганизмы.

Для городских почв характерными являются следующие виды микроорганизмов: *Azotobacter*, *Bacillus mgaterium*, *Tetrahymena pyriformis* штамм GL, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Chlorella vulgaris*, *Paramecium caudatum* [164, 189, 232, 237].

Одним из показателей контроля является определение патогенных микроорганизмов, наличие которых характеризует биологическое загрязнение почв. Оценка степени биологического загрязнения ведется по санитарно-бактериологическим, санитарно-паразитологическим и санитарно-энтомологическим показателям и регламентируется ГОСТами.

Интегральным показателем состояния почвенной биоты служит фитотоксичность почвы. Она изменяется в зависимости от степени загрязнения почвы [86]. Информативным показателем биологического состояния почвы является её ферментативная активность [14, 41, 65, 96, 228, 229].

Почва самая богатая как по пулу, так и ферментному разнообразию среда. Источником почвенных ферментов служат все живое население почвы. Роль ферментов в почвенных процессах разнообразна. Они являются катализаторами биохимических превращений органических остатков и гумуса, участвуют в биохимических циклах углерода, азота, фосфора, серы и других элементов. Обогащенность ферментами в значительной степени определяется генетическим типом почвы [212, 232, 237, 242].

С изменением свойств почв под действием антропогенных факторов снижается активность ферментов. Как показали многочисленные исследования, в этом случае ферменты являются надежными индикаторами, происходящих в почвах изменений. Снижение ферментативной активности может вызываться изменением реакции среды, переуплотнением почв, токсичными концентрациями веществ, поступающих в почву [41, 65, 96, 212].

Под влиянием повышенных концентраций тяжелых металлов наблюдается резкое снижение активности ферментов: амилазы, дегидрогеназы, уреазы, инвертазы, каталазы, а также численности отдельных агрономически ценных групп микроорганизмов.

Ферменты проявляют специфическую реакцию на тот или иной вид загрязнения. Так, загрязнение нефтепродуктами в значительной степени снижает активность каталазы, в то время как инвертаза и дегидрогеназа довольно слабо реагируют на нефтезагрязнение [221].

Подвижные формы азота, фосфора и калия в почвах парков

Содержание подвижных форм элементов не входит в перечень показателей почвенно-экологического мониторинга.

Вместе с тем, парки в городе выполняют санитарно-гигиеническую, рекреационную, декоративно-художественную функции. Для того чтобы парк мог выполнять свои функции зеленые насаждения должны быть хорошо развитыми, обеспечены элементами питания, особенно растения газонов и лужаек, Поэтому и необходим контроль обеспеченности почв питательными элементами для растений [170].

В настоящее время разработаны, апробированы и унифицированы методы определения подвижных форм элементов питания в почве. Большинство их зарегистрировано в форме государственных стандартов (ГОСТов). Кроме того, показатели обеспечения почв доступными питательными элементами до некоторой степени являются индикаторами тех изменений, которые происходят в почвах и растениях.

Большинство исследователей, изучавших городские почвы и почвы парковых территорий, сходятся во мнении, что городские почвы по содержанию подвижных форм питательных элементов характеризуются более высокими показателями по сравнению с их естественными аналогами [162, 194, 241].

Растения используют для питания только минеральные соли такие, например, как аммонийную, так и нитратную формы азота. Распад азотистых органических соединений до аммиака осуществляется под действием протеолитических ферментов в присутствии воздуха и без него. Наиболее эффективно процесс аммонификации происходит при реакции почвы близкой к нейтральной. При сильноокислой и сильнощелочной реакции процесс образования аммония замедляется. Например, в работе И.Л. Бухариной с соав. [25] показано, что в условиях городской среды города Ижевска содержание аммонийного азота ниже по сравнению с природными аналогами.

Для городских почв, как и для естественных характерно присутствие нитратной формы азота [186, 222]. Исследователи отмечают повышенное содержание этой формы азота в городских почвах. Они связывают это не только с естественными процессами минерализации азотсодержащих соединений, но с поступлением нитратного азота со сточными водами. М.Н. Строганова с соавторами [195] отмечает повышенное содержание фосфора в парковых почвах.

Если в природных кислых почвах южной тайги значительную долю фосфатов составляют соли трехвалентных катионов и ортофосфорной кислоты, то в городских почвах со слабощелочной средой – одно-, двух- и трехзамещенные соли ортофосфорной кислоты.

В естественных и старопашотных лесных почвах максимум подвижных фосфатов приходится на гумусо-аккумулятивные горизонты, в антропогенно-преобразованных почвах нередко отмечается два максимума. Второе повышенное содержание в средней части профиля в постагропочвах М.Н.Строганова [195] связывает это с применением удобрений в бытность почв пахотными и, особенно, огородными угодьями. В зависимости от наличия техногенных, урбиковых и погребенных естественных элювиально-иллювиальных почв содержание фосфора по профилю может повышаться.

Максимальное содержание подвижных форм калия в антропогенно-преобразованных почвах парков отмечается в урбиковых и техногенных горизонтах, что исследователи связывают с биофильностью этого элемента.

Таким образом, содержание подвижных форм элементов минерального питания растений может служить диагностическим признаком антропогенных изменений почв.

1.4 Водные объекты парков

Водные объекты сегодня является важным показателем экологического благополучия города, так как они являются неотъемлемыми элементами всей ландшафтно-архитектурной системы мегаполиса, поддерживают гомеостаз ландшафта, выполняют санитарно-биологическую, климатообразующую, культурно-историческую, рекреационную функции [136, 141]. Городские водные объекты являются неотъемлемыми элементами всей ландшафтно-архитектурной системы мегаполиса. Их качественное состояние должно удовлетворять не только санитарно-гигиеническим нормам, но и эстетическим и социально-психологическим требованиям.

Водные объекты на территории крупного города в наибольшей степени подвергаются мощному антропогенному воздействию, являясь приемниками загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами и поверхностным стоком.

Повышенная рекреационная нагрузка в парках, поступление загрязненных поверхностных вод, изменение физико-механических свойств донных грунтов – все эти и факторы являются основными причинами прогрессирующего заиления и загрязнения водных объектов [136].

Существенный вклад в загрязнение водных объектов вносят дождевые стоки и талые воды, оказывающие влияние на физические и химические свойства воды. В этих водах сосредоточены нерастворенные примеси, содержащиеся в грунтах, на поверхности которых

они собраны. Наиболее опасны сточные воды, которые могут вызывать химическое; биологическое; бактериальное; радиоактивное; тепловое загрязнение воды [74, 173, 227].

Практически все городские водоемы и водотоки представляют собой природно-антропогенные или полностью антропогенные (техногенные) объекты. Интенсивность естественных процессов самоочищения в них на много ниже, чем количество поступающих в водную среду загрязняющих веществ.

Для выяснения степени загрязнения воды в водоёмах применяют разные методы, в том числе и биоиндикацию. Например, по сапробным организмам можно определить степень загрязнения воды. Только в чистой воде встречаются личинки ручейников. А вот серные бактерии, личинки хирономид обитают лишь в сильно загрязненных водоемах. В слабозагрязненных водах живут многие насекомые, зеленые одноклеточные водоросли, ракообразные.

Видовое разнообразие и высокая численность или, наоборот, отсутствие стрекоз на берегу водоема говорят о его фаунистическом составе: много стрекоз – фауна богата, мало – водная фауна обеднена [7, 179, 198].

Устойчивое улучшение экологического состояния городских водных объектов может быть достигнуто только за счет совершенствования технологий очистки и разработки принципов и эффективных способов экологического регулирования.

Все загрязняющие вещества, поступающие в водные объекты или продуцируемые ими, являются следствием хозяйственной деятельности человека. Для сохранения водных объектов парков необходим контроль за состоянием воды и водосбора.

1.5 Роль зеленых насаждений в городе

Зеленые насаждения в городских парках выполняют важнейшие средообразующие и средозащитные функции. Главные функции растений санитарно-гигиеническая, рекреационная, декоративно-художественная.

Санитарно-гигиеническая функция связана с тем, что растения выделяют кислород и фитонциды, ионизируют воздух, снижают количество токсичных веществ, формируют особый микроклимат [26, 132, 144, 185]. Особенностью зеленых насаждений является также то, что они в результате фотосинтеза поглощают из воздуха углекислый газ и выделяют кислород. В среднем 1 га зеленых насаждений поглощает за один час 8 литров углекислоты (т. е. столько, сколько углекислоты выделяют за это время 200 человек).

Разные породы древесно-кустарниковых растений обладают неодинаковой интенсивностью фотосинтеза и поэтому выделяют различное количество кислорода. Дерево с большей лиственной массой выделяет больше кислорода [23, 24, 107].

Основные экологические факторы в городе существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной среде их обитания. Кроме загазованности, запыленности воздуха в городе сильно изменены и другие факторы (температура воздуха, освещенность, гидрологический режим, почвенный покров).

Многолетние исследования И. Л. Бухариной [24-26] выявили важную средоулучшающую роль растений в регулировании состояния атмосферного воздуха, микроклимата городской среды, в сфере защиты урбаноcреды от отрицательных антропогенных факторов, в обеспечении горожан рекреационными территориями.

Зеленые насаждения значительно снижают скорость движения воздушных масс. Деревья и кустарники способствуют горизонтальному и вертикальному проветриванию, что приводит к улучшению состава воздуха и несколько снижают его температуру [107, 132, 144]. Температура воздуха среди зеленых насаждений, особенно в жаркую погоду, значительно ниже, чем на открытых пространствах.

Кроме влияния города на климат, изменяется и гидрологический режим. Гидрологический режим характеризуется ограничением поступления воды в почвы из-за асфальтовых покрытий. Водный режим осложняется повышением сухости воздуха [43].

Нагреваясь, поверхность листьев деревьев и кустарников испаряет в воздух большое количество влаги. Один гектар насаждений в течение вегетационного сезона испаряет до 3000 т. влаги, за этот же период 1 м² газона испаряет 500—700 л. воды. Ежедневно взрослая липа испаряет 0,2 т влаги, хорошо развитый бук — до 0,6 т. влаги, а 1 га. столетних дубов - около 26 т. Ежегодно зеленые насаждения испаряют 20-30 % атмосферных осадков, выпавших на занятую ими территорию. Сравнением влияния растений и воды на повышение влажности воздуха установлено, что 1 гектар полноценных растений значительно лучше (почти в 10 раз) увлажняет, освежает воздух по сравнению с водоемом такой же площади. Если принять относительную влажность воздуха на проезжей части улицы за 100%, то в жилом квартале с озеленением влажность будет составлять 116%, на бульваре -205%, в парке -204%. Повышение влажности на 15% воспринимается организмом как понижение температуры на 3,5°С. [5, 75].

Зеленые насаждения оказывают большое влияние и на улучшение радиационного режима в городе. Напряжение общей радиации (прямой и рассеянной) на открытой городской территории в солнечные дни может достигать больших величин, а среди зеленых насаждений города это напряжение снижается в 7 раз [21].

Большинство растений выделяет летучие и нелетучие вещества – фитонциды, обладающие способностью убивать вредные для человека болезнетворные бактерии или тормозить их развитие. Например, фитонциды дубовой листвы уничтожают возбудителя дизентерии. К числу ярко выраженных фитонцидных деревьев и кустарников относятся: береза,

дуб, тополь, черемуха. Известно более 500 видов деревьев, имеющих фитонцидные, свойства. Больше всего образуют фитонциды хвойные породы деревьев и кустарников. Один гектар можжевельника выделяет в сутки 30 кг летучих веществ. Большое количество фитонцидов (20-25 кг) выделяют сосна и ель. Благодаря способности растений выделять фитонциды воздух парков содержит в 200 раз меньше бактерий, чем воздух улиц [109, 110, 219].

Одной из самых сложных форм воздействия на природу парков является загрязнение. Под загрязнением понимают привнесение в среду или возникновение в ней новых не характерных для неё химических, физических, биологических агентов, приводящих к нарушению функций зеленых растений. Все они снижают устойчивость и полезных для человека свойств.

Зеленые насаждения уменьшают концентрацию вредных газообразных веществ в воздухе города, как путем рассеивания, так и путем поглощения газов через устьица и клеточные оболочки листьев [219]. Например, концентрация окислов азота, выбрасываемых промышленными предприятиями, снижается на расстоянии 1 км от места выбросов до 0,7 мг/м³, а при наличии зеленых насаждений до 0,13 мг/м³. Вредные газы поглощаются растениями, а твердые частицы аэрозолей оседают на листьях, стволах и ветках растений. Зеленые насаждения, расположенные на пути потока загрязненного воздуха, разбивают первоначальный концентрированный поток на различные направления. Таким образом, вредные выбросы разбавляются чистым воздухом, и их концентрация в воздухе уменьшается. Следует отметить, что газозащитная роль зеленых насаждений во многом определяется степенью их газоустойчивости.

Наиболее сильно загрязнение атмосферы сказывается на хвойных породах: уменьшается продолжительность жизни хвоинок, происходит изреживание кроны, падение линейного и радиального приростов [109, 83].

Характер воздействия загрязненного воздуха зависит от специфики физико-химических свойств токсичных компонентов, их концентрации, частоты и повторяемости, а также от климатических условий и физико-биохимического состояния самих растений [110].

Благодаря аккумулярующей способности растений часть загрязнителей накапливается в органах и тканях. Величина фильтрации воздуха растениями и её эффективность зависят от площади листового аппарата. Каждый вид растений характеризуется индивидуальным объемом безопасного накопления токсикантов.

Выраженной способностью к поглощению свинца обладают клен остролистный, тополь пирамидальный, липа крупнолистная, берёза пушистая, из трав – одуванчик лекарственный. Способностью поглощать фенолы характеризуются бузина красная, сирень обыкновенная [5]. Растения не одинаково реагируют на загрязнение воздуха.

К слабоповреждаемым растениям относят вяз, ель колючую, иву древовидную, клен ясенелистный, осину, тополь, яблоню сибирскую, акацию желтую, боярышник сибирский, вишню дикую, калину обыкновенную, смородину черную, сирень обыкновенную.

К среднеповреждаемым породам – березу бородавчатую, ель Энгельмана, лиственницу сибирскую, рябину обыкновенную, иву прутовидную, клен татарский и др. Растения с повышенной интенсивностью фотосинтеза имеют меньшую устойчивость к газам. Из трав наибольшей устойчивостью к газам обладают овсяница луговая, наименьшей — полевица белая.

Зеленые насаждения очищают городской воздух от пыли. Этот процесс происходит следующим образом. Загрязненный воздушный поток, встречающий на своем пути зеленый массив, замедляет скорость, в результате чего под влиянием силы тяжести 60-70% пыли, содержащейся в воздухе, оседает на деревья и кустарники. Некоторое количество пыли выпадает из воздушного потока, наталкиваясь на стволы, ветви, листья. Значительная часть пыли оседает на поверхность листьев, хвои, веток, стволов. Во время дождя эта пыль смывается на землю.

Под зелеными насаждениями вследствие разности температур, возникают нисходящие потоки воздуха, которые также увлекают пыль на землю. Распространению или движению пыли препятствуют не только деревья и кустарники, но и газоны, которые задерживают поступательное движение пыли, перегоняемой ветром из разных мест.

Среди зеленых насаждений запыленность воздуха в 2-3 раза меньше, чем на открытых городских территориях. В глубине зеленого массива, на расстоянии 250 м от его опушки, запыленность уменьшается в 2,5 раза.

Пылезадерживающие свойства различных пород деревьев и кустарников неодинаковы и зависят от морфологических особенностей листьев. Лучше всего задерживают пыль шершавые листья и листья, поверхность которых покрыта ворсинками, как у сирени. Если принять количество пыли, задерживаемой 1 см² поверхности листа тополя за 1, то количество пыли, удерживаемой таким же по площади листом клена остролистного, составит 2, сирени 3, вяза 6. Осевшая на листьях пыль, периодически смывается дождем, сдувается ветром, и листья вновь способны задерживать пыль [29].

Зеленые насаждения уменьшают шум города. Располагаемые между источниками шума (транспортные магистрали, железные дороги и т. д.) и жилыми домами, участками для отдыха и спортивными площадками, они снижают уровень шума на 5-10%. Кроны лиственных деревьев поглощают до 26% падающей на них звуковой энергии. Хорошо развитые кустарниковые и древесные породы с густой кроной на участке шириной в 30-40 м могут снижать уровни шума на 17 - 23 Дб, небольшие скверы и внутриквартальные посадки с редкими деревьями – на 4 Дб.

Крупные лесные массивы снижают уровни шума авиационных моторов на 22-56% по сравнению с открытым местом на том же расстоянии [63, 185].

Наличие травяного покрова также способствует уменьшению уровня шума на 5-7 фонов [20, 84]. Однако при неправильном расположении зеленых насаждений по отношению к источникам звука можно получить противоположный эффект, т. е. усилить уровень шума там, где требуется его снижение. Это может произойти при посадке деревьев с плотной кроной по оси улицы с оживленным транспортным движением. В этом случае зеленые насаждения будут играть роль экрана, отражающего звуковые волны по направлению к жилым домам и участкам отдыха и спорта.

Большое значение имеют зеленые насаждения и в решении проблемы организации отдыха населения. Зеленая окраска листвы, менее высокая температура в парках жаркое время, наличие в воздухе фитонцидов, бальзамических и других веществ, выделяемых растениями, слабая запыленность воздуха и повышенное содержание в нем кислорода оказывают благотворное физиологическое действие на нервную систему человека, снимая напряжение. Огромное влияние оказывают на человека различные ландшафты, создавая у него определенное настроение и повышая жизненный тонус.

В связи антропогенным воздействием города на зеленые насаждения необходимо постоянное наблюдение за состоянием парковых растений. Это позволит не только своевременно выявить первые признаки деградации, но и предложить меры по их устранению [95, 110].

1.6 Биоиндикация – метод контроля экологического состояния растений

Для решения задач экологического мониторинга в последнее время часто используется метод биоиндикации. Он позволяет определить совокупность факторов антропогенного давления на биоценозы, когда трудно или неудобно измерять их непосредственно [68, 81, 192, 239].

Согласно определению Н.Ф. Реймерса [179] биоиндикатор - группа особей одного вида или сообщество, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителей. Индикаторное сообщество – это сообщество, по скорости развития, структуре и благополучию отдельных популяций, микроорганизмов, грибов, растений и животных можно судить об общем состоянии среды, включая ее естественные и искусственные изменения.

Окружающая среда оказывает влияние на биотические процессы экосистемы (плотность популяций, динамику видовой структуры, поведенческие особенности организмов). Абиотические факторы среды, такие как свет, температура, водный режим, биогенные

элементы (макро- и микроэлементы), соленость и другие имеют функциональную важность для организмов на всех основных этапах их жизненного цикла [68].

По определению многих исследователей биоиндикация – это метод определения степени загрязнения природной среды с помощью живых организмов или природных сообществ [81, 119, 127].

По мнению Соколова В.Е. с соав. [191] живые организмы - индикаторы имеют существенные преимущества, устраняя применение дорогостоящих и трудоемких физико-химических методов определения степени загрязнения среды: они суммируют все без исключения биологически важные данные о загрязнениях, указывают скорость происходящих изменений, пути и места скопления в экосистемах различного рода токсикантов, позволяют судить о степени вредности тех или иных веществ для живой природы и человека.

Индикация экологических условий проводится на основе оценки изменения как видового разнообразия организмов той или иной местности, так и их химического состава, который отражает присущую им способность накапливать элементы и соединения, поступающие из окружающей среды.

Оценка состояния окружающей среды по изменению количества видов связана с тем, что наиболее чувствительные к тем или иным загрязняющим веществам, виды растений и животных исчезают из биоценоза. К исчезающим видам при загрязнении среды относятся: майский жук, лишайники в промышленных центрах. Наоборот, увеличивают свою численность синезеленые водоросли, при поступлении в водоемы загрязняющих веществ [15, 119]. Проблемы, связанные с изучением пространственно-временной дифференциации зоопланктона при проведении мониторинговых исследований, показаны на большом экспериментальном материале К.Г. Мисейко и соав. [133], В.В. Куриленко с соав. [113].

Изучение комплекса сапробных организмов позволяет определять степень загрязнения воды. Функции индикатора выполняет тот вид, который имеет узкую амплитуду экологической толерантности по отношению к какому-либо фактору. Так, например, исследованиями Т.Т. Тайсаева [197] был установлен хариус в качестве биоиндикатора техногенного загрязнения горных рек Сибири. Л.И. Францевичем с соав. [210] были выявлены моллюски – индикаторы загрязнения окружающей среды радионуклидами.

Существует специфическая (реакция только на один фактор) и неспецифическая (одна и та же реакция на многие стрессы) биоиндикация.

Биоиндикаторами могут служить как отдельные процессы в клетке и организме – изменение ферментативной активности, накопление аминокислоты пролина, изменение в пигментном комплексе, накопление серы в листьях), так и морфологические показатели – изменение формы и размеров листовой пластинки, появление ассиметрии, хлорозы и некрозы,

уменьшение продолжительности жизни хвои, снижение линейного и радиального приростов [33, 38, 138, 175, 198].

В порядке возрастания толерантности, растительные организмы располагаются в следующий ряд: грибы – лишайники – хвойные – травянистые – листопадные деревья. Среди сельскохозяйственных культур наиболее чувствительны: салат люцерна – злаковые – крестоцветные, а к нечувствительным видам относят кукурузу, виноград, розоцветные, подорожник [224].

Эти градации не являются аксиомой для всех видов загрязнителей среды, т.к. их воздействие разное и выявление специфических биоиндикаторов на тот или иной стрессор делает его более точным и информативным.

Биоиндикацию можно определить как совокупность методов и критериев, предназначенных для поиска информативных компонентов экосистем, которые могли бы:

- адекватно отражать уровень воздействия среды, включая комплексный характер загрязнения с учетом явлений синергизма действующих факторов;
- диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ и оценивать их значимость для всей экосистемы в ближайшем и отдаленном будущем.

Большей частью индикаторами являются растения – организмы, не способные к активному перемещению. Для биоиндикации многими исследователями используются низшие растения: мхи и лишайники, бактерии и т.д. [2, 125]. Например, обильные лишайники на деревьях свидетельствуют о чистом воздухе, где почти нет вредных примесей, особенно сернистого газа. При наличии сернистого газа лишайники исчезают. При исследовании мхов Армении было установлено, что содержание радионуклидов: стронция - 90 и урана во мхах в 10 – 26 раз и 1,5 – 6 раз больше (соответственно), чем в травянистых растениях – полыни. В скандинавских странах при загрязнении атмосферы тяжелыми металлами в качестве индикатора загрязнения используют сфагновые мхи [67]. Для выявления загрязняющих веществ в промышленных стоках в Германии разработана методика использования светящихся бактерий [222].

По данным ряда исследователей [2, 9, 33, 83, 138, 147, 222] наиболее чувствительными к различным загрязнениям воздуха являются хвойные породы, которые особенно сильно страдают от диоксида серы. Их чувствительность к нему убывает в следующей последовательности: ель > пихта > сосна > лиственница.

В.А. Вронским [34] на основании данных исследований Р. Гудериана [61], У. Мэннинга и Р. Шуберта была составлена таблица основных растений -индикаторов атмосферного воздуха. На фтористый водород активно реагируют ель и пихта европейские, сосна обыкновенная, орех

грецкий, виноград, абрикос, а также гладиолус, ландыш, тюльпан, нарцисс. На аммиак индикатором могут служить граб обыкновенный и липа сердцевидная, сельдерей, а на озон – сосна Веймутова, табак, картофель, соя, томаты и цитрусовые. На хлористый водород индикаторами могут служить многие сельскохозяйственные и декоративные растения: фасоль обыкновенная, шпинат, редис, смородина, клубника. Из древесных пород – это ель и лиственница европейские, пихта кавказская, ольха клейкая.

В роли индикатора может выступить весь фитоценоз. Это связано с тем, что климатические особенности, химизм среды влияют на видовой состав растительности [80, 91].

По флористическому составу можно установить качество почв и их физико-химические свойства, характер местных климатических условий, наличие в среде тех или иных химических элементов, влияние биотических факторов и различных форм деятельности человека на природу [127].

Помимо растений и животных биоиндикаторов, существуют ландшафтные индикаторы - это рельеф, поверхностные воды, снег, лед, торф и другие, позволяющие определять степень загрязнения внешней среды различными антропогенными токсикантами.

Основное требование, предъявляемое к природным индикаторам – это способность фиксировать, отражать воздействие и сохранять его в памяти с минимальной трансформацией до времени апробирования. По мнению Дончева А.В. [73] информативность осушенных болот при изучении динамики загрязнения значительно снижается. Наиболее достоверные данные дают верховные болота, в связи с низким геохимическим фоном и замедленным биологическим круговоротом. Торфяные болота накапливают информацию о загрязнении окружающей среды за длительный период времени, поэтому торф – это временной и пространственный индикатор загрязнения среды.

В работе Н.Н. Павловой [153] приводятся данные биологической диагностики городских почв города Обнинска, в районе расположения предприятия атомной энергетики. Ею были выявлены наиболее информативные показатели биологической активности почвенного микробиоценоза, которые могут быть использованы для оценки низкоинтенсивного загрязнения почв тяжелыми металлами и радионуклидами.

Проблеме биоиндикации техногенного загрязнения с использованием растений для промышленных зон уделяли внимание многие исследователи [83, 91, 110, 124].

В работе Н.Е. Автуховича и Б.А. Ягодина [2] обращено внимание на проведение ранней диагностики древесных пород, подвергнутых аэротехногенному воздействию поллютантов.

По мнению Т.К. Горышкиной [44] в первую очередь повреждения появляются на физиолого – биохимическом уровне и лишь после этого развиваются видимые признаки повреждения – хлорозы и некрозы тканей листка, опадение листьев, торможение роста.

Н.Н. Егорова [81] считает, что видоспецифические и общие реакции древесных растений на воздействие экстремальных экологических факторов служат основой устойчивости и определяют адаптивный потенциал лесообразующих видов. Определение относительного жизненного состояния в сочетании с анатомическими и морфологическими характеристиками растений позволяет установить не только статус древостоев, но также выяснить причины и тенденции негативных изменений.

Установлено, что экологическая оценка состояния лесных массивов и урбанизированных территорий в лесной зоне может успешно осуществляться с привлечением показателей хвойных, лиственных растений и лишайников.

Е.Э. Мучником [137] проводилась индикация урбанизированных экосистем лесостепи, и было показано хорошие результаты диагностики загрязнения почв с помощью лишайников. А.М. Луговской [118] была использована для индикации сосна обыкновенная, им была учтена степень влияния комплекса естественных экологических факторов и техногенной нагрузки в зависимости от этапов онтогенеза.

О.В. Поповой [160] рекомендована сосна обыкновенная по комплексу признаков в качестве основного способа фитомониторинга при оценке дальности влияния металлургического производства в зимнее время. В летнее время в качестве основного объекта фитомониторинга дальности аэротехногенного воздействия для выбросов металлургических заводов по её мнению нужно использовать клен платанолистный (*Ácer platanoídes*).

При проведении исследований по влиянию загрязнения воздушного бассейна города Калининграда на древесных растениях И.С. Мейдебурой [126] показано, что устойчивость их снижается в ряду: ель колючая (*Picea pungens*) > клен остролистный (*Ácer platanoídes*) > липа мелколистная (*Tília cordáta*) > рябина обыкновенная (*Sórbus aucupária*). И в качестве растений-биоиндикаторов ею рекомендованы липа мелколистная и рябина обыкновенная. Ею были установлены тестовые показатели загрязнения воздушной среды города – это повышение уровня каротиноидов, антоцианов и увеличение объема клеток мезофилла листьев (хвои).

В биоиндикационных практикумах в основном используются физиологические, структурные и биохимические эффекты [210]. Снижение эффективности гомеостаза приводит к появлению отклонений от нормального строения различных морфологических признаков, обусловленных нарушением развития.

Исследования В.И. Каряковой [97] установлено, что для первичной оценки загрязнения выбросами от объектов теплоэнергетики и автомобильного транспорта можно использовать видимые макроскопические изменения листьев растений: липы мелколистной (*Tília cordáta*), клена американского (*Ácer negúndo*), а также флуктуирующую асимметрию листьев тополя черного (*Pópulus nígra*) и березы повислой (*Bétula péndula*).

Приведенный обзор литературы, свидетельствует о том, что для раннего обнаружения изменений в экосистемах парков, возможно применение метода биоиндикации.

1.7 Дистанционное зондирование, ГИС – технологии

Дистанционное зондирование (ДЗ) – это получение информации об объекте без вступления с ним в прямой контакт. ДЗ имеет очень широкий круг применений. С помощью дистанционного зондирования возможно измерение тектонических движений, топографии, температуры, отражательной способности, влажности почвы. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры. Рабочий диапазон длин волн, принимаемых съёмочной аппаратурой, составляет от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны) [205].

Космические аппараты (КА) дистанционного зондирования Земли используются для изучения природных ресурсов Земли и решения задач метеорологии. КА для исследования природных ресурсов оснащаются в основном оптической или радиолокационной аппаратурой. Преимущества последней заключаются в том, что она позволяет наблюдать поверхность Земли в любое время суток, независимо от состояния атмосферы.

Аппараты, позволяющие делать космические снимки представлены следующими странами: США, группировка DigitalGlobe (спутники Quickbird, Worldview 1,2) и группировка GeoEye (спутники Ikonos и Geoeye); Индия, группировка IRS (спутники Cartosat -1, Cartosat – 2); Франция с группировками Pleiades (спутник Pleiades – 1A), SPOT (спутник Spot – 5) и др. Россия и Белоруссия имеют по одному аппарату, схожих по техническим данным (Канопус-В и БКА).

США больше отдает предпочтение аппаратуре, делающей снимки сверхвысокого разрешения. Длины волн для панхроматических снимков от 400 до 1053 нм, для мультиспектральных: голубой 430-545 нм, зеленый 466-620 нм, красный 590-710, ближний красный 715-920 нм; для гиперспектральных снимков (WorldView-2) - 400 - 450 нм (Фиолетовый или Coastal), 450 - 510 нм (Синий), 510 - 580 нм (Зеленый), 585 - 625 нм (Желтый), 630 - 690 нм (Красный), 705 - 745 нм (Крайний красный или Red Edge), 770 - 895 нм (Ближний ИК-1), 860 - 1040 нм (Ближний ИК-2).

Отечественные и Белорусские спутники, как было сказано выше, являются одотехнологичными аппаратами. С их помощью возможно снимать объекты в панхроматическом диапазоне (450-850 нм) и мультиспектральном диапазоне (460-520 нм (синий), 520-600 нм (зеленый), 630-690 нм (красный), 750-860 нм (ближний ИК).

Использование дистанционного зондирования является наиболее эффективным методом получения пространственной информации об объектах. Данные ДЗЗ объективны, достоверны,

наглядны, при этом затраты на получение информации об исследуемой местности существенно ниже стоимости проведения наземных работ [16, 201, 202, 203, 243].

Внедрение дистанционных методов при исследовании окружающей среды ставит задачи по совершенствованию методики дешифрирования – важной составной части сложного технологического процесса разработки и составления карт. Дешифрирование снимков представляет собой метод определения границ и истинного значения изучаемых явлений и процессов земной поверхности по их изображению и внешнему отражению путем полевого и камерального изучения зависимостей между внешними и внутренними элементами географического (топографического) комплекса [13].

Топографическое дешифрирование является частью процесса создания топографической карты и обеспечивает получение первичного оригинала контурной нагрузки карты. Как и топографическая карта, топографическое дешифрирование имеет целью интерпретацию и отображение в условных знаках внешних видимых элементов ландшафта, основными из которых являются дорожная сеть, гидрография, рельеф, растительность, грунты и др. [40].

Технология дешифрирования космических снимков и оценки экологического состояния территории основывается на выполнении нескольких этапов (рисунок 1).

Топографическое дешифрирование, выполняемое в крупных и средних масштабах, требует обязательного комплекса полевых работ. Дешифрирование при камеральном методе обработки информации заключается в распознании объектов на снимках в лабораторных условиях путем сопоставления изображения с имеющимися эталонами и знаниями исполнителями. Меньшая надежность по сравнению с полевым дешифрированием компенсируется значительно большей экономичностью.

Методы анализа неоднородности почвенного покрова постоянно совершенствуются, особенно с развитием сенсорных технологий, обеспечивающих снижение затрат на проведение анализа, повышение производительности и скорости обработки исходных данных, а также точности и достоверности результатов [13].

Современные информационные технологии во всем мире, в том числе и в России, разрабатывают, внедряют и используют в различных отраслях науки и практики. Геоинформационные технологии и системы обладают большими возможностями отражения, анализа и моделирования географических объектов и явлений, чем традиционные способы.



КС – космический снимок; БД – база данных; СЦК – система цифровых карт.

Рисунок 1- Общая схема дешифрирования космических снимков и анализа экологического здоровья региона, на примере состояния растительного покрова в ГИС

В геоэкологических исследованиях все шире используют технологии, основанные на дешифрировании космических снимков разного пространственного разрешения и различных лет съемки [13]. Космические снимки обеспечивают достоверность, оперативность и регулярность измерения характеристик состояния природной среды и являются основой при организации мониторинга в отдаленных и труднодоступных районах.

А.Ю. Турышевым [205] была разработана ГИС «Лекарственные растения» для ряда районов Пермского края, включающая ресурсоведческие, фитохимические и экологические характеристики 209 популяций лекарственных растений – источников лекарственного растительного сырья: душицы обыкновенной, полыни горькой и др. Созданная ГИС «Лекарственные растения» позволила выявить районы с наибольшим распространением изученных видов трав, что позволит рациональнее вести их заготовку.

А.А. Россинной [182] по материалам инвентаризаций внутриквартальных насаждений города Красноярска составлена карта с использованием ГИС – технологий, позволяющая наглядно отображать видовой и количественный состав древесных растений, озелененность того или иного квартала и другие показатели. Картографирование древесных растений позволяет планировать рациональное их размещение и дальнейшую инвентаризацию.

Как считает О.И. Якушева [225], информационно – технические возможности ГИС – технологий могут служить инструментально – методической основой для построения электронных тематических карт, которые в свою очередь являются информационной базой, достаточной для изучения и оценки влияния антропогенного воздействия на городские парки. ГИС открыли новые возможности фиксации популяций с учетом географических координат. Использование «координатной» привязки позволило облегчить задачи охраны редких видов растений.

Благодаря встроенной системе «анализа данных» ГИС позволяют проводить мониторинг популяций, исходя из данных динамики их развития.

Совмещая атрибутивную базу, отражающую состав и состояние зеленых насаждений парка с информацией о характере загрязнения, расположении автодорог и т.п., можно гораздо эффективнее планировать создание объектов озеленения.

По мнению В.А. Данилова [62], одной из базовых основ научной деятельности любого парка должны стать материалы комплексного геоэкологического изучения, ядром которого является ландшафтно-экологический анализ и ландшафтное планирование, а инструментом управления – специализированная геоинформационная система с несколькими модулями, ориентированными на разных пользователей: посетителей – рекреантов, сотрудников – управленцев, научных работников.

К сожалению, ныне отсутствуют унифицированные геоинформационные системы, обеспечивающие управление деятельностью парков.

Территории парка это особый тип открытой, относительно слабо измененной деятельностью человека, полуприродной и природной геосистемы. Эта система состоит из заповедного природного, рекреационного природно-антропогенного и хозяйственного природно-техногенного блоков (подсистем) [81].

Геоэкологический подход предполагает анализ формы и процесса природоохранения и природопользования в разных частях территории парка, выраженного в пространственных статистических и динамических моделях. Данный подход включает ландшафтно-экологический анализ территории, построение ряда территориальных моделей.

Территориальные модели, как правило, картографические, призваны отразить морфологию, направленность и интенсивность разнообразных процессов, протекающих на территории парка и в охранной зоне. Причем, указанные процессы могут иметь как природный, так и природно-антропогенный и техногенный характер.

Статистические модели – карты, блок-схемы, графики, позволяют изучать пространственную локализацию отдельных элементов и компонентов геосистем. Например, с их помощью можно выявить ареалы редких или ценных пород флоры и фауны, почвенные различия, выходы геологических пород, водные объекты, формы рельефа и т.д. Кроме того появляется возможность определить морфологию и взаимное расположение отдельных геосистем и их сочетаний в географическом пространстве парка и охранной зоны. Динамические модели призваны отразить динамику процессов, характер функционирования геосистем. Моделируются процессы диффузии загрязнений, последовательность сукцессионных рядов растительного покрова, изменение структуры потока посетителей парка и т.д.

При учете зеленых насаждений ГИС практически не используются. Основная причина этого видится, прежде всего, не в том, что недостаточно технических возможностей, а в

отсутствии сведений, позволяющих заполнить информацией отдельные слои геоинформационных систем, т.е. отсутствие содержания атрибутивных баз.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в природно-историческом парке «Покровское – Стрешнево» города Москвы в 2012-2014 гг.

Парк в настоящее время относится к особо охраняемым природным территориям (ООПТ) и с 1998 года имеет статус регионального значения. Парк расположен на северо-западе Москвы на площади 238 гектаров [39].

2.1 Краткая история парка

История освоения территории современного парка насчитывает примерно пять столетий. Первые упоминания об усадьбе относятся к концу XVI века [123, 220].

Архитектурно-парковый ансамбль создавался в основном при царице Елизавете Петровне в XVII веке [12, 120]. Расположенные пойме реки Химки низинные болотца были обустроены в пруды. На прудах были созданы два острова (круглый и длинный), которые сохранились до настоящего времени [130]. План 1862 года дает интересные подробности по разработке русла Химки. Часть русла была расширена, здесь располагался остров. За островом - прямоугольный пруд, соединенный с двумя симметричными прудами поменьше.

Начиная с 1766 г. (Генеральное межевание) и последующих перепланировочных работ (1862 г.), площади лесов незначительно превышали площади пашен на протяжении всего времени существования усадьбы [123].

Первые объекты промышленности появились в окрестностях усадьбы в начале XIX века, а с середины – возникают на окраинах парка дачные поселки.

В 20-х годах XX века на территории парка были выделены природные объекты, относящиеся к категории «Памятник природы» регионального значения. Это «Долина реки Химка» (северо-западная часть территории), родник «Царевна – Лебедь», имеющий важное гидрологическое значение и каскад прудов в юго-восточной части территории парка. В 1935 году усадьбе «Покровское – Стрешнево» присвоен статус лесопарка. Масштабная застройка, прилегающей к парку территории, началась с середины XX века [120]. План современного парка представлен на рисунке 2.

В настоящее время в непосредственной близости от границ парка находятся городские промышленные зоны, крупнейшие автотранспортные магистрали – Ленинградское и Волоколамское шоссе, окружная железная дорога, жилая застройка. Все эти объекты являются потенциальными источниками загрязняющих веществ, которые не могут не сказываться на экологическом состоянии парковых экосистем.



Рисунок 2 – План современного природно-исторического парка «Покровское – Стрешнево»

2.2 Природные условия

2.2.1 Устройство поверхности парка

Большая часть территории парка находится на Ходынской надпойменной террасе реки Москвы, прорезанной на территории парка речками Химкой и Чернушкой. Поверхность террасы наклонена под углом менее, чем в 1° с северо-востока на юго-запад. Северная и северо-восточная часть территории расположена на флювиогляциальной равнине.

Анализ высотных отметок показывает, что устройство поверхности парка сложное. Флювиогляциальная равнина находится на высоте 160,0 – 165,0 м., территория в пределах третьей надпойменной террасы – 145,0 – 160,0 м., в поймах рек Химки и Чернушки высота над уровнем моря 135,0 – 140,0 и 150,0 – 157,0 м соответственно. В долине реки Химки выделяются склоны: левобережный крутой (до 8°) и высотой до 10,0 м и пологий правобережный склон [69, 108].

Искусственные формы рельефа представлены несколькими земляными плотинами на реке Чернушке и её правом притоке, искусственно расширенным руслом реки Химки, а также гигантской земляной плотиной Химкинского водохранилища.

На территории парка хорошо выражен современный эрозионный рельеф, обусловленный стоком поверхностных вод в реку Химку, образующий хорошо обозначенную овражно-балочную систему и ряд нечётких проявлений поверхностного смыва.

2.2.2 Почвообразующие породы

В литологическом отношении наблюдается изменчивость состава почвообразующих пород. Естественные почвообразующие породы, которыми сложена территория третьей террасы – это древнеаллювиальные отложения легкосуглинисто-супесчаного гранулометрического состава.

Породы представлены нижнемеловыми песками мощностью около 5,0 м, мезокайнозойскими песчаными отложениями, которые подстилаются верхнеюрскими глинами мощностью около 20,0 м. Материнские породы имеют относительно богатый минералогический состав (полевые шпаты, роговая обманка, кварц, темноцветные минералы), способствующий развитию почв с буроземоподобным профилем [94].

В пойме рек Химки и Чернушки развиты современные аллювиальные отложения, представленные заиленными и заторфированными песчано-глинистыми грунтами мощностью до 10,0 м [193]. Современный аллювий подстилается подморенными флювиогляциальными песчаными отложениями окско-днепровского межледниковья и глинами верхней юры. Мощность последних более 10,0 м.

2.2.3 Гидрологические условия

Гидрогеологические условия территории парка характеризуются развитием двух водоносных горизонтов: местного надморенного и основного надъюрского.

Местный надморенный водоносный горизонт приурочен к современным, древнеаллювиальным и надморенным флювиогляциальным пескам. Мощность горизонта составляет 5,0 – 10,0 м. Глубина залегания горизонта изменяется от менее 3,0 м в поймах рек Химки и Чернушки до 3,0 – 5,0 м. – на участках третьей надпойменной террасы [141, 142].

Верхний водоупор отсутствует, нижним водоупором являются моренные суглинки днепропетровского времени. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и техногенных факторов, разгрузка его – реками Химка и Чернушка. Водоносный горизонт не защищен от проникновения с поверхности загрязняющих веществ [69].

Основной надъюрский водоносный горизонт приурочен к древнеаллювиальным, надморенным и подморенным флювиогляциальным пескам. Глубина залегания водоносного горизонта изменяется от 5,0 – 6,0 м в пределах флювиогляциальной равнины до 10,0 и более метров на остальной территории. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, техногенных факторов и перетекания из других водоносных горизонтов. Надъюрский

водоносный горизонт является первым от поверхности в северо-восточной половине территории, где отсутствуют суглинки днепровского времени. В этой части территории водоносный горизонт не защищен от проникновения с поверхности загрязняющих веществ [108].

Создание Химкинского водохранилища способствовало повышению уровня грунтовых вод в данной местности и усилению мощности родников на Елизаветинских горах.

2.2.4 Почвы парка

В настоящее время почвенный покров парка хорошо изучен, его описание и свойства подробно изложены в работах М. Н. Строгоновой с соав. [193], И.А. Мартыненко с соав. [121], Т.В. Прокофьевой и др. [170], Т.В Прокофьевой и В.О. Попутникова [171].

На территории парка представлены как естественные, так и антропогенно-трансформированные почвы (около 60% территории парка), в том числе урбаноземы – 10% и техноземы – 6% [193].

В работе И.А. Мартыненко с соавторами [121] дано соотношение площадей естественных, антропогенно нарушенных почв и почвоподобных тел парка. Показано, что естественные почвы составляют 40,9% (среди них полугидроморфные и гидроморфные, в том числе и аллювиальные), нарушенные – 57,7%, из них постагрогенные – 17,2%, глубоко преобразованные – 9,6, созданные почвоподобные тела – 5,9, экраноземы и запечатанные грунты – 5,4%.

В работе В.О. Попутникова [161] приведены данные о наиболее распространенных почвах и представлена схематическая почвенная карта парка (рисунок 3).

Наибольшее распространение получили ржавозем типичный супесчаный на водно-ледниковых отложениях, ржавозем постагрогенный легкосуглинистый на водно-ледниковых отложениях, урбанозем маломощный супесчаный на техногенных отложениях.

В исследованиях М.Н. Строгоновой с соавторами [193] установлено, что в центральной природно-рекреационной части парка под 220-летними сосняками кислично-зеленчуковыми и сосново-березовыми лесами с подростком клена, ясеня, липы, 30% площади занимают естественные ржавоземы (бурые лесные супесчаные почвы) с некоторыми признаками урбопедогенеза. Эти почвы приняты в качестве условного фона. Ржавозем типичный имеет достаточно мощный гумусовый горизонт, среднекислую реакцию среды.

В антропогенно преобразованных почвах содержание и запасы гумуса зависят от насыпного и/или преобразованного техногенного горизонта. Эти горизонты представлены современными гумусо-аккумулятивными горизонтами с урбагенными признаками (Au), собственно поверхностным гумусированным горизонтом урбик, созданным жизнью человека в

городе (U), насыпными органо-минеральными (RAT) или торфосодержащими (RT) смесями, а также техногенными насыпными слоями (TG).

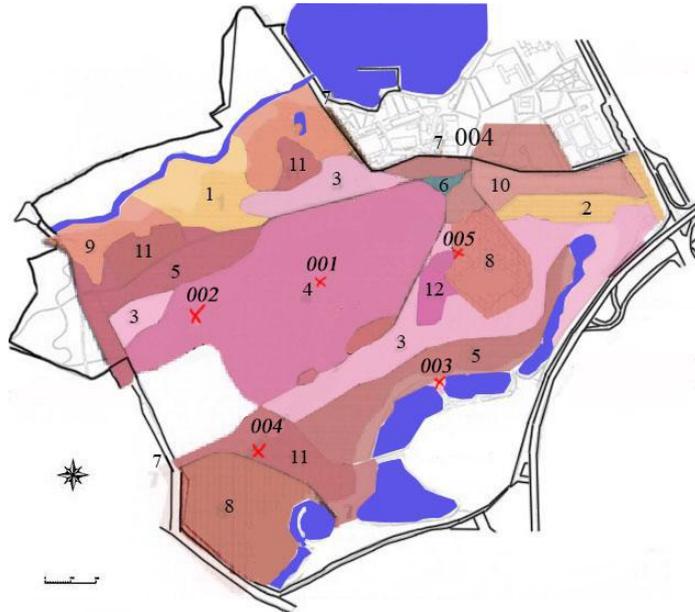


Рисунок 3 – Схема почвенного покрова парка «Покровское-Стрешнево» [161]

Условные обозначения: 1- Серогумусовые + урборжавоземы (80/20 %); 2 - Серогумусовые на техногенных отложениях + урборжавоземы + экраноземы (40/40/20); 3 -Постагrogenные железометаморфические (в т.ч. поверхностно осветленные); 4 - Ржавоземы типичные + ржавоземы постагrogenные железометаморфические, (в т.ч. поверхностно осветленные) (80/20). 5 -Ржавоземы турбированные+ урборжавоземы маломощные (55/45); 6 -Рекреаземы; 7 - Техноржавоземы + экраноземы (50/50); 8 – Культуроземы маломощные + урбаноземы мало- и средномощные + экраноземы (40/40/20); 9 - Урборжавоземы + ржавоземы турбированные + серогумусовые на техногенных отложениях (50/30/20); 10 - Урборжавоземы + ржавоземы турбированные + экраноземы (40/30/20); 11 - Урбаноземы крайнемелкие, мало- и средномощные + урборжавоземы (70/30); 12 - Урборжавоземы +урборжавоземы + техноржавоземы (50/30/20).

2.2.5 Климат

Климатические условия имеют существенное значение в образовании и развитии почвы и динамике процессов в ней совершающихся, а также в транслокации загрязняющих веществ.

Однако следует иметь в виду, что и почвенно-растительный покров, как и другие элементы ландшафта, в свою очередь влияют на климат, принимая то или иное участие в формировании микроклимата данной местности.

Общие климатические условия Москвы и Подмосковья можно охарактеризовать следующим образом. Климат Москвы умеренно-континентальный с относительно мягкой зимой, теплым и сравнительно влажным летом [93, 106].

Резких морозов и чрезмерной жары в Москве обычно не бывает, однако отклонения от нормы в последние годы довольно часты. В среднем плюсовая температура держится в Москве 194, минусовая – 103 дня. Годовая амплитуда колебаний температуры составляет 28 °С.

Безморозный период длится в среднем – 141 день. Устойчивые морозы наступают с 24 ноября (в среднем) и продолжаются до 10 марта. Оттепели в январе и феврале бывают в течение 5 - 7 суток, в декабре – 8 - 9 суток, в ноябре и марте – 17 - 18 суток.

Устойчивый снежный покров устанавливается около 26 ноября (крайние сроки 31 октября и 9 января), а окончательно сходит к 11 апреля (крайние сроки – 23 марта и 27 апреля). Высота снежного покрова к концу зимы достигает 30-35 см в среднем [102].

Среднегодовая температура июля $18,8^{\circ}\text{C}$. Жаркая погода с температурой 25°C бывает до 30 суток в году.

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0°C весной происходит в марте, в сторону понижения – в ноябре. Средние месячные температуры за последнее столетие менялись от $-5,9^{\circ}\text{C}$ в январе до $18,8^{\circ}\text{C}$ в июле.

Ветровой режим определяется в холодный период года преобладанием западных, юго-западных и южных ветров, теплый период – северо-западных ветров (рисунок 4).

Среднегодовое количество осадков колеблется от 540-650 мм. Сезон гроз длится с апреля по октябрь, когда в среднем бывает 23-27 суток с грозой, а в наиболее грозовом месяце июле 7-8 суток. В отдельные годы число гроз доходит до 35-40, в июле до 12-14 [122].

Наибольшее количество облаков в Москве наблюдается с октября по январь. Это вызвано наибольшей интенсивностью циклонической циркуляции осенью и в первой половине зимы. Иногда низкая облачность воспринимается как туман, например, когда она закрывает верхние части высотных зданий. Туманы наблюдаются в среднем в течение 31 дня в году, из них 20 приходится на период с октября по март. По территории города они распределяются неравномерно: более всего на юго-западе (до 45 суток).

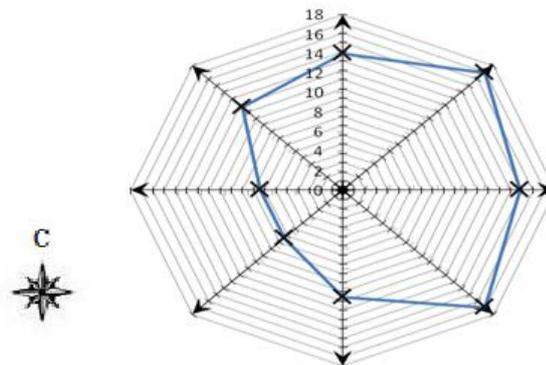


Рисунок 4 – Направление ветров в г. Москва за год

Ход атмосферного давления не значительно меняется в течение года. Средние месячные величины давления с октября по февраль почти не меняются и составляют 748 мм, в летние месяцы (июнь – август) составляют 746 мм [122].

Климат влияет не только на почвообразовательный процесс, развитие растений, но и на транслокацию загрязняющих веществ [77].

Погодные условия в период проведения исследований (2012 – 2014 гг.) в общих чертах отражали характерные особенности климата города Москвы, хотя и имели некоторые отклонения от нормы, как по осадкам, так и по температуре воздуха (рисунок 5, приложение 1).

Погодные условия 2012 года характеризовались как благоприятные для роста и развития растений. С апреля по июнь месяц количество выпавших осадков превышало норму, создавая хорошие запасы влаги в почвах. Отношение фактически выпавших осадков к их норме составило: в апреле – 138%, май – 114%, июнь – 188%, в июле – 64% при среднемесячной температуре 20,9°C.

Температурный режим обеспечивал хороший рост и развитие растительного покрова парка. Отклонение температуры воздуха от среднемесячной было не более 1,9°C.

2013 год оказался менее благоприятным. Отмечалось большое количество осадков только в мае (184% к норме) и июле (275%) в остальные месяцы они составляли от 61% к норме – в июне, до 89% – в августе.

Температурный режим был близок к норме. И только в июле и сентябре температура воздуха оказалась на 0,3 и 1,0°C ниже нормы.



Рисунок 5– Погодные условия за годы исследований

В 2014 году вегетационный период отличался низкой обеспеченностью растений влагой. В мае число выпавших осадков было в пределах 140%, в июне – 93%, в июле – 5% от нормы. Температура превышала среднемесячную на 2,8°C в мае и на 1,2°C в июле. Это обусловило низкую обеспеченность растений влагой, особенно в июне и июле месяцах, что привело к

существенному снижению запасов влаги в почвах парка. К концу июля количество воды в верхних слоях почвы соответствовало влажности завядания растений.

2.2.6 Растительность

Насаждения лесопарка «Покровское – Стрешнево» исторически связаны с архитектурно-парковым ансамблем одноименной усадьбы, заложенным еще в середине XIX века [1, 115].

Флора парка насчитывает более 200 видов, из которых 27 видов занесено в Красную книгу Москвы. Это мох ортотрихум-(*Orthotrichum gymnostomum*), страусник обыкновенный (*Matteúscia struthióptervis*), медуница неясная (*Pulmonária obscúra*), колокольчик крапиволистный (*Campránula trachélium*), борец высокий (*Acónitum septentrionále*) и другие [111, 142].

Озеленение территории парка включает следующие функциональные категории зеленых насаждений: общего пользования; ограниченного пользования, представленные зелеными насаждениями на территориях специального назначения, общественных организаций и иных землепользователей. Кроме того имеются насаждения специального назначения, представленные озеленением коммунальных, коммунально-складских территорий и озеленением вдоль транспортных магистралей (таблица 1).

Таблица 1 – Площади зеленых насаждений парка (паспорт парка)

Наименование земель	Площадь	
	га	% от общей площади
Земли, покрытые растительностью	192,7	75
в том числе земли, покрытые лесной растительностью	176,2	
Нелесные земли	64,9	25
в том числе земли, не покрытые растительностью	16,5	
Всего	257,6	100

К зеленым насаждениям общего пользования относится подавляющая часть насаждений. Они представлены лесонасаждениями естественного происхождения лесопарка и естественной природной растительностью в долине реки Химка. Кроме того, имеются искусственные насаждения старших возрастов и молодые посадки – ландшафтные, декоративные и лесные культуры на открытых площадях [226].

В юго-восточной части территории вокруг каскада прудов создан живописный, хорошо благоустроенный летний парк с декоративными древесно-кустарниковыми групповыми и аллеяными посадками, с цветочными культурами.

Преобладанием сосны в первом ярусе занято 67% территории лесопарка (около 100 га). Значительно меньше насаждений с преобладанием других древесных пород: березы (около 10%), клена остролистного (8%), вяза (6%), липы (5%) и др. Одна треть древостоев сосны имеет двухсотлетний возраст, 60% – 80-140 лет [184, 185]. Остальные породы находятся в стадии роста и относятся к средневозрастной группе. Высоковозрастные естественные сосновые

насаждения возраста более 200 лет, остатки «букетных», аллеяных и других парковых посадок из лиственницы, вяза, клена и др. пород являются основной ценностью лесопарка [168].

Многие хвойные породы исчезли к нашему времени по причинам бедных песчаных почв и засух 1936, 1938, 1939 годов. Уцелели 10 елей (*Picea*) и 1 кедр сибирский (*Pinus sibirica*). Лучше всего сохранились лиственница европейская (*Larix decidua*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*).

В лиственных древостоях доминируют березняки. Широколистные породы – липа (*Tilia*), вяз (*Ulmus*), клен остролистный (*Acer platanoides*) – представлены вместе с сосновыми насаждениями. В парке сохранились посадки вяза гладкого (*Ulmus laevis*): в одну яму высаживались три деревца, чтобы в короткий срок получить дерево с толстым стволом и обширной раскидистой кроной. Высота такого «тройного» дерева – 340 см, а диаметр – около 111 см. Но есть деревья у которых, три ствола расходятся на высоте 2-3 метров.

В травяном покрове парка встречаются: сныть (*Aegorodium*), копытень европейский (*Asarum europaeum*), лютик кашубский (*Ranunculus cassubicus*).

Характерным растением старых усадебных парков является фиалка душистая (*Viola odorata*), барвинок (*Vinca*). Они сохранились здесь довольно в большом количестве.

Травяная растительность представлена обширным набором лесных видов. Это зеленчук (*Lamium galeobdolon*), живучка ползучая (*Ajuga reptans*), сныть (*Aegorodium*), осока волосистая (*Carex pilosa*), копытень европейский (*Asarum europaeum*), кислица (*Oxalis*), ландыш (*Convallaria*), костяника (*Rubus saxatilis*), звездчатка жестколистная (*Stellaria*), медуница (*Pulmonaria*) и разные виды папоротников [181, 184].

Также в парке встречаются куртины – сближенные посадки с округлой формой в плане, обычно 12-18 деревьев. Мощные куртины на берегу пруда издали воспринимаются как одна живописная гигантская крона (рисунок 6).

Несколько ближе к пруду можно обнаружить странные по облику сосны, произведение рук садовников, имеющие форму «рогатого оленя»: невысокие деревья, кроны которых состоят из многочисленных, вначале горизонтально расположенных толстых ветвей, переходящих к вертикальному росту.

Около прудов ракиты – ивы ломкие (*Salix fragilis*) достигают высоты до 22 метров и диаметром 12 метров. На берегу живописная группа тополя белого (*Populus alba*).

В пойме реки Химки растительный покров имеет в основном естественное происхождение. Он произвольно сформировался в заболоченной пойме, на левобережном склоне долины или на отвалах грунта по правобережному склону. Природная растительность представлена здесь околородной, луговой и лесной растительностью в заболоченной пойме или

широколиственными лесными формациями – по левобережному склону. Сорная растительность сформировалась в основном на нарушенных землях в правобережной долине [142].

Основную часть левобережной поймы занимает ольшаник, образованный черной (*Álnus glutinósa*) и серой ольхой (*Álnus incána*) в возрасте 80 лет и более. К ольхе примешиваются вяз гладкий (*Úlmus laévis*), различные древовидные ивы и черемуха (*Prúnus rádus*). У самых старых экземпляров ольхи черной, диаметр стволов достигает 80 см. Встречаются фрагменты чистых черноольшанников. Ольха серая предпочитает для произрастания заболоченные участки, бедные минеральными веществами, ольха черная наоборот почвы, богатые минеральными веществами [142].

В травяном покрове доминируют виды, свойственные пойменным лесам: таволга вязолистная (*Filipéndula ulmária*), сныть (*Aegoróidium*), крапива двудомная (*Urtíca díóica*).

На более сухих местах произрастают копытень европейский (*Ásarum europaéum*), ветреница луговая (*Anemone*), лютик кашубский (*Ranunculus cassubicus*) и др.

По крутому левобережному склону долины сформировался старый широколиственный лес с липой (*Tília*), дубом (*Quércus*), вязом (*Úlmus*), кленом остролистным (*Ácer platanoídes*). Некоторые экземпляры имеют диаметр стволов 80-100 см. Встречаются редко стоящие высокоствольные сосны возрастом около 160 лет. В подлеске лещина, бересклет бородавчатый, жимолость лесная [187].

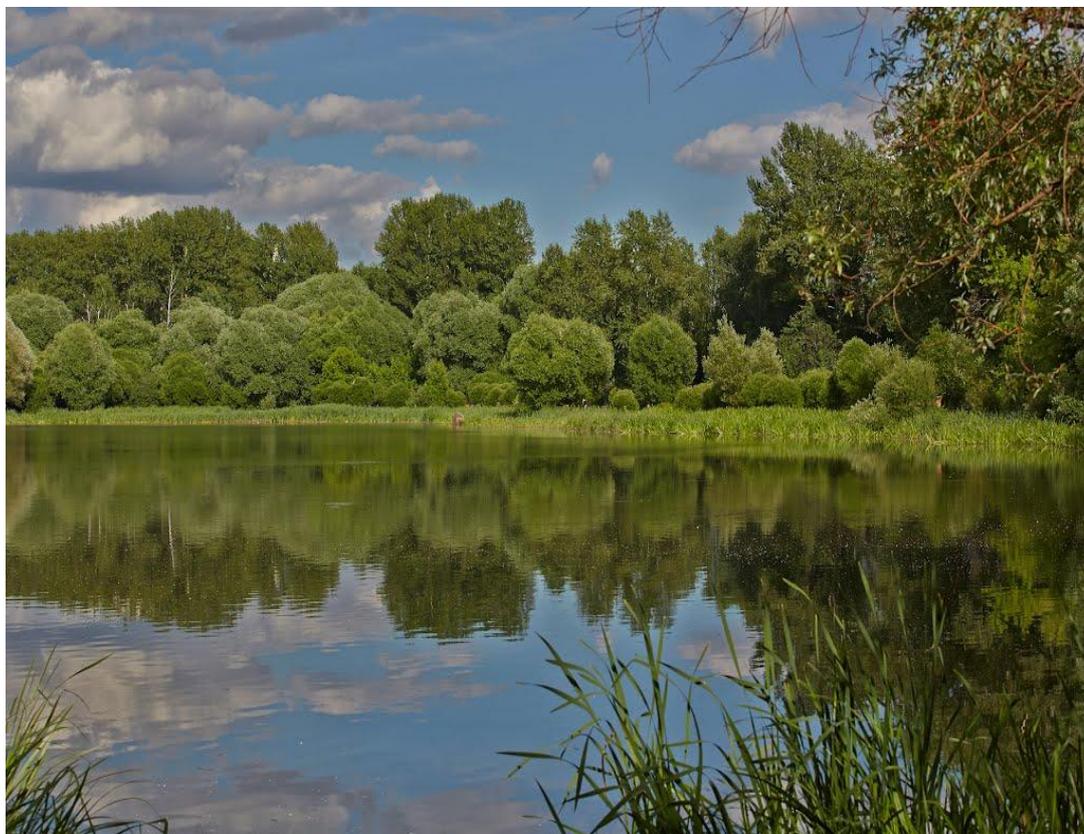


Рисунок 6 – Природа парка «Покровское – Стрешнево»

Санитарное состояние многих насаждений удовлетворительное. Количество сухостойных деревьев незначительно, что говорит о своевременно проводимых выборочных санитарных рубках.

Среди болезней древесных растений наибольшее распространение получил рак-серянка сосны, являющейся основной причиной усыхания в сосновых древостоях. На различных породах небольшое распространение имеют некротизационные и сосудистые заболевания, однако массового распространения болезней вредителей не отмечается [185,186].

Распределение покрытой лесом площади насаждений парка по преобладающим породам и группам возраста приведено в приложении 2, по бонитету – в приложении 3.

2.3 Экологическая обстановка в районе исследований

Все города-миллионеры России являются крупными промышленными центрами. Москва не является исключением. Промышленные, складские, транспортные, коммунальные объекты Москвы занимают площадь 20,5 тыс. га. Сейчас в городе расположены 83 производственные зоны общей площадью более 17 тысяч гектаров, которые крайне разнородны по структуре и составу входящих в них объектов [87].

Московский мегаполис является одним из самых холодных, наиболее плотно заселенных и кризисных городов мира. Он имеет как общие экологические проблемы, характерные для сверхурбанизированных территорий, так и специфические, присущие исключительно Москве.

Основными и наиболее мощными источниками загрязнения города являются выбросы от автотранспорта, от объектов теплоэнергетики и других стационарных источников. Они составляют более 1,2 кг/м³, причем выбросы постоянно увеличиваются. Только от передвижных источников в атмосферу поступает около 90% загрязняющих веществ от их общего объема в столице [46].

Природно-исторический парк «Покровское – Стрешнево» находится в двух административных округах Москвы – Северо-Западном (СЗАО) и Северном (САО).

Северо-Западный округ считается самым чистым, так как на его территории нет крупных источников загрязнения атмосферного воздуха [189].

В соответствии с розой ветров территория округа оказывается с наветренной стороны по отношению к основной части города, на пути перемещения основных воздушных масс. Поэтому территория его обладает высокими гигиеническими качествами и хорошими saniрующими свойствами. Хотя в округе размещено 210 объектов, являющихся потенциальными источниками загрязнителей окружающей среды (приложение 4).

В настоящее время в городе основная масса токсичных веществ поступает в воздух и осажается на почву от автотранспорта. В основном это выбросы оксидов углерода, пыли, тяжелых металлов, оксидов азота и т.д. [45].

Рост числа автомобилей сводит на нет совершенствование технологий по сокращению выбросов в энергетике и промышленности.

Общая численность автотранспорта ежегодно растет, так с 1992 года по 2007 год она возросла в 4 раза и составила 3,37 миллиона единиц, в настоящее время более 4,5 миллиона единиц. Валовый выброс веществ от транспорта сегодня более 1 миллиона тонн [46, 90].

Среднегодовая концентрация окиси углерода варьирует от 0,2 до 0,8 ПДК (природные фоновые уровни – от 0,01 до 0,23 мг/м³), причем максимальные среднегодовые значения наблюдаются на территории вблизи предприятий и автодорог [46]. На промышленных территориях среднемесячные концентрации – на уровне 1,6-2,1 ПДК, а в жилой зоне 1,0-1,4 ПДК. Содержание диоксида серы в воздухе стабильно низкое. Среднегодовая концентрация суммарных углеродов с метаном на территории СЗАО – 1,7 мг/м³. В составе суммарных углеводородов без метана присутствуют алифатические, ароматические, полиароматические, хлорсодержащие и кислородосодержащие углеводороды. Содержание в воздухе бензола – достаточно низкое и составляет 0,1 ПДК. Среднегодовая концентрация фенола 0,4 ПДК. Уровни содержания формальдегида в воздухе высокие – 3,7 ПДК [159].

Северный округ в экологическом плане намного хуже своего соседа, экологическая обстановка его близка к напряженной. На территории округа расположены 8 крупных промзон (одна из них в районе метро Войковская непосредственной близости от парка). Территории промышленных зон составляют до 70% от площади района.

Северный округ занимает второе место в Москве по объему производимой продукции. На территории округа находятся многочисленные промышленные объекты от ТЭЦ-21 до химического завода им П.Л. Волкова. ТЭЦ-21 - одна из крупнейших техноцентралей столицы, от неё осуществляется централизованное теплоснабжение северной части города с одновременной выдачей электрической энергии напряжением 10, 110, 220 кВ в сети Мосэнерго. Установленная электрическая мощность ТЭЦ-21 составляет 1340 МВт, тепловая 403 Гкал/ч. Основным топливом для котлов (4 типовых водогрейных с теплопроводностью по 100 Гкал/ч и 12 типовых водогрейных теплопроводностью по 180 Гкал/ч) является газ, а резервным – мазут марки М – 100 [159].

Высота труб ТЭС 120 м. и на их долю приходится основное количество газообразных выбросов энергокомплекса. Это выбросы оксидов азота, диоксидов углерода, оксидов ванадия, никеля, марганца, сернистого ангидрида и бенз(а)пирена.

По результатам измерений, проведенных экологической службой города, концентрации загрязняющими веществами составили: оксида углерода - 0,1 ПДК_{мр}, диоксид азота - 0,1 ПДК_{мр}, оксида азота - до 0,1 ПДК_{мр}, аммиака - менее 0,1 ПДК_{мр}, бензина - менее 0,2 ПДК_{мр}, взвешенные вещества - менее 0,2 ПДК_{мр}, сероводород - менее 0,5 ПДК_{мр}, диоксида серы - менее 0,1 ПДК_{мр}.

Концентрации по бенз(а)пирену, алюминию, кальцию, марганцу, железу, кремнию соответствовали обычно регистрируемым значениям.

С 2004 года в городе Москве функционирует система мониторинга почв. Согласно данным мониторинга Северо-Западный округ имеет средний показатель загрязнения (СПЗ=12), Северный округ (СПЗ=14). Наибольшее содержание бенз(а)пирена выявлено в СЗАО, превышение ПДВ по нефтепродуктам в САО.

Парк «Покровское – Стрешнево» окружают автомобильные магистрали и железная дорога, которые являются мощными источниками загрязнения окружающей среды. Наибольшим техногенным воздействием на экосистемы парка оказывают основные транспортные магистрали Волоколамское и Ленинградское шоссе, обеспечивающие перевозку около 20% всех грузов, поступающих на территорию Москвы.

Ленинградское шоссе является частью Федеральной автомобильной дороги М10 и Европейского автомобильного маршрута Е105. Оно одно из самых загруженных в городе, так как связывает центр Москвы с аэропортом Шереметьево и городами спутниками – Химками и Зеленоградом [189]. Волоколамское шоссе менее загружено, чем Ленинградское. Оно представляет ответвление от Ленинградского проспекта посредством Волоколамского тоннеля на Соколе и ведет в город Волоколамск.

К парку «Покровское – Стрешнево» примыкает Ивановское шоссе. Это наиболее безопасный объект для парка, так как по нему не проходят маршруты наземного общественного транспорта, за исключением маршрутного такси.

Кроме того, причиной загрязнения территории парка является скопления автомобилей в этом районе. Здесь расположены спортивные объекты, размещенные по периметру парка: СДЮШОР по водным видам спорта, фонд развития водных видов спорта «Водный спорт», спортивный клуб ВМФ им. Горшкова, спортивная база ЦСКА, ВМФ РФ по академической гребле и спортивный клуб «Три стихии», поэтому много частных автомобилей.

Нами в 2012 и 2014 гг. проведен анализ движения транспорта по магистралям, прилегающим к парку.

Исследования показали, что поток автомобилей по всем шоссе, окружающим парк, в 2014г. возрос по сравнению с 2012 г. в 1,2раза. Наиболее перегружено транспортом Ленинградское шоссе (в среднем 7282автомобиля в час), количество транспорта на этой магистрали, превышает на 9% поток машин, двигающихся по Волоколамскому шоссе (6672) и 10,2 раза – по Ивановскому шоссе (рисунок 7, приложения 5,6,7).

Согласно ГОСТ 17.2.2.03-77 по показателям количества автомобиля Ленинградское и Волоколамское шоссе относятся к категории высокой интенсивности движения.

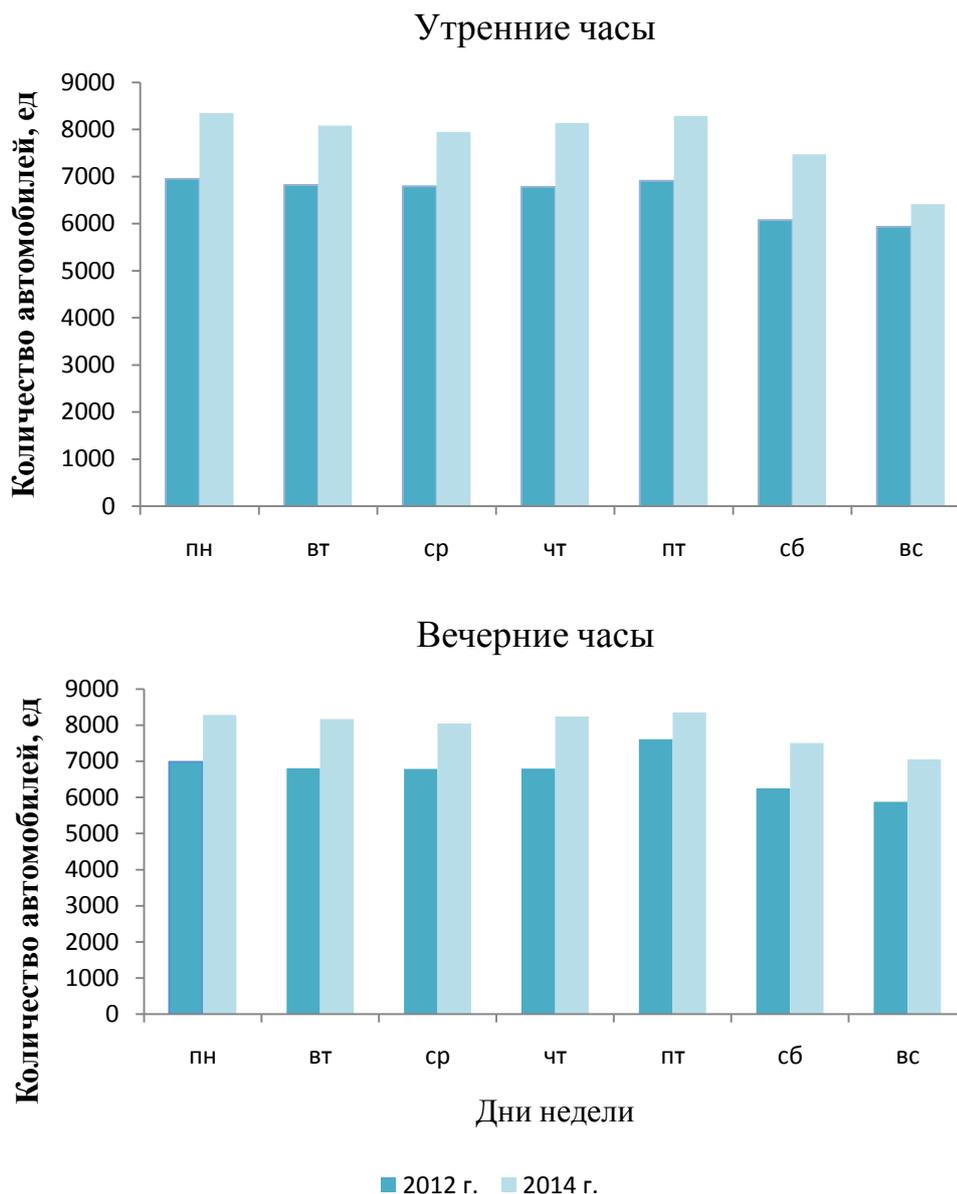


Рисунок 7 – Количество автомашин на магистралях города в июле 2012 и 2014 гг
Таблица 2 – Выбросы загрязняющих веществ автотранспортом за июль 2014г., кг

Магистраль (шоссе)	Загрязняющие вещества			
	оксид углерода	углеводороды	оксид азота	оксид серы
Утренние часы				
Ленинградское	4689	782	547	4,0
Волоколамское	4393	732	513	4,0
Иваньковское	476	79	56	0,4
Вечерние часы				
Ленинградское	4771	795	557	4,0
Волоколамское	4341	724	506	4,0
Иваньковское	476	79	56	0,4

Расчет количества загрязняющих веществ выделяемых транспортом на этих магистралях показал, что наибольшее загрязнение атмосферы происходит диоксидом углерода (таблица 2). При этом объем выбросов зависит от интенсивности движения транспорта. Огромный поток

машин на Ленинградском и Волоколамском шоссе в летнее время повышает нагрузку на зеленые насаждения парка «Покровское – Стрешнево».

Загруженность магистралей в дни недели отличается, наибольшее количество машин наблюдается в понедельник в утренние часы и пятницу в вечернее время независимо от направления движения транспорта.

Кроме того, вокруг парка находится сразу несколько автозаправочных станций. Ближе всего расположилась с восточной стороны «Нефтьмагистраль», через Ленинградское шоссе напротив торгового центра – Лукойл. На юге с обеих сторон от Волоколамского шоссе сразу две заправочные станции – Интеройл и Татнефть. Они находятся на расстоянии 200-250 метров от территории парка. Немного дальше, но тоже на юге, находится АГЗС № 225 и АЗС Лукойл. На западе – через канал им. Москвы еще одна заправка – Лукойл.

Эти заправочные станции являются потенциальными загрязнителями и создают определенную угрозу зеленым насаждениям парка, так как в составе углеводородов в районах АЗС обнаружены высокотоксичные компоненты: бензол, толуол, этилбензол. Приоритетными компонентами загрязнения являются нефтепродукты и взвешенные вещества. Установлен уровень загрязнения поверхностного стока АЗС: по нефтепродуктам 9,35 мг/л; по взвешенным веществам 34,34 мг/л.

Из округов Москвы по загрязнению нефтепродуктами САО лидируют. Несмотря на закон от 21 октября 2011 года, исключающий АЗС из списка опасных производственных объектов, они и по сей день являются источниками повышенной опасности.

С южной стороны парка проходит железная дорога Рижского направления. Ежедневно по этому направлению следуют две пары поездов дальнего следования, и проходит 72-73 пригородных электропоезда с плечом обращения от Серпухова до Шаховской. Для того чтобы сохранить уникальную природу парка при строительстве железной дороги предусмотрели и делали изгиб, однако он находится на расстоянии 50 м от парковой территории. Таким образом, и железная дорога входит в число потенциальных источников, возможного влияния на экосистемы парка.

Важным фактором антропогенного воздействия на территорию парка является рекреационная нагрузка – показатель рекреационного воздействия, определяемый количеством посетителей на единицу площади, временем их пребывания и видом отдыха. Наблюдения, проведенные сотрудниками парка в выходные и рабочие дни показали, что на сегодняшний день, рекреационная нагрузка объекта составляет 95 чел/га., что соответствует нормативным показателям для лесопарка (МГСН 1.02-02).

Рекреационные нагрузки вызывают различные стадии дигрессии: опасные, критические и катастрофические. Средняя оценка рекреационной дигрессии лесных земель 2,7 указывает на

приближение критического состояния лесной среды лесопарка (3 стадия дигрессии). Повышенная рекреационная нагрузка на изреженные, как древостой (с полнотой 0,3 – 0,5), так и редины, вызывает ослабленные состояния насаждений. Она вызывает ухудшение роста и развития деревьев и кустарников, оголение корневой системы, уплотнение почвы и подстилки, появление луговых и сорных видов трав. Участки с наибольшими рекреационными нагрузками (территории, прилегающие к прудам) характеризуются худшими показателями устойчивости [168].

Насаждения лесопарка в целом ослаблены. Лучшие показатели устойчивости имеют древостой клена остролистного и березы повислой, низкие – у древостоев дуба и лиственницы. Плохие показатели у древостоев вдоль автомагистралей и культур в прибрежной зоне прудов [142, 187].

Такая экологическая обстановка в самом парке и в прилегающих к нему территориях, требует проведения комплексного мониторинга с целью разработки мер, сохраняющих уникальный ландшафт природно-исторического парка.

2.4 Объекты и методы исследований

Программа исследования включала анализ состояния почв, водных объектов и растительности по наиболее диагностируемым показателям негативного воздействия на экосистемы парка.

Работа основывалась на системном методологическом подходе к экологической оценке экосистем парка с использованием ГИС-технологий, методов дистанционного зондирования и автоматизированного дешифрирования космических снимков, анализа картографических и статистических данных, мониторинговых показателей, полученных в результате полевых и лабораторных исследований.

Дешифрирование проводилось с мультиспектральным четырехканальным изображением (Red, Green, Blue, Nir), сделанным со спутника «World View-2». Площадь покрытия космосъемкой – 25 км², угол отклонения от надира 9,26°, при нулевой облачности. Снимки были предоставлены компанией СОВЗОНД в формате «tiff».

Дешифрирование снимков осуществляли при комплексном использовании растрового графического редактора Erci и полевых работ в парке, благодаря которым были составлены картографические схемы загрязнения снежного и растительного покровов парка с учетом розы ветров.

Для изучения изменений химических, физико-химических и биологических свойств почв были заложены в 2012 году пять площадок размером 25 x 25 метров каждая на естественных и нарушенных почвах.

Места расположения площадок указаны на схематической карте парка (Рисунок 8).

Отбор почвенных проб проводился в соответствии ГОСТ 28168-89, подготовка почв к анализу по ГОСТ 17.4.3.01-83.

На всех площадках в 2012 г. были заложены почвенные разрезы, из которых отобраны почвенные образцы. Кроме того, на этих же площадках буром были в пяти повторениях взяты образцы по 10-ти см слоям. В 2014 году эти исследования повторили.

Ежегодно дважды за сезон в мае и октябре отбирались образцы почв тростевым буром в тридцати точках площадки для определения агрохимических показателей, ферментов и подвижных форм тяжелых металлов. Анализировались по пять смешанных образцов.

Для составления картограмм в 2013 г. проведен отбор проб почвы на 42 индивидуальных участках тростевым буром в соответствии с ГОСТ. Анализировались смешанные образцы с каждого индивидуального участка.

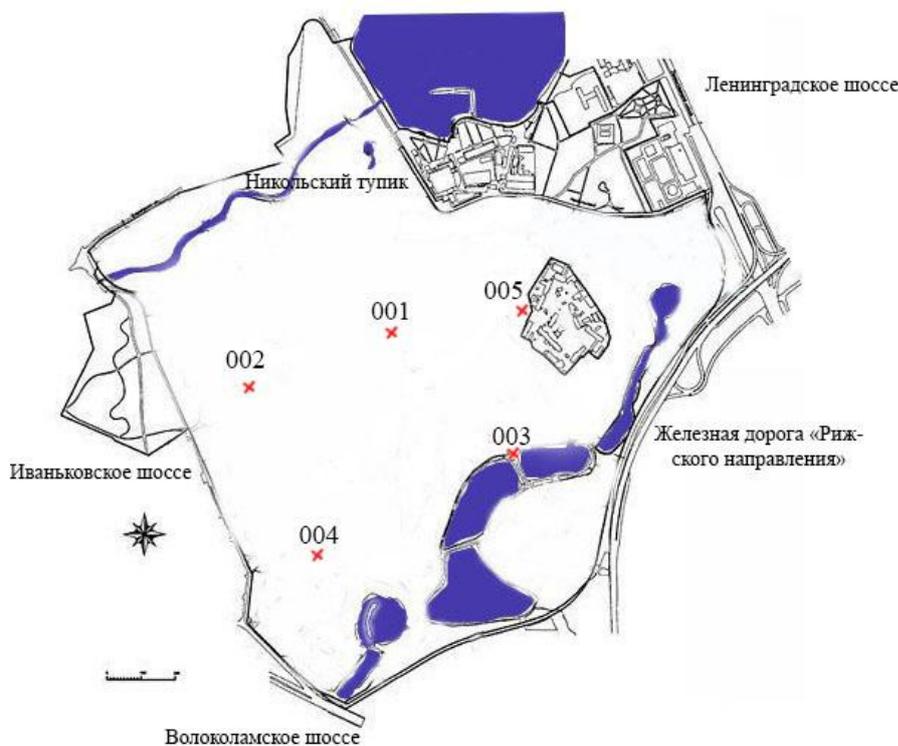


Рисунок 8 – Схематическая карта парка

В почве определяли: гумус по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО с фотометрическим окончанием на Spekol 211; подвижные формы фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО, калий с окончанием на пламенном фотометре, фосфор—Spekol 211; pH_{KCl} потенциометрическим методом на pH-метром; фосфотазу по Штефанику, каталазу инвертазу по Галстян [213], уреазу по Щербаковой [167]; тяжелые металлы: подвижные кислоторастворимые формы (медь, цинк, кадмий, свинец) РД 52.18.191-89 методом атомно-адсорбционной спектроскопии на спектрометре МГА-915, валовые формы -

рентгенофлуоресцентным методом по методике М049-П/04 на спектрометре Спектроскан-Макс GFIE.

Образцы снега отбирали в местах отбора почвенных проб в соответствии с методическими рекомендациями [128]. В талой воде определяли следующие показатели: рН с помощью рН - метра, электропроводимость портативным кондуктометром HANNA и тяжелые металлы (медь, цинк, кадмий, свинец) методом масс - спектрометрии на спектрометре Спектр-5; токсичность талой воды - методом биотестирования с помощью дафний.

Растительный покров изучали на площадках и по трем трансектам, проходящим по диагонали через весь парк. В качестве тест-объектов использовались рябина обыкновенная, клен остролистный, липа мелколистная, береза повислая (приложение 8).

Определялись морфологические показатели: площадь листьев, средняя площадь некрозов, хлорозов и объеданий в процентах от площади листовой поверхности, плотность листа, и изменение формы и флуктуирующая асимметрия листовой пластины – методика А.И. Федоровой - А.Н. Никольской [208].

Жизненное состояние насаждений оценивалось по шкале: здоровое – ослабленное, сильно ослабленное и полностью разрушенное – методика В.А.Алексеева [8].

Коэффициент флуктуирующей асимметрии определяли по 5 параметрам: ширины половинки листа; длина второй жилки второго порядка от основания листа; расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.

Величина асимметричности (Y) оценивалась с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия признака (x):

$$y_1 = \frac{x_l - x_n}{x_l + x_n} \quad (1),$$

где X_l левой, X_n правой стороны.

Значение коэффициента флуктуирующей асимметрии (Z) определялось по формуле:

$$Z = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{n}, \quad (2),$$

где n – число признаков.

Для оценки состояния водных объектов парка анализировалась вода, пробы которой отбирались из рек Химка и Чернушка, родника «Царевна – Лебедь» и прудов.

Отбор проб воды проводился в соответствии с ГОСТом 17.1.05-85 «Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» ежегодно (2012 – 2014 гг.) пятого числа в мае, июле и октябре месяцах в пяти повторностях на каждом объекте.

Образцы анализировались в аккредитованных лабораториях Главного контрольно – испытательного центра питьевой воды (ЗАО «ГИЦ ПВ»), ООО «Экотех – Москва» и экологическом классе Московского Авиационного Института (Национальный исследовательский университет).

Комплексная оценка качества воды рассчитывалась, исходя из индекса загрязнения воды (ИЗВ) по формуле:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \div n \quad (3)$$

где C_i – среднее значение определяемого показателя за время наблюдений;

ПДК – предельно допустимая концентрация данного загрязняющего вещества;

n – число показателей, берущихся для расчета.

В воде определяли жесткость комплексометрическим методом, электропроводность с помощью портативного кондуктомера HANNA, интенсивность запаха, цветность и мутность.

В воде родника органолептические, общие и показатели химического состава определяли в 2012 и в 2014 годах: аммоний-ион (ПНД Ф 14.1;2.1-95), нитрат-ион (ГОСТ 23268.9-78), нитрит-ион (ГОСТ 23268.8-78), хлорид-ион (ГОСТ 26425-85), ХПК (ГОСТ Р 52708-2007), взвешенные вещества (ОСТ 34-70-953.13-90), формальдегиды (ГОСТ Р 55227-2012), фенолы (РД 52.24.488-2006), сульфаты (ГОСТ Р 52964-2008), карбонаты (ГОСТ 13455-91), запах и цвет (ГОСТ 3351-74).

Результаты исследований обрабатывались математически, использовался дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ пакета программ Statistica Stagrafica.

ГЛАВА 3. ПОЧВЫ ПАРКА И ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ИХ СВОЙСТВ

Специфической особенностью почвы, по сравнению с другими средами (вода, воздух), является способность выполнять санитарно-защитные функции относительно различного рода загрязняющих веществ. В почвах происходит закрепление поллютантов (сорбция, комплексообразование и т.д.), что снижает поступление токсикантов в растения.

Несмотря на то, что почвы парка «Покровское – Стрешнево» хорошо изучены, о чем свидетельствуют материалы, приведенные во второй главе, важным является регулярные наблюдения за экологическим состоянием почв, изменением параметров химических, физико-химических, и биологических свойств, многие из которых являются индикаторами, указывающими на развитие негативных экологических процессов в почвах парка при антропогенном воздействии мегаполиса.

Мониторинг необходим не только в целях оценки изменений происходящих в настоящее время в почвах, но и для прогноза изменений в будущем, так как почва – центральное звено экосистемы парка и в своем составе и свойствах отражает результат антропогенного воздействия на все остальные природные среды.

Используя снимки, сделанные со спутника «WorldView-2», руководствуясь данными исследований, проведенных учеными МГУ имени М.В. Ломоносова (М.Н. Строгановой, Т.В. Прокофьевой, Н.А. Мартыненко и другими) и уточнения почв на местности было выделено и закреплено пять пробных площадок на наиболее распространенных почвах парка.

Наименование почв и горизонтов в нашей работе даны по М.Н. Строгановой [195]. За условный почвенный фон на территории парка принят ржавозем типичный среднеглубокий супесчаный на флювиогляциальных отложениях [171].

Описание заложенных площадок, морфологических признаков, гранулометрического и агрегатного состава, некоторых физических свойств исследуемых почв приведено в приложениях 9-14.

3.1 Физико-химические и химические свойства

В ходе лабораторных исследований были изучены изменения содержания органического вещества, реакции среды, количества поглощенных оснований, подвижных форм фосфора, калия, щелочногидролизуемого азота, валовых и подвижных форм микроэлементов и активности некоторых ферментов.

3.1.1 Органическое вещество почв

Известно, что гумусовые вещества участвуют в обменном и необменнообменном поглощении катионов, входящих в состав таких загрязняющих веществ, как радионуклиды, тяжелые металлы, химические мелиоранты, различные соли и другие. В почвах, достаточно обеспеченных органическим веществом, гораздо эффективнее протекают процессы

детоксикации загрязняющих веществ, значительно ниже коэффициенты накопления тяжелых металлов и радионуклидов [98]. Поэтому знание количества и качества органического вещества почв парка важно для оценки, прогноза изменений и принятия мер по улучшению экологического их состояния.

Характерной особенностью всех почв парка являлось накопление органического углерода ($C_{орг}$) в верхних горизонтах (рисунок 9, приложение 16). Содержание $C_{орг}$ в естественных почвах колебалось от 2,48 до 2,92%. В агрогенно-преобразованных $C_{орг}$ изменялось – от 2,40 до 2,61%, в горизонтах урбик от 2,14 до 2,73%. В ржавоземе типичном супесчаном количество $C_{орг}$ в поверхностном (0-20 см) слое почвы было меньше в среднем на 0,26% ($НСР_{05}=0,004\%$), по сравнению с ржавоземом легкосуглинистым.

Количество гумуса в верхнем слое изменялось от 2,63 - 4,09% в природных почвах до 2,15 - 3,07% в агрогенно-измененных почвах. Вниз по профилю почв наблюдалось уменьшение содержания гумуса, причем характер снижения количества $C_{орг}$ определялся антропогенной трансформацией почвы и её гранулометрическим составом (приложение 15).

Полученные данные согласуются с данными о содержании гумуса в дерново-подзолистых почвах Московской области и с данными по количеству $C_{орг}$ в почвах парка «Покровское – Стрешнево», по которым количество гумуса в естественных почвах находится в пределах 4-6% [166, 195].

М.Н. Строганова с соавт. [195] отмечает, что в почвах парков Москвы содержание гумуса в поверхностных горизонтах природных почв составляет 2-4%, а в верхних горизонтах антропогенно-преобразованных почв парков оно определяется типом насыпного материала.

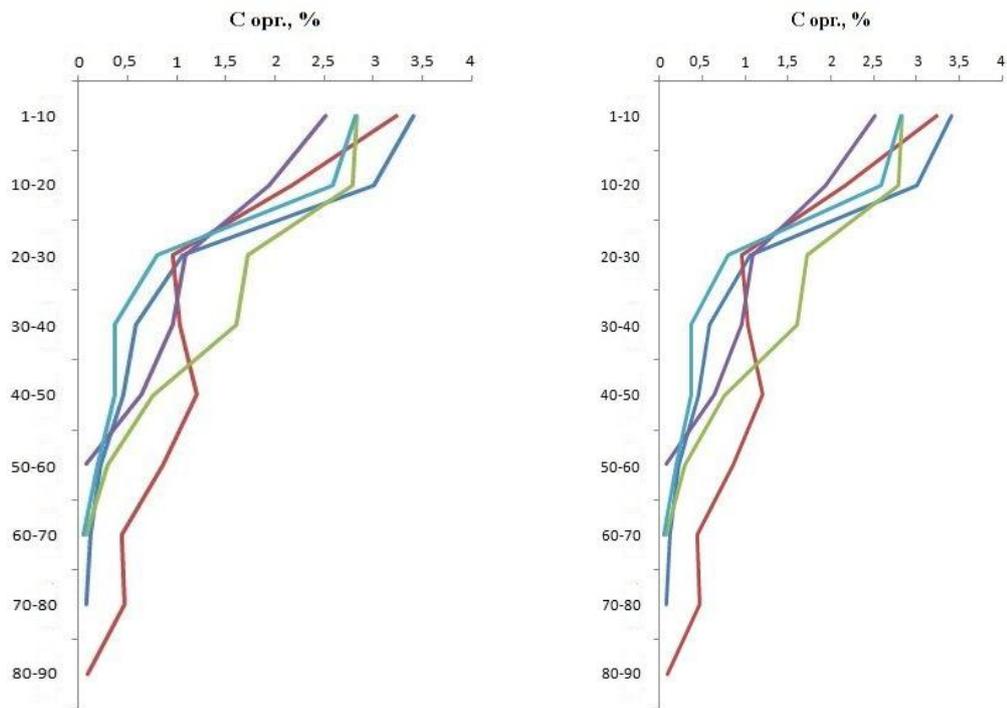
Трансформация органических остатков и синтез гумуса сопровождаются образованием в почве лабильных форм органического вещества [35, 101, 236].

На стадии минерализации растительных остатков, продуктов жизнедеятельности микроорганизмов и началом гумификации образуется водорастворимое органическое вещество (ВОВ) кислой природы. Оно содержит низкомолекулярные соединения (органические кислоты, сахара, аминокислоты) и легкогидролизуемые органические вещества растительного опада, выделения корневых систем, которые служат источником для питания растений, и в первую очередь, азотом. Часть ВОВ участвует в водной миграции и в синтезе комплексных металлорганических соединений.

Анализ полученных нами данных показывает, что содержание водорастворимого органического углерода в верхних горизонтах изучаемых почвах парка изменялось в среднем от 0,081% в ржавоземе типичном легкосуглинистом до 0,028% от массы почвы урборжавоземе супесчаном (таблица 3, приложение 16).

Количество водорастворимого углерода колебалось в горизонте урбик до 0,016-0,037%.

Аналогичные данные по количеству $C_{\text{вов}}$ приводятся в работе А.С. Владыченского [29], где указывается, что в почвах постагрогенных ландшафтов южной тайги содержание водорастворимого органического вещества находится в пределах 0,02-0,08% от массы почвы.



2012г.

2014г.

Рисунок 9 – Содержание органического углерода в почвах парка, %

■ - Ржавозем типичный легкосуглинистый; ■ - Ржавозем типичный среднетонкозернистый; ■ - Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный; ■ - Урбанозем маломощный супесчаный; ■ - Урборжавозем среднетонкозернистый супесчаный

Профильное распределение водорастворимого углерода выявило неодинаковый характер его количественных изменений. В ржавоземах типичных идет в начале уменьшение содержания $C_{\text{вов}}$, затем в горизонте ВФМ происходит увеличение количества его до уровня верхних горизонтов и даже выше, а далее снова наблюдается снижение.

Доля углерода водорастворимого гумуса от $C_{\text{орг}}$ составляла в почвах парка от 1,0 до 2,75%. Аналогичные данные приведены в работе А.С. Владыченского с соав. [29].

Содержание $C_{\text{вов}}$ изменялось в зависимости от погодных условий. Благоприятные условия увлажнения способствовали большему образованию водорастворимых органических веществ и большей их миграции по профилю почв (рисунок 10).

Таблица 3 – Содержание подвижных форм органического вещества в верхних горизонтах почв парка (средние данные)

Почва	Гори- зонт	C _{орг.} , %	C _{лгк} , %		C _{вов} , %	
			от массы почвы			
			2012г.	2014г.	2012г.	2014г.
Ржавозем типичный легкосуглинистый	АУ	2,95± 0,03	0,171± 0,006	0,157± 0,003	0,083± 0,001	0,078± 0,003
Ржавозем типичный супесчаный	АУ	2,69± 0,02	0,145± 0,004	0,141± 0,002	0,061± 0,002	0,055± 0,001
Ржавозем постагрогенный супесчаный	АУ _{ра}	2,50± 0,04	0,132± 0,001	0,120± 0,005	0,053± 0,002	0,045± 0,004
Урборжавозем супесчаный	АVur	2,23± 0,01	0,092± 0,006	0,056± 0,002	0,031± 0,004	0,025± 0,002
Урбанозем супесчаный	U	2,71± 0,05	0,125± 0,003	0,106± 0,004	0,035± 0,006	0,024± 0,001

Следующий по трансформационной способности фонд органического вещества, извлекаемый 0,1н раствором NaOH, в наших исследованиях представлен лабильными гумусовыми кислотами.

Лабильные гумусовые кислоты (ЛГК) могут быть отнесены к относительно «молодым формам» гумуса, которые непрочны связаны с минеральной частью почвы. Эти соединения содержат повышенное количество азота и способны быстро минерализовываться [77].

Результаты исследований показали, что содержание C_{лгк} изменялось (в среднем) от 0,164% в ржавоземе типичном легкосуглинистом до 0,116% от массы почвы в урбаноземе супесчаном. Уменьшение содержания лабильных гумусовых кислот по профилю всех почв происходило постепенно.

В почвах наблюдается сезонная динамика углерода лабильных гумусовых кислот, содержание их уменьшалось от весны к осени, что возможно связано с минерализацией их микроорганизмами.

Трансформация органического вещества зависела от погодных условий, как в течение теплого времени года, так и по годам исследований. Увеличение осадков, следовательно, и запасов влаги в почвах в 2012 году приводило к некоторому снижению C_{лгк} и в то же время к увеличению C_{вов}. В 2014 году низкая влажность и высокая температура способствовали снижению количества как C_{вов}, так C_{лгк}. Возможно, это связано с тем, что происходило более быстрое закрепление углерода в составе сложных соединений.

Меньше всего образовывалось легкогидролизуемых органических кислот в верхнем слое урборжавозема маломощного супесчаного в 2014 году –0,056% от массы почвы, в то время как в ржавоземе типичном легкосуглинистом C_{лгк} было почти в 2 раза больше (0,157%).

Уменьшение количества $C_{\text{лгк}}$ в 2014 году к уровню 2012 года статистически значимо ($НСР_{05} = 0,003\%$) и составило 0,01 и 0,036% в этих почвах соответственно. Обобщенная характеристика гумусного состояния почв парка приведена в таблице 4.

Данные, проведенных анализов, показывают, что в нарушенных почвах обогащение гумуса азотом снижается на 29,0-36,6% по сравнению с природными почвами, уменьшается доля подвижных форм углерода, как водорастворимого, так и в составе лабильных гумусовых кислот, что может отражаться на состоянии растительного покрова парка.

3.1.2 Реакция почвенной среды

Для оценки состояния почв парка при антропогенном воздействии необходимо знать изменения реакции среды и содержания обменно-поглощенных катионов в почвенном поглощающем комплексе.

Реакция почвенной среды оказывает влияние не только на рост и развитие растений, но и жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Она во многом определяет скорость и направленность химических и биохимических процессов, происходящих в почве.

Реакция является одним из индикаторов изменений свойств почв урбанизированных территорий.

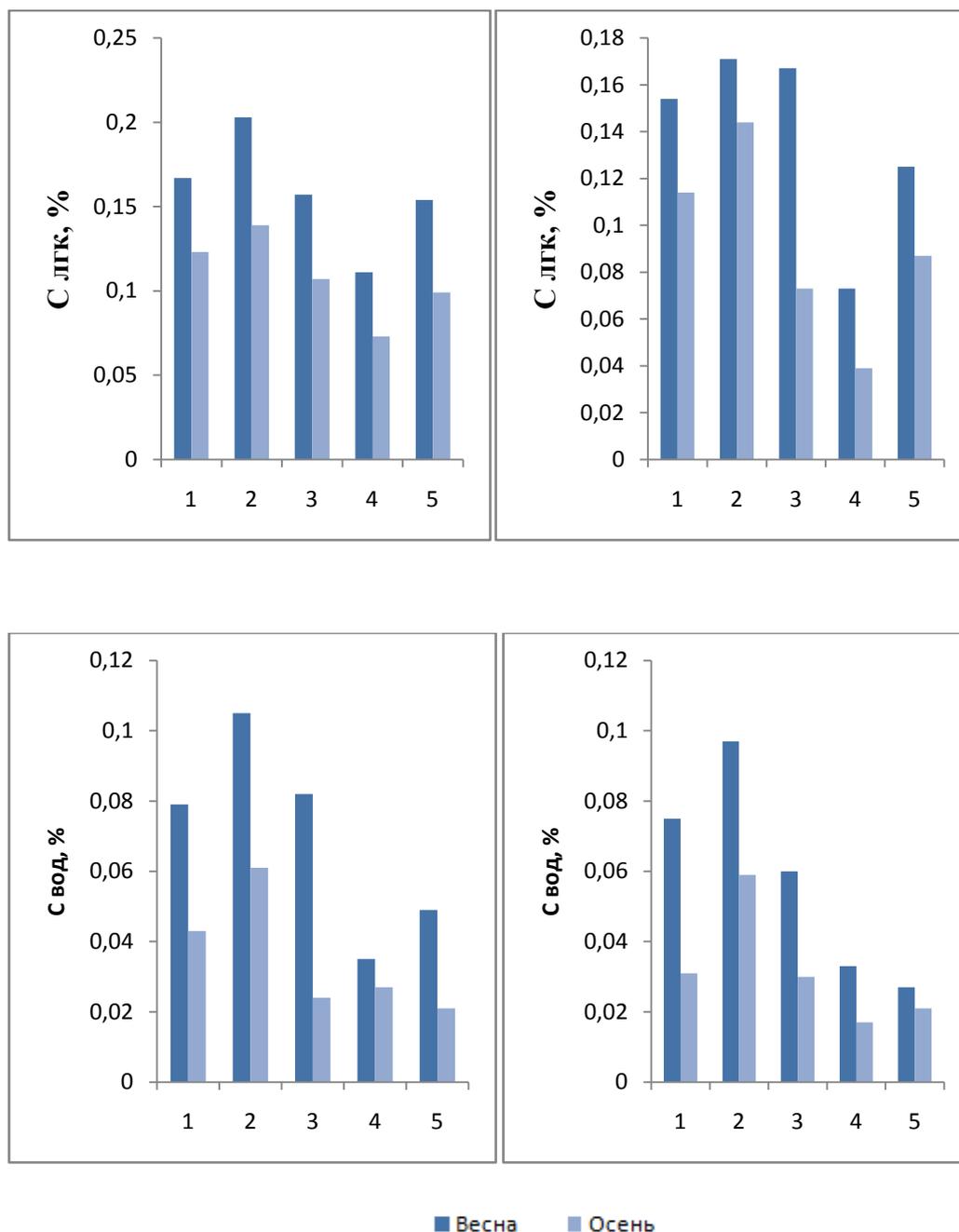
Определение величины рН в почвах парка показало большой разброс её показателей в поверхностных горизонтах почв: $pH_{\text{вод}}$ от 5,28 в ржавоземе типичном супесчаном до 7,64 ед. в урбаноземе супесчаном; $pH_{\text{ксл}}$ от 4,22 в ржавоземе типичном легкосуглинистом до 7,13 ед. в урбаноземе супесчаном (рисунок 11, приложение 17).

В верхних горизонтах естественных почв реакция почвенного раствора слабо- и среднекислая, вниз по профилю она существенно не изменялась и составляла в среднем в горизонте ВФМ $pH_{\text{вод}}$ 6,67 и $pH_{\text{ксл}}$ 4,32 ед.

Верхние горизонты антропогенно-нарушенных и антропогенно-трансформированных почв имели реакцию близкую к нейтральной и нейтральную. Так, в ржавоземе постагрогенном в горизонте АУра показатель $pH_{\text{вод}}$ составил в среднем 6,28 и $pH_{\text{ксл}}$ 5,93 ед., вниз по профилю почва становилась среднекислой. Наибольшие показатели рН отмечены в горизонтах урбик (в среднем) 7,67 ед.

Изучение реакции среды в динамике показало её изменение в зависимости от метеоусловий. Наиболее низкие показатели рН были в 2014 году, что, возможно, связано с низкой влажностью почвы, в условиях небольшого количества осадков.

Нами была определена реакция почвы ($pH_{\text{ксл}}$) в слое 0-20см примерно на площади 192 га и составлена картограмма (рисунок 11). Исследования показали, что на территории парка 46,8% почв имели $pH_{\text{ксл}}$ от 6,1 до 8,0 и более единиц, 50,9% слабо- и среднекислую и 2,3% – сильнокислую реакцию.



2012г.

2014г.

1 - ржавозем типичный супесчаный, 2 - ржавозем типичный легкосуглинистый, 3 - ржавозем постагрогенный супесчаный, 4 - урборжавозем супесчаный, 5 - урбоназем супесчаный

Рисунок 10 – Динамика изменений содержания подвижных форм углерода в поверхностном слое почв парка

Повышенный уровень рН может быть у почв, находящихся на начальных стадиях агрогенной трансформации, а также агрогенно-трансформированных почв с новыми верхними горизонтами урбик, как их классифицируют М.И. Герасимова с соав. [37].

Таблица 4– Обобщенная характеристика гумусного состояния почв (средние данные)

Признак	Почва				
	Ржавозем			Урбо- ржа- возем	урбано- зем
	типичный легкосуг- линистый	типичный супесча- ный	пост- агроген- ный		
супесчаный					
Мощность гумусного горизонта, см	20	16	20	16	22
Содержание $C_{орг}$ в верхнем 0-20см слое, %	2,95	2,69	2,50	2,23	2,71
Запасы гумуса в 0-20см слое, кг/м ²	5,20	4,73	4,96	2,87	5,60
Профильное распределение гумуса	Постепенное	резкое	Постепенное	резкое	резкое
Содержание азота, %	0,205	0,186	0,226	0,215	0,296
Обогащенность гумуса азотом, C:N	14,4	14,5	11,9	10,3	9,2
$C_{сво}$, %	0,081	0,056	0,049	0,028	0,030
$C_{сво}$, % К $C_{сорг}$.	2,75	2,08	1,22	1,96	1,11
$C_{лгк}$, %	0,164	0,143	0,126	0,074	0,116
$C_{лгк}$, % К $C_{сорг}$.	5,56	5,32	5,04	3,32	4,28

Примечание: общая характеристика выполнена по методике Л.А.Гришиной и Д.С.Орлову [60]

Полученные нами данные еще раз подтверждают утверждения многих исследователей о том, что антропогенно-нарушенные и антропогенно-трансформированные почвы подщелачиваются и имеют высокие показатели $pH_{вод}$ – 8,0 и выше.

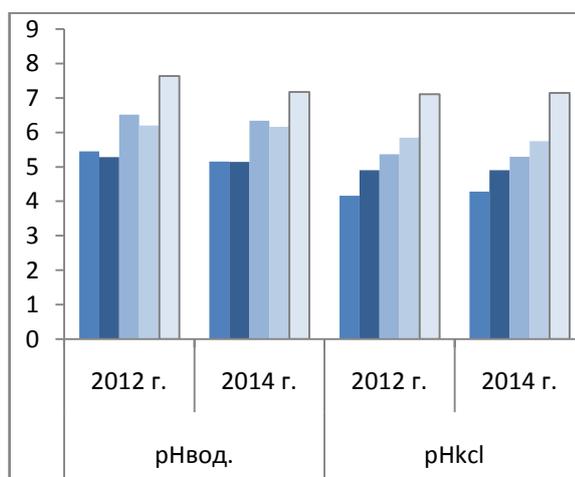


Рисунок 11 – Изменение реакции почвенной среды в верхнем (0-20см) слое почв
 ■ - Ржавозем типичный легкосуглинистый; ■ - Ржавозем типичный среднемелкий супесчаный; ■ - Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный; ■ - Урбанозем маломощный супесчаный; ■ - Урборжавозем среднемощный супесчаный

Причины этого явления авторами приводятся самые разные: высокое количество карбонатов в строительном мусоре [161], большое количество пыли, обогащенной карбонатами, попадающей в почву [116], повышенное содержание растворимых солей кальция, натрия, анионов хлора и фтора [226].

Нами бы определен водородный показатель снега в качестве индикатора загрязнения почв парка. Считается, что снег является один из наиболее информативных и удобных индикаторов техногенного воздействия на экосистемы через атмосферу. Снег обладает высокой сорбционной способностью и поглощает из атмосферы значительную часть продуктов техногенеза. Концентрация поллютантов в снеге, в результате процессов сухого и влажного выпадений, оказывается выше, чем в атмосферном воздухе и дает действительную величину аэротехногенных выпадений в зимний период года [11].

Определение территории загрязненным снегом проводилось с помощью снимка, полученного со спутника «WorldView-2».

Известно, что данные снегосъемки являются более представительными для исследований аэротехногенной составляющей атмосферных поступлений поллютантов в ландшафты.

Дешифрование снимка, и ориентирование на местности позволили уточнить территорию парка, покрытую разным по уровню загрязнения, снегом (рисунок 12).

Определение водородного показателя показало, что в первые сутки после выпадения снега, реакция его среды была на уровне 6,63-6,89 независимо от мест отбора проб. Через три недели после выпадения выявлено изменение реакции талой снежной воды. Она колебалась от нейтральной ($pH = 6,8$) до щелочной ($pH = 8,4$).

При наибольшем загрязнении снега, отмеченном на площадках вблизи Ленинградского (005) и Волоколамского шоссе (004), уровень pH возрастал до щелочных значений. По мере удаления от источников загрязнения показатель pH уменьшался. В центральной части парка реакция приближалась к нейтральной.

Нами был проведен анализ на токсичность снега для живых организмов с помощью дафний. Методика определения представлена в приложении 19. Образцы снега отбирались в день и через три недели после его выпадения.

Исследования показали, что в растворах талой снежной воды, в образцах, взятых для анализа в день выпадения снега, за 96 часов погибали около 20% дафний (независимо от мест отбора проб), что говорит о слабой токсичности выпавших осадков (таблица 5, приложение 20).

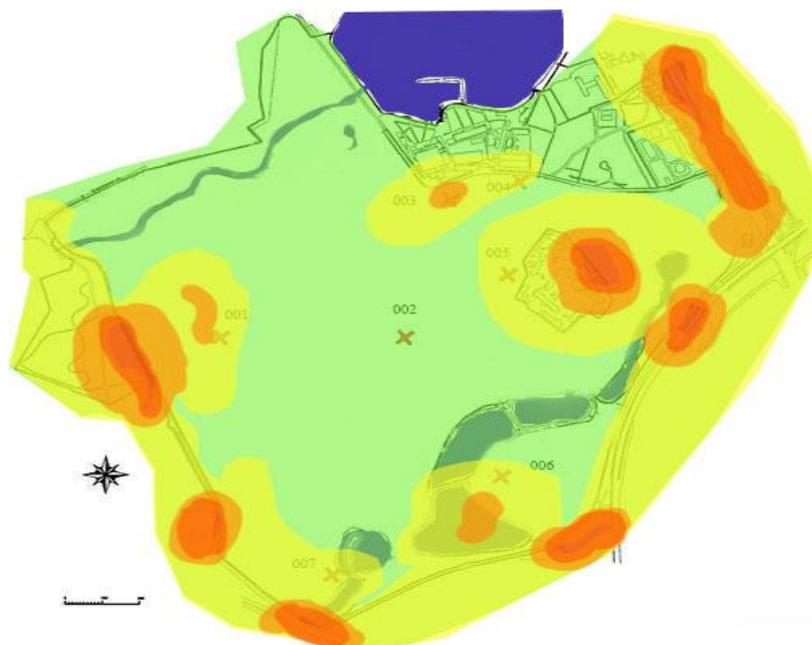


Рисунок 12 – Интенсивность загрязнения снежного покрова парка

■ - незначительная; ■ - средняя; ■ - наибольшая; ■ - отсутствует.

После трехнедельного пребывания снега на территории парка выявлены изменения качества талой снеговой воды.

Образцы снега с площадок (005, 004), находящихся вблизи с Ленинградским, Волоколамским шоссе и железной дороги, были темнее, чем с площадки 001, расположенной в центральной части парка.

Таблица 5 – Количество живых дафний в зависимости от качества талой снеговой воды (средние данные)

Уровень загрязнения снега	Площадка	Количество живых дафний, %							
		первые сутки				через три недели			
		после выпадения снега							
		24	48	72	96	24	48	72	96
		часы определения после их помещения в воду							
отсутствует	001	100	100	100	76	98	98	83	71
незначительный	002	100	100	100	88	98	92	80	71
средний	003	100	100	98	90	80	76	70	65
	005	100	100	96	84	83	72	67	57
наибольший	005	100	100	90	80	75	63	50	49
НСР ₀₅ , %					1,48	1,76	3,17	4,96	4,83

В талой снеговой воде были обнаружены механические примеси в виде песка. В этих образцах уже через 72 часа наблюдалась гибель от 17 до 40% дафний, что свидетельствует об усилении токсичности талой воды. Можно предположить содержание в ней и повышенной концентрации солей.

Таким образом, проведенные исследования снега, подтверждают выводы Х.Г. Якубова и О.В. Пляскиной [156, 224] о том, что причиной подщелачивания городских почв является аэрогенное загрязнение, содержащее пыль и растворимые соли, в том числе натрия, кальция и другие щелочных элементов.

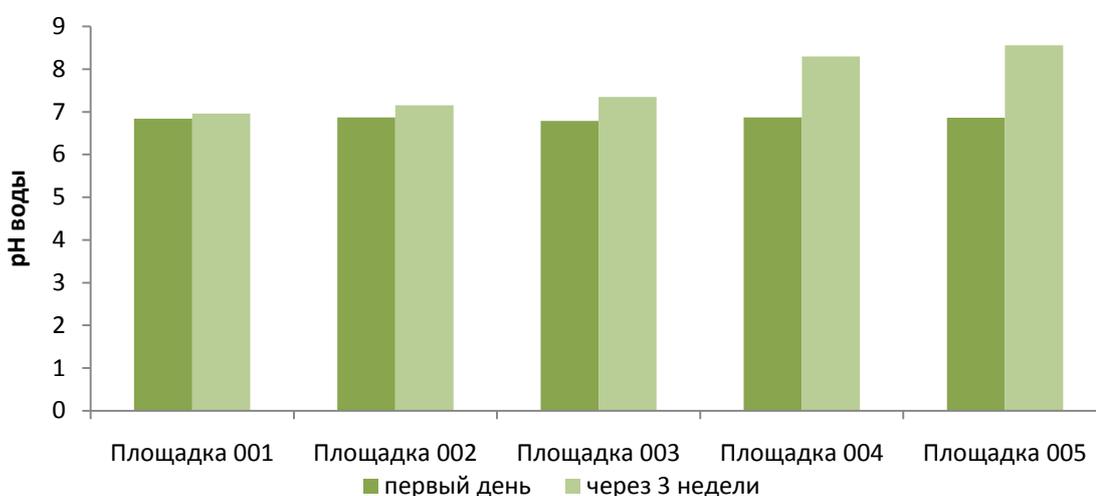


Рисунок 13 – Изменение водородного показателя в снеге в зависимости от уровня загрязнения

3.1.3 Содержание обменно-поглощенных оснований

Почвы парка существенно отличаются по количеству катионов, находящихся в обменно-поглощенном состоянии.

Во всех почвах максимальное количество кальция + магния сосредоточено в поверхностных горизонтах.

В верхнем (0-20см) слое ржавозема супесчаного сумма оснований колебалась в пределах от 10,70 мг до 8,12 мг-экв/100г почвы, в ржавоземе типичном легкосуглинистом от 9,69 до 7,85 мг-экв/100г почвы (приложение 18).

В нарушенных почвах содержание суммы оснований увеличивалось. Так, в горизонте АУра ржавозема постагрогенного супесчаного количество $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ составило в среднем 8,66, в горизонте урбик –10,48 мг-экв/100 г (таблица 6).

Во всех почвах большая доля в ППК приходилась на катионы кальция (85,6-98,4%).

Таблица 6– Химические и физико-химические свойства поверхностных горизонтов почв парка (средние данные)

Почва	рН		Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Hг	V,%
	вод	кcl	мг-экв/100г почвы				
Ржавозем типичный супесчаный	5,30	4,90	6,44	5,74	0,70	3,44	62,5
Ржавозем типичный легкосуглинистый	5,21	4,22	6,90	5,89	1,01	2,52	70,1
Ржавозем пост-агрогенный супесчаный	6,28	5,93	8,66	8,27	0,39	1,10	90,8
Урборжавозем супесчаный	6,81	5,80	5,36	5,10	0,26	0,33	94,2
Урбанозем супесчаный	8,67	6,31	10,48	10,27	0,21	0,35	96,8
НСР ₀₅	0,065	0,083	0,381	0,175	0,012	0,055	

Наибольшее содержание поглощенных катионов отмечалось в верхних горизонтах почв. Возможно, это связано с относительно высоким содержанием органического вещества в этих слоях почвы и наличием карбонатных включений. Высокие суммы кальция и магния в поверхностных гумусовых и урбиковых горизонтах почв парка, как отмечает М.Н. Строгонова с соав. [195] связана с наличием фрагментов строительного мусора и щебня, которые растворяются и перерабатываются процессами почвообразования.

По данным О.В. Попутникова [161] в почвах парка «Покровское – Стрешнево» присутствуют свободные карбонаты, которые, как известно, оказывают влияние на состав почвенного поглощающего комплекса.

М.Н. Строганова с соав. [195] отмечает, что увеличение оснований в поверхностных горизонтах вызвано небольшой катиопоглощающей способностью минеральных компонентов песчано-супесчаных почв и большой доли катионов, поглощенных органическим веществом.

Для природно-исторического парка «Покровское – Стрешнево», почвообразующие породы имеют песчано-супесчаный состав содержание поглощенных оснований невелико [195]. А.С. Владыченский с соав. [30] отмечали, что степень насыщенности почв основаниями зависит от многих факторов: состава почвообразующих пород, гидротермических условий, водного режима. Большое влияние на содержание обменных оснований оказывают гранулометрический состав почв и химический состав опада.

Степень насыщенности основаниями в поверхностном слое изменялась от 62,5 до 96,8 %. Она зависела от гранулометрического состава почв. Так, в ржавоземе легкосуглинистом была выше на 7,6 %, чем ржавоземе супесчаном. Возможно, это связано с увеличением количества илистых частиц, что способствовало большему закреплению оснований в ППК, кроме того и содержание гумуса в первой почве было на 0,38 % больше.

Выявленные нами закономерности содержания обменных катионов в поверхностных горизонтах почв парка в основном аналогичны тем, что приведены другими исследователями, но количественно сумма оснований и содержание катионов кальция и магния различаются, особенно по трансформированным почвам.

Распределение поглощенных катионов по профилям почв представлено на рисунке 14 и в приложениях 17 и 18.

Сумма обменно-поглощенных оснований вниз по профилю постепенно снижалась почти во всех почвах. Исключением был урбанозем маломощный супесчаный, где при переходе от горизонта U в горизонт АУ_г количество оснований увеличилось.

Основная доля в почвенном поглощающем комплексе принадлежит катионам кальция от 97,2 % в горизонте урбик до 87,4 % в горизонте АУ.

3.1.4 Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в почвах парка

Содержание подвижных форм элементов минерального питания не входит в систему диагностических показателей экологического состояния почв, но учитывая рекреационное значение парка, где необходимо постоянно поддерживать хорошее состояние растительного покрова, мы провели определение доступных растениям форм азота, фосфора и калия в почвах.

Азот является одним из важнейших элементов питания растений. Он входит в состав всех простых и сложных белков, которые являются главной составной частью растительных клеток, нуклеиновых кислот, играющих исключительно важную роль в обмене веществ

В наших исследованиях определялся щелочногидролизуемый азот ($N_{щг}$), в составе которого содержатся органические формы, способные к минерализации в течение вегетационного периода, а также минеральные соединения, являющиеся непосредственными источниками питания растений.

Результаты определения этой формы азота показали, что наибольшее содержание его приходилось на поверхностный (0-20 см) слой.

Количество $N_{щг}$ в ржавоземе типичном легкосуглинистом в среднем за годы исследований составляло 148 мг/кг почвы. Далее в убывающем порядке шли ржавозем постагрогенный супесчаный (143 мг) – ржавозем типичный супесчаный (134 мг) – урбанозем супесчаный (132 мг/кг) – урборжавозем супесчаный (127 мг/кг почвы). Эти данные свидетельствуют о том, что верхние горизонты почв имеют низкую обеспеченность подвижной формой азота. По существующей шкале градаций, почвы с показателями азота 101-150 мг/кг почвы, считаются низкообеспеченные этим элементом (таблица 7).

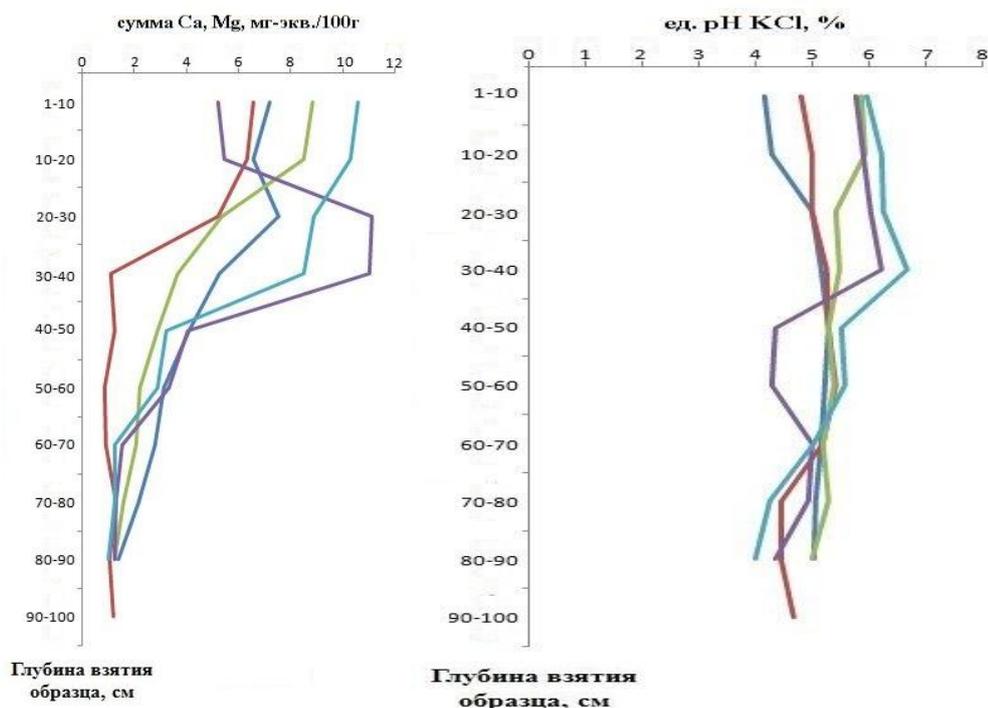


Рисунок 14 – Изменение реакции почв и суммы поглощенных оснований

■ - Ржавозем типичный легкосуглинистый; ■ - Ржавозем типичный среднемелкий супесчаный; ■ - Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный; ■ - Урбанозем маломощный супесчаный; ■ - Урборжавозем среднемощный супесчаный

Количество щелочногидролизуемого азота в поверхностных слоях почвы изменялось по годам исследований. Наибольшее его содержание отмечалось в 2012 году, в среднем по всем почвам за вегетационный период количество его составляло 151 мг/кг почвы. Наименьшее количество $N_{щг}$ 119 мг/кг почвы было обнаружено в 2014 году, что вероятно связано с низкой влажностью почвы в вегетационный период этого года. В отдельные сроки вегетационного периода количество $N_{щг}$ увеличивалось до среднего и даже повышенного содержания (151-200 и более мг), или снижалось до очень низкого количества (менее 100 мг/кг почвы).

Содержание $N_{щг}$ весной (в конце мая) во все годы проведения исследований было больше (в среднем в 1,4 раза), чем в конце октября, что объясняется, с одной стороны, потреблением азота растениями, с другой стороны, ослаблением минерализационных процессов при снижении температуры почвы.

На основании изучения содержания доступного растениям щелочногидролизуемого азота в почвах можно заключить, что процессы минерализации органических азотсодержащих соединений ослаблены, особенно в нарушенных почвах, и в связи с этим растительному покрову парка недостаёт азотного питания для нормального роста и развития.

Таблица 7– Содержание щелочногидролизуемого азота в поверхностном слое (0-20см) почв парка, мг/кг почвы

Почва	2012г.		2013г.		2014г.	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень
Ржавозем типичный супесчаный	183	120	160	104	154	84
Ржавозем типичный легкосуглинистый	209	136	167	123	144	108
Ржавозем постагрогенный супесчаный	172	129	170	131	148	107
Урборжавозем супесчаный	157	124	141	107	149	86
Урбанозем супесчаный	146	131	164	139	151	61
НСР ₀₅ , мг/кг	8,73	6,21	9,12	4,87	5,94	2,70

Фосфор входит в состав различных органоидов и ядер клеток. В растениях он находится в нуклеопротеидах, нуклеиновых кислотах (ДНК и РНК), фосфатидах, сахарофосфатах, фитине, липоидах и минеральных соединениях, входит в состав ферментов и витаминов.

Фосфор является носителем энергии, благодаря образованию макроэргических связей. Основная роль среди макроэргических соединений принадлежит аденозинтрифосфорной кислоте (АТФ), которая принимает участие в процессах фотосинтеза, дыхания, в биосинтезе белков, жиров, крахмала, сахарозы, ряда аминокислот и многих других соединений. Источником питания для растений является фосфор почвы, который находится в ней, как в органической, так и минеральной форме.

Результаты исследования показали, что содержание подвижного фосфора в почвах парка определялось содержанием гумуса, степенью нарушенности и трансформации природных почв, гранулометрическим составом, физико-химическими свойствами.

Наибольшее содержание подвижного фосфора приходилось на поверхностные (0-20см) слои урбанозема, урборжавозема и ржавозема постагрогенного, где количество его составляло 128, 117 и 108 мг/кг почвы соответственно, т. е эти почвы характеризуются повышенным содержанием доступного растениям фосфора.

Природные почвы – ржавозем типичный супесчаный и ржавозем типичный легкосуглинистый по содержанию подвижного фосфора в верхнем (0-20 см) слое характеризовались как среднеобеспеченные этим элементом питания и содержали в среднем 83-96 мг/кг почвы соответственно (таблица 8).

В почвах, подверженных разному антропогенному воздействию, содержание подвижного фосфора превышалось в верхнем слое по сравнению с природными почвами, в среднем в 1,18 раза, что, возможно, связано с привнесением в эти почвы веществ различного

происхождения, содержащих фосфор, а также с выносом его из нижележащих горизонтов растениями (рисунок 15).

Таблица 8– Содержание подвижного фосфора в поверхностном слое (0-20см) почв парка, мг/кг почвы

Почва	2012г.		2013г.		2014г.	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень
Ржавозем типичный супесчаный	129	66	108	50	105	40
Ржавозем типичный легкосуглинистый	127	102	119	66	108	54
Ржавозем пост-агрогенный супесчаный	139	98	140	84	128	58
Урбозем типичный супесчаный	162	101	124	85	120	111
Урбанозем супесчаный	151	120	130	115	134	119
НСР ₀₅ , мг/кг	8,76	5,20	13,02	3,81	5,64	2,46

Установленная нами закономерность изменения количества подвижного фосфора в антропогенно-нарушенных и антропогенно-преобразованных почвах, еще раз подтверждают выводы, сделанные М.Н. Строгоновой с соавт. [195] о том, что повышенное содержание фосфора в этих почвах, по сравнению с природными почвами, является индикаторным свойством урбопедогенеза.

Кроме того, количество подвижного фосфора в поверхностных горизонтах почв величина динамичная и она изменялась как по годам, так и в весенне-летне-осенний периоды. Превышение содержания в весеннее время года к осеннему содержанию в среднем по всем изученным почвам составляло в 1,5 раза, что, возможно, связано с потреблением его растениями.

Содержание подвижного фосфора (y) в определенной мере зависело от гумусированности почвы (x).

Эта связь в природных почвах парка описывалась следующим уравнением регрессии:

$$y = (34,1202) + (65,2506) * x + (-11,464) * x^2 \quad r^2 = 0,439$$

При этом в верхнем (0-20 см) слое изучаемых почв в интервале роста содержания гумуса от 0,8 до 2,5% рост гумусированности на 0,2 % вызывает увеличение содержания фосфорной кислоты на 7-8 мг/кг почвы. Наибольшее содержание P₂O₅ характерно для содержания гумуса в интервале 2,5-3,5%.

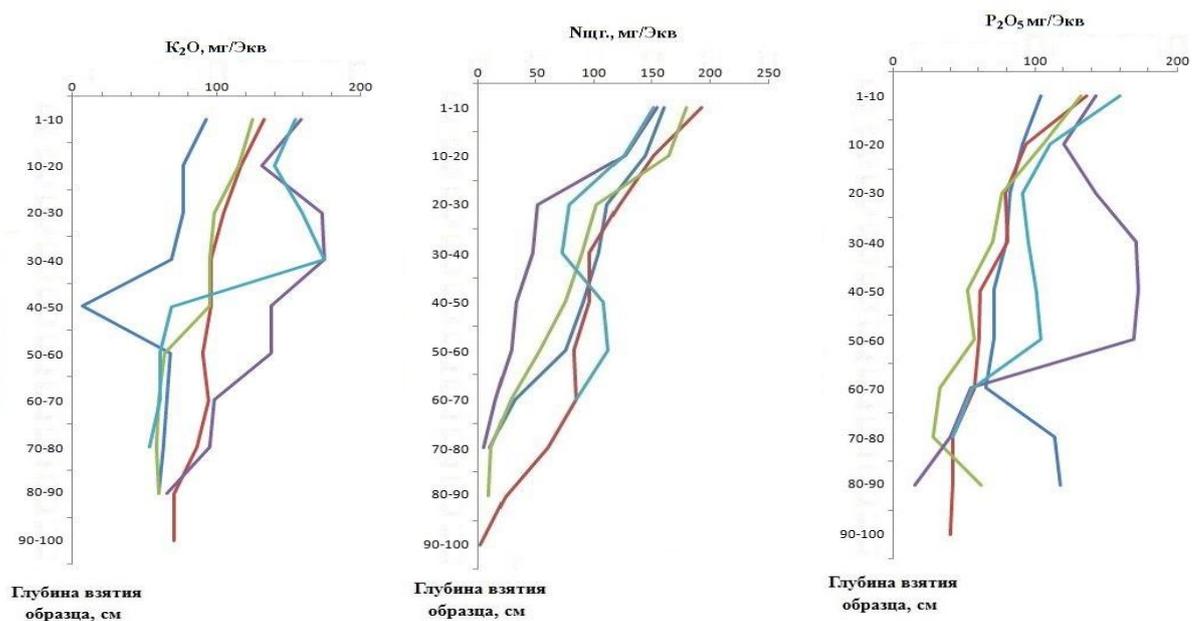


Рисунок 15 – Распределение содержания подвижных форм азота, фосфора и калия в почвах парка

В профиле почв распределение подвижного фосфора в основном находилось в зависимости от содержания органического вещества. С уменьшением органического вещества количество фосфатов снижалось.

Вместе с тем, в ржавоземе супесчаного на глубине 70-90 см, а также в урборжавоземе супесчаном на глубине 30-60 см отмечалось значительное увеличение содержания подвижного фосфора по сравнению с вышележащими слоями (рисунок 15, приложение 21).

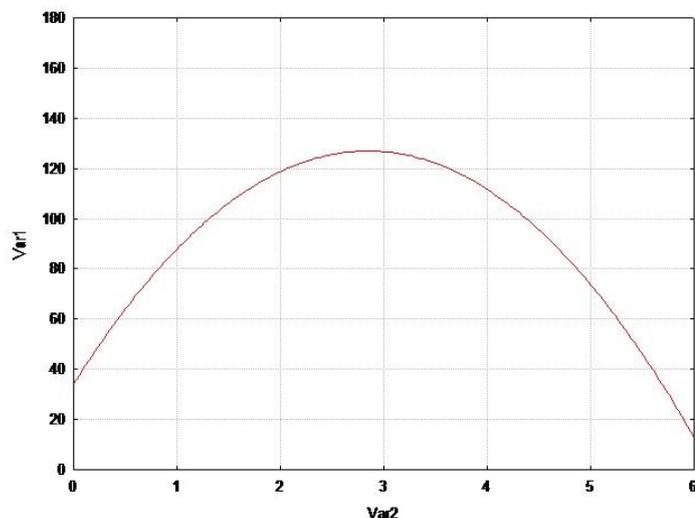


Рисунок 16 - Зависимость содержания подвижного фосфора от количества гумуса в почве

По результатам обследования всей территории парка на содержание подвижного фосфора было установлено, что примерно 53% всех почв имело среднюю, 15% повышенную и 32% высокую обеспеченность подвижным фосфором.

На основании проведенного изучения содержания подвижного фосфора в почвах парка можно заключить, что природные почвы подвергались и подвергаются антропогенному воздействию, что проявляется в увеличении количества фосфора в поверхностных горизонтах нарушенных почв по сравнению с природными почвами. Большая площадь парка представлена почвами с повышенным содержанием подвижного фосфора.

Калий осуществляет важные и разнообразные физиологические функции в организмах. Он повышает степень дисперсности биокolloидов цитоплазмы, что помогает растению лучше удерживать воду и переносить временные засухи. Улучшает ход углеводного и белкового обмена веществ.

Под влиянием калия усиливаются образование сахаров в листьях и передвижение их в другие органы растений. Калий повышает активность ряда ферментов, интенсивность окислительных процессов и фотосинтеза, устойчивость растений к грибным и бактериальным заболеваниям. Определение обменного калия выявило следующие закономерности его распределения в профиле почв парка.

Таблица 9 – Содержание обменного калия в поверхностном слое (0-20 см) почв парка, мг/кг почвы

Почва	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень
Ржавозем типичный супесчаный	88	82	79	77	70	60
Ржавозем типичный легкосуглинистый	120	109	120	100	94	53
Ржавозем постагрогенный супесчаный	132	108	129	123	127	123
Уборжавозем супесчаный	147	142	134	129	130	125
Урбанозем супесчаный	148	147	136	136	140	136
НСР ₀₅ , мг/кг	10,30	6,25	14,70	925	8,20	4,70

Наибольшим содержанием отличались урбанизированные горизонты, где количество калия изменялось в среднем за вегетационный период от 115 мг в горизонте АУра ржавозема постагрогенного до 141 мг/кг почвы в горизонте U урбанозема супесчаного. В горизонтах АУ природных почв содержание калия изменялось в среднем от 76 мг в ржавоземе супесчаном до 99 мг/кг почвы в ржавоземе легкосуглинистом (таблица 9, приложение 21).

Результаты определения калия в поверхностном слое (0-20 см) почв показали, что количество его по годам изменялось в среднем по всем почвам с 127 мг/кг в 2012 г. до 112 мг/кг почвы – 2014 г., то есть снижение произошло в 1,1 раза. Это ниже по сравнению с изменениями азота и фосфора, которые произошли по азоту в 1,4, по фосфору – в 1,5 раза.

При определении весной содержания калия по всем почвам составляло в среднем 120 мг, осенью 110 мг/кг почвы, то есть снижение было в 8,3%, несмотря на вынос элемента растениями.

Возможно, это связано с тем, что в почвах происходит переход необменного калия в обменное состояние, и тем самым пополняется фонд доступного калия для растений. Вместе с тем, ряд авторов [172, 206] утверждают, что источником усваиваемого растениями калия могут служить не только обменные, но и необменные его формы.

На основании определения обменного калия в верхнем 0-20-ти сантиметровом слое почв на всей территории парка можно заключить, что 60% почв имеют повышенное содержание обменного калия, 40% – среднее.

Таким образом, растения хорошо обеспечены этим элементом, но увеличение содержания его в антропогенно-нарушенных почвах по сравнению с условным фоном в некоторой степени является признаком загрязнения почв.

3.1.5 Содержание тяжелых металлов в почвах парка

Из большого числа разнообразных веществ, поступающих в почву и другие сферы окружающей среды, особое место занимают тяжелые металлы (ТМ). Часть этих элементов выполняет определенные и необходимые для живых организмов функции, другие – не имеют таковых и являются опасными загрязнителями экосистем парка.

Тяжелые металлы могут поступать в почву из атмосферы, являясь выбросами промышленных предприятий и транспорта, со сточными и природными водами, строительными и другими материалами [155, 237].

Почвы парка «Покровское – Стрешнево» исследовались нами на содержание валовых и подвижных форм меди, свинца, цинка и кадмия, так как эти элементы являются наиболее вероятными загрязнителями, учитывая тот факт, что парк практически с трех сторон окружен транспортными магистралями, при этом наиболее перегруженными автотранспортом являются Ленинградское и Волоколамское шоссе.

В результате определения содержания тяжелых металлов выявлено, что наибольшее загрязнение почв парка связано со свинцом и цинком. Количество валового Pb в верхнем (0-20 см) слое колебалось от 109-114 мг/кг почвы – ржавозема среднетонкого супесчаного, до 387-405 мг/кг почвы урбанозема мелкого супесчаного. Эти данные свидетельствуют о превышении ОДК в почвах парка в 3,5-12,4 раза соответственно.

Существенные превышения ОДК отмечались и по содержанию цинка во всех изучаемых почвах (таблица 10).

Тенденции загрязнения почв парка тяжелыми металлами были ранее установлены исследователями из МГУ им. М.В. Ломоносова [161, 195]. Выявленные нами тенденции находятся с ними в соответствие. Однако, количественные показатели содержания ТМ несколько разнятся, особенно по содержанию меди. Возможно, это связано с тем, что наблюдается существенная вариабельность показателей элементов даже в одних и тех же почвах на одной площадке.

Распределение ТМ по профилю почв показало, что во всех изучаемых почвах наибольшее количество валовых форм сосредоточено в верхних слоях, наиболее обогащенных гумусом.

Большинство авторов, изучавших содержание тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах, сходятся во мнении, что большее количество ТМ закрепляется именно в гумусовых горизонтах [89, 148, 149, 150, 152, 166].

Таблица 10 – Содержание тяжелых металлов в поверхностном слое (0-20см) почв парка, мг/кг почвы (с пробных площадок)

Почва	2012г.				2014г.**			
	Cu	Zn	Pb	Cd	Cu	Zn	Pb	Cd
Ржавозем типичный супесчаный	23,06	227	109	0,284	23,88	229	114	0,369
Ржавозем типичный легкосуглинистый	22,98	218	157	0,202	23,95	223	161	0,217
Ржавозем постагрогенный супесчаный	26,75	396	183	0,241	29,76	283	169	0,250
Урборжавозем супесчаный	31,73	221	197	0,422	31,00	384	421	0,435
Урбанозем супесчаный	79,05	405	391	0,380	65,49	218	387	0,368
НСР ₀₁ , мг/кг	1,94	10,30	13,87	0,016	0,72	8,55	10,23	0,008
ОДК, мг/кг*	33	55	32	0,5	33	55	32	0,5

Примечание: *ОДК химических веществ в легких почвах на основании ГН 2.17.2042-06

** Сопоставление и статистический анализ данных результатов образцов почв, отобранных в 2012г. и 2014г., не выявило существенных различий в содержании тяжелых металлов за этот срок

Корреляционный анализ полученного нами материала выявил сильную зависимость содержания меди, свинца и цинка (Y) от количества органического углерода (x) в природных почвах парка (рисунок 17).

Зависимость для этих элементов, находящихся в верхнем (0-20 см) слое ржавозема типичного супесчаного, описывалась следующими уравнениями:

$$\text{меди} - Y = -0,6085 + 0,89449 * x \quad r=0,881;$$

$$\text{цинка} - Y = 0,19212 + 0,00959 * x \quad r=0,854;$$

свинца – $Y = -0,6378 + 0,2747 * x$ $r = 0,854$.

В ржавоземе типичном легкосуглинистом отмечена аналогичная зависимость Сb, Zn, Pb и Cd от $C_{орг}$. Коэффициенты корреляции составили 0,798; 0,867; 0,802; 0,127 соответственно.

Зависимость содержания кадмия от $C_{орг}$ в обеих почвах была несущественной. Математический анализ выявил зависимость содержания тяжелых металлов от реакции почвенной среды.

Эта зависимость содержания тяжелых металлов от $pH_{ксл}$ выражалась следующими коэффициентами корреляции в природных почвах парка для: меди $r = 0,881$, цинка – 0,673, цинка – 0,724, кадмия – 0,668. В нарушенных почвах коэффициенты корреляции составили для: меди, цинка, свинца и, кадмия 0,512, 0,878, 0,598, 644 соответственно.

Уравнения корреляции указывают на то, что в кислой среде в основном закрепляются свинец, цинк и медь, в щелочной – кадмий. Учитывая, что большая часть почв имеет среднекислую реакцию, то можно заключить, что почвы парка активно накапливает тяжелые металлы. Распределение тяжелых металлов по профилю почв показано в таблице 11.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в поверхностных слоях почв происходит накопление тяжелых металлов, поступающих в основном аэрогенным путем.

Наибольшее накопление свинца отмечено в горизонте урбик урбанозема супесчаного, находящегося на площадке 5, которая ближе всего расположена к Ленинградскому шоссе. В центре парка загрязнение ржавозема типичного супесчаного - в 4 раза меньше.

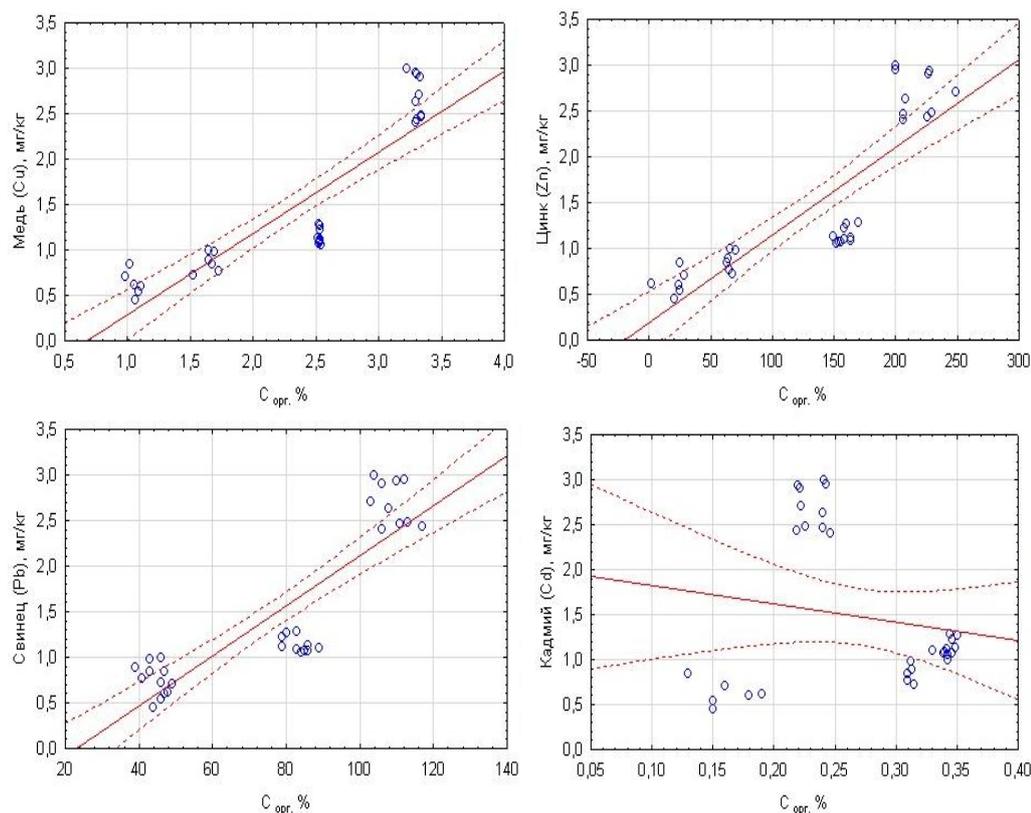
Свинец практически не мигрировал по профилю почв, в отличие от цинка. Количество меди и кадмия не превышало ПДК в естественных почвах, в агрогенно - преобразованных почвах содержание этих элементов было несколько выше.

Оценка почв по загрязнению тяжелыми металлами была проведена по сумарному показателю загрязнения (СПЗ). СПЗ почв парка тяжелыми металлами рассчитывали по формуле:

$$СПЗ = \sum K_c - (n-1) \quad (3),$$

где n – число аномальных элементов,

c – концентрация аномального содержания элемента относительно его фонового количества.



Ржавозем типичный средне­мелкий супесчаный

Рисунок 17– Графики зависимости содержания тяжелых металлов от количества $C_{орг}$ в верхнем (0-20 см) слое почв

Расчеты показали, что суммарный показатель загрязнения природных почв составлял 6 - 7, то есть они имеют допустимый уровень загрязнения; ржавозем постагрогенный супесчаный – 11,2 (низкий уровень), урбанизированные почвы – урборжавозем среднемощный супесчаный и урбанозем маломощный супесчаный, имеющие СПЗ 21 и 20 соответственно, были отнесены к почвам со средним загрязнением ТМ.

Шкала СПЗ дана по [35]. Авторы этой шкалы считают, что показатель СПЗ весьма условный, так как он не учитывает явления антогонизма и синергизма, которые происходят при взаимодействии этих элементов в почвах.

Оценка почв по загрязнению тяжелыми металлами была проведена по суммарному показателю загрязнения (СПЗ).

Проведенный нами корреляционный анализ данных содержания ТМ в почвах показал зависимость элементов друг от друга. Установлено, что наибольшая связь наблюдается между Cu и Zn, Cu и Pb ($r=0,802$ и $0,832$), наименьшая ($r=-0,139$ и $-0,322$) между Cd и Cu; Cd и Zn (таблица 11).

Анализ полученных данных позволяет заключить, что содержание изученных тяжелых металлов определенным образом связано между собой.

Таблица 11 – Корреляционная матрица взаимосвязей тяжелых металлов

Показатели	Cu	Zn	Pb	Cd
Cu	1.000	0.802	0.832	-0.139
Zn	0.802	1.000	0.256	-0.322
Pb	0.832	0.256	1.000	0.446
Cd	-0.139	-0.322	0.446	1.000

Так, по мере роста количества меди в почве увеличивается концентрация свинца и цинка, и снижается – кадмия. В то же время прослеживается тенденция роста содержания цинка по мере увеличения кадмия. Отмечается тенденция, когда содержание кадмия негативно отражается на содержании меди и положительно – свинца, то есть цинк и свинец являются синергистами с медью, свинец – синергист кадмия, а кадмий – антагонист меди. Однако, полученных данных недостаточно для расчета коэффициента, уточняющего шкалу СПЗ, поэтому следует пользоваться ОДК по этим элементам.

В отличие от валовых форм ТМ количество подвижных соединений тяжелых металлов, таких как цинк и свинец, было выше в почвах с кислой средой.

На основании проведенных анализов и применении ГИС технологий, были составлены карты – схемы содержания валовых форм тяжелых металлов, на которых обозначены выделы с превышением содержания ТМ, в сравнении с ОДК (Рисунок 18).

Таким образом, мониторинг некоторых химических, физико-химических свойств почв парка «Покровское – Стрешнево» позволил установить, что в антропогенно-преобразованных почвах снизилась обогащенность гумуса азотом и увеличилась щелочность, в основном, за счет аэрогенного загрязнения в зимнее время года.

Выявлена сезонная динамика изменения подвижных форм органического вещества ($C_{\text{ЛГК}}$ и $C_{\text{ВОВ}}$), доступных форм азота, фосфора и калия в верхних горизонтах почв. Уменьшение содержания этих соединений происходило от весны к осени.

Определены уровни $pH_{\text{КС1}}$, содержание подвижного фосфора и калия на площади 192 га территории парка и на основании их были составлены картограммы, которые позволят при мониторинговых исследованиях проследить пространственно-временные изменения этих показателей.

Установлены уровни загрязнения почв тяжелыми металлами, которые показывают низкий уровень загрязнения почв кадмием и медью, средний – цинком, средний – для природных почв и высокий для антропогенно-преобразованных почв свинцом.

Таблица 12 – Распределение валовых форм тяжелых металлов в почвах парка

Горизонт	Мощность, см	Содержание валовых форм ТМ, мг/кг почвы			
		Cu	Zn	Pb	Cd
Ржавозем типичный супесчаный среднемелкий на флювиогляциальных отложениях					
AУ	1-15	23,06	227	109	0,384
AУBFM	15-30	13,08	203	63	0,224
BFM	30-76	5,23	86,1	42	0,201
BFMC	76-89	2,17	23,5	11	0,100
C	89-126	0,07	10,8	3,2	0,120
Ржавозем типичный маломощный легкосуглинистый на флювиогляциальных отложениях					
AУ	1-19	22,98	218	157	0,202
AУBFM	19-32	16,42	165	124	0,211
BFM	32-70	12,73	78	67	0,220
BFMC	70-92	2,98	10,5	50	0,200
C	92-115	1,00	1,0	5,4	0,183
Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный на флювиогляциальных отложениях					
AУра	2-20	26,75	396	183	0,241
AУе	20-41	19,5	191	76	0,225
BFM	41-73	15,31	137	60	0,198
BFMC	73-90	3,07	92	3,9	0,156
C	90-121	0,05	0,69	0,3	0,123
Урборжавозем среднемощный супесчаный на флювиогляциальных отложениях					
AУur	1-16	31,73	221	497	0,422
U	16-40	65,23	259	298	0,521
AУur	40-48	40,81	204	30	0,205
BFM	48-90	13,31	121	8,6	0,230
BFMC	90-112	3,12	85	5,2	0,220
C		0,98	18,9	4,0	0,179
Урбанозем маломощный супесчаный на культурном слое					
U1	1-18	79,05	405	391	0,380
U2	18-40	50,12	464	380	0,623
AУur	40-60	30,40	201	225	0,228
BFM	60-82	12,87	152	64	0,220
BFMC	82-97	4,11	23	5,7	0,216
C	97-130	0,29	7,59	0,7	0,121
ОДК вал.		33	55	32	0,5

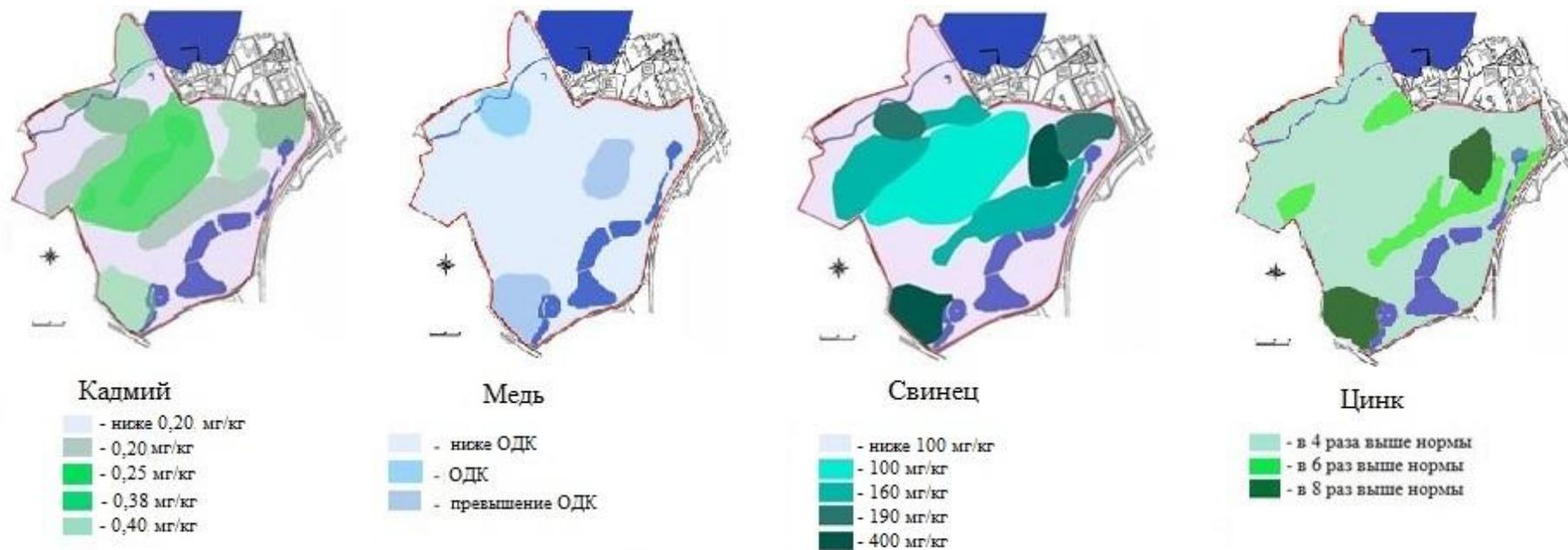


Рисунок 18 – Карты-схемы содержания валовых форм тяжелых металлов в почвах парка

3.2 Ферментативная активность почв парка.

Почвенные ферменты играют важную роль в мобилизации элементов питания растений. С ферментами связаны интенсивность и направленность всех биохимических процессов – синтез и распад гумуса, гидролиз органических соединений, а также окислительно-восстановительные режимы почв [85, 86, 112, 209].

Исследователи считают, что ферментативная активность почв является ранним диагностическим показателем, позволяющим заметить изменения в почвах при действии на них негативного фактора [42, 64, 96].

Нами была изучена активность ферментов каталазы, уреазы, фосфатазы, инвертазы и их взаимосвязь с подвижными формами элементов питания, реакцией среды и содержанием гумуса и тяжелых металлов в почвах парка.

Результаты исследования показали, активность уреазы в поверхностных слоях агрогенно-преобразованных почв ниже на 9,8-56,5%, чем в естественных почвах парка, активность каталазы практически была одинакова во всех почвах (таблица 13). Активность фосфатазы в верхних слоях изменялась в среднем от 0,46 мг до 0,32 мг $P_2O_5/100г$ почвы за 24 часа и эти изменения были значимыми ($НСР_{05}=0,04$ мг).

Активность инвертазы в преобразованных почвах снизилась на 54,1-32,8% по сравнению с её активностью в поверхностных слоях природных почв.

Определение активности ферментов по профилю почв позволило выявить следующие закономерности:

- во всех почвах наибольшая активность ферментов наблюдалась в поверхностных слоях;
- вниз по профилю происходило снижение активности ферментов уреазы и инвертазы во всех почвах, за исключением урбанозема, где отмечалось повышение активности уреазы на глубине 40-82 см. в 1,6-2,0 раза и каталазы на глубине 82-130 см. в 1,4 раза по сравнению с условным фоном.

Корреляционный анализ показал, что такие изменения связаны в постагрогенном ржавоземе и урборжавоземе со снижением количества гумуса ($r= 0,756$ и $0,649$ соответственно), а в урбаноземе с $pH_{кел}$ среды, где она составила в среднем в горизонте урбик 8,67 ($r=0,801$).

Повышение активности уреазы на этой глубине, возможно, вызвано увеличением содержания щелочногидролизуемого азота и повышением уровня рН до щелочных значений.

В работах О.В. Безугловой с соав. также отмечаются увеличение активности каталазы в нижней части профиля отдельных преобразованных почв, и авторы связывают его с карбонатностью преобразованных почв [17, 18].

Таблица 13 – Ферментативная активность почв парка

Горизонт	Мощность слоя, см	Ферментативная активность			
		уреаза, мг N-NH ₃ /10г почвы за 24 часа	каталаза, мл 0,1М KMnO ₄ /г почвы за 20мин	фосфатаза, мг P ₂ O ₅ /100г почвы за 24 часа	инвертаза, мг глюкозы/г почвы за 24 часа
Ржавозем типичный супесчаный среднемелкий на флювиогляциальных отложениях					
AY	1-15	9,2	7,6	0,46	18,3
AYBFM	15-30	7,0	1,9	0,20	5,1
BFM	30-76	5,0	1,0	0,20	3,0
BFMC	76-89	5,0	0,5	0,82	1,7
C	89-126	н/о	н/о	0,53	0,5
Ржавозем типичный маломощный легкосуглинистый на флювиогляциальных отложениях					
AY	1-19	9,6	7,3	0,58	24,0
AYBFM	19-32	4,2	4,0	0,50	1,3
BFM	32-70	3,7	2,0	0,60	5,1
BFMC	70-92	2,3	0,5	0,42	3,8
C	92-115	1,0	0,5	0,20	н/о
Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный на флювиогляциальных отложениях					
AYpa	2-20	8,3	6,3	0,56	12,8
AYe	20-41	6,8	4,0	0,21	13,6
BFM	41-73	3,2	2,1	0,37	4,2
BFMC	73-90	3,0	1,0	0,30	1,6
C	90-121	н/о	н/о	0,36	1,0
Урборжавозем среднемощный супесчаный на флювиогляциальных отложениях					
AYur	1-16	6,6	6,9	0,32	8,4
U	16-40	2,0	1,2	0,16	5,8
AYur	40-48	3,7	1,9	0,63	6,7
BFM	48-90	2,0	1,0	0,66	4,2
BFMC	90-112	н/о	н/о	0,10	2,1
C				0,20	0,8
Урбанозем маломощный супесчаный на культурном слое					
U1	1-18	4,0	6,0	0,38	12,3
U2	18-40	4,1	8,2	0,30	10,7
AYur	40-60	6,2	1,8	0,10	5,0
BFM	60-82	8,0	1,6	0,20	1,9
BFMC	82-97	4,0	8,5	0,28	0,8
C	97-130	5,0	8,2	0,20	н/о

С.Н. Горбов приводит данные по увеличению активности каталазы в нижних слоях городских почв г. Ростова – на – Дону [42]. Он указывает, что, во-первых, карбонаты могут непосредственно влиять на ферментативную активность почвы, подщелачивая почвенный раствор, что сказывается на жизнедеятельности биоты. Во-вторых, увеличение активности каталазы в нижней части профиля может зависеть от изменения состава органического

вещества, поскольку вниз по профилю им зафиксировано увеличение содержания подвижных форм гумуса, которые могут способствовать увеличению активности каталазы. В-третьих, увеличение каталазной активности почвы в карбонатных горизонтах может зависеть от природы углесолей и их содержания. С.Н. Горбов приводит данные работы Т.А. Зубковой и Л.О. Карпачевского, которые при исследовании каталитической активности карбонатных почв газометрическим методом установили, что общее количество газа, образующегося в результате реакции, определяется не только объемом выделившегося O_2 за счет разложения перекиси водорода, но и объемом CO_2 выделяющегося при разложении карбонатов.

Наши исследования показали, что в природных почвах активность фосфатазы снижалась от верхних горизонтов к нижним горизонтам постепенно. В урбанизированных почвах происходило резкое снижение её в горизонтах урбик.

Связь активности ферментов с количеством гумуса в почве выражалась следующими коэффициентами корреляции, уреазы 0,897, инвертазы 0,896, для: каталазы 0,456 фосфатазы 0,251, то есть она была сильная для первых двух ферментов, средняя для каталазы и слабая для фосфатазы.

Активность ферментов зависела от загрязнения почв тяжелыми металлами (рисунок 19). Так, связь уреазы (Z) зависела от содержания цинка (X) и меди (Y) и выражалась следующим уравнением регрессии:

$$U_{pZ} = 3,23 - 0,999x + 0,051y - 0,316x^2 + 0,024xy - 0,0004y^2 \quad R^2 = 0,653;$$

а связь уреазы (Z) зависимости содержания свинца (X) и кадмия (Y) выражалась уравнением регрессии:

$$U_p = -9,37 + 128x - 0,128y - 216x^2 - 0,100xy + 0,0014y^2 \quad R^2 = 0,518.$$

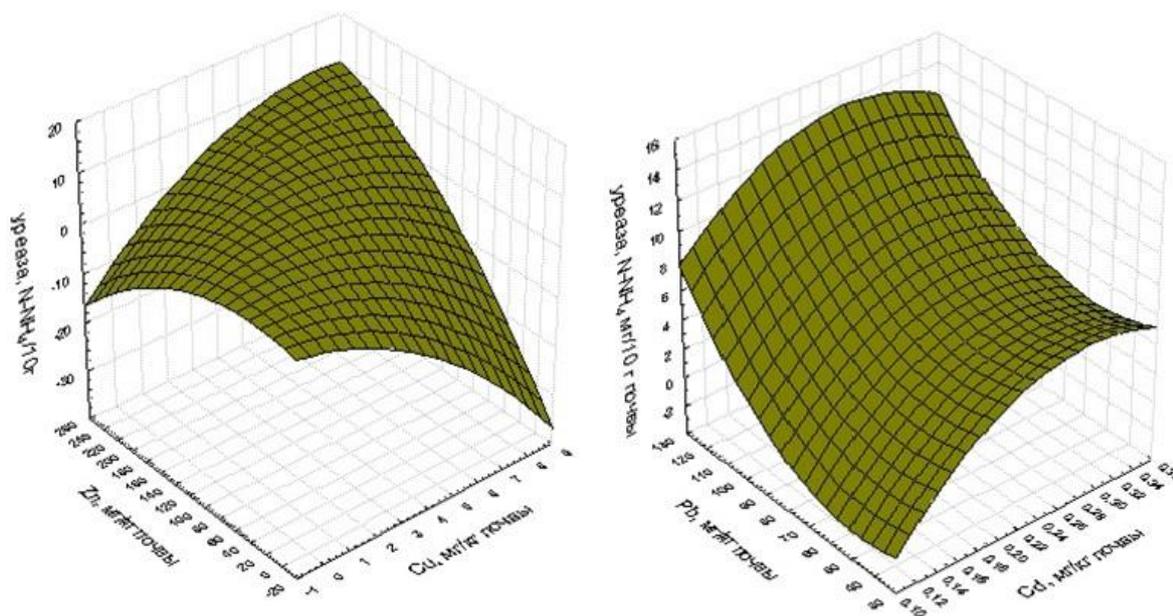


Рисунок 19 – зависимость содержания уреазы от содержания тяжелых металлов в почве.

Статистическая обработка экспериментального материала и графическое отображение позволили установить, активность уреазы в значительной мере определяется содержанием тяжелых металлов. При этом по мере роста содержания свинца активность данного фермента не снижается, что может свидетельствовать о достаточно высокой устойчивости уреазы к загрязнению почвы свинцом. В то же время при увеличении концентрации кадмия до уровня 0,25-0,7 мг/кг почвы активность уреазы возрастает, а при дальнейшем повышении – существенно снижается.

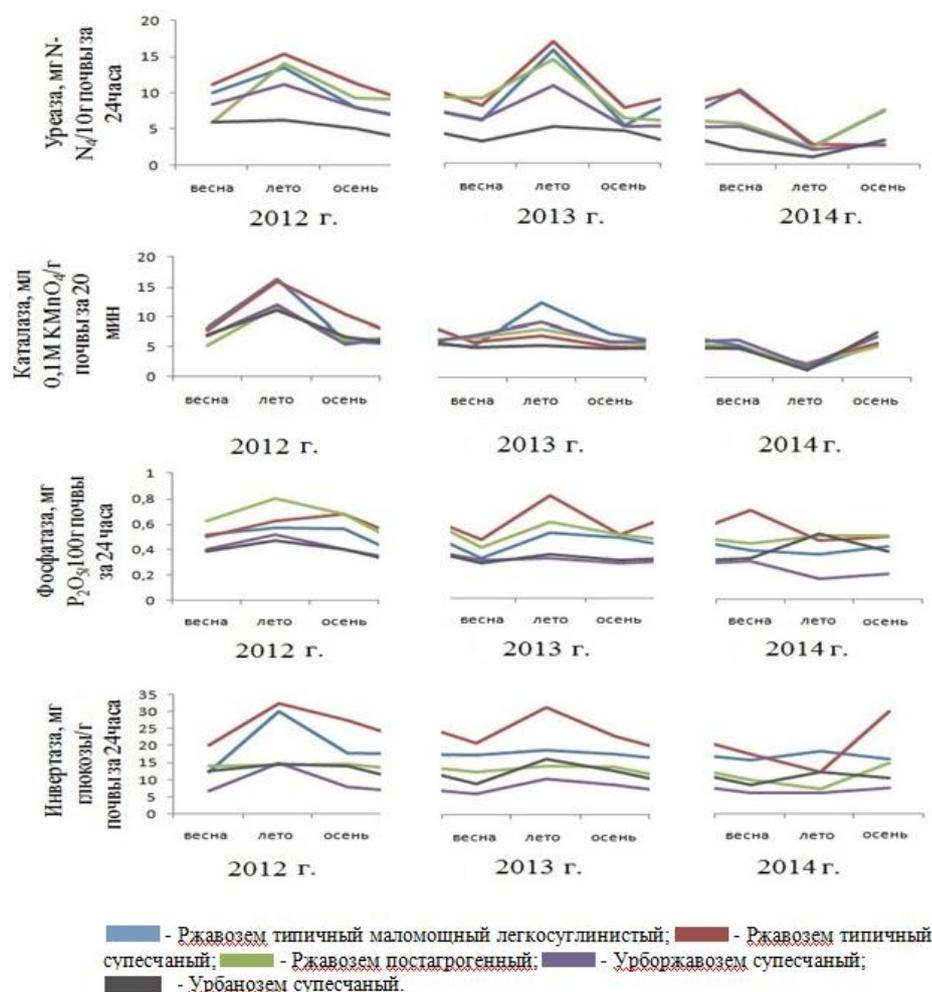


Рисунок 20– Динамика изменения активности ферментов в почвах
Ферментативная активность почв парка изменялась как по годам, так и в течение вегетационного периода (таблица 14, рисунок 20)

Аномально жаркая погода 2014 года с низким количеством осадков резко снижала активность всех ферментов, по сравнению с другими годами. Наибольшее снижение отмечено активности уреазы 42,8 - 64,2% и каталазы на 37,0 - 61,4%, меньше всего изменялась активность инвертазы 19,5 - 32,3% по сравнению с 2012 годом. Изменение активности

ферментов в зависимости от условий увлажнения почвы и температуры отмечается во многих работах [33, 239, 240].

Проявлялась не только средняя годовая изменчивость активности ферментов, но и сезонная их динамика (рисунок 19). В среднем независимо от почв наибольшая активность по всем изучаемым ферментам проявлялась в первой декаде июля.

Весной (первая декада мая) биологическая система почв еще находится в гомеостазе, который характерен для каждого типа почв. По мере повышения температуры почвы и улучшения водно-воздушного состояния почвы деятельность почвенной биоты активизируется и достигает максимума к середине лета. К осени активность трансформации органического вещества снижается.

Однако, в 2014 г. наибольшая активность ферментов была в октябре. В середине лета активность всех ферментов резко снизилась, т.к. влажность почвы оказалась близкой к влажности завядания растений.

Оценивая ферментативную активность изучаемых почв по шкале Д.Г. Звягинцева [85], можно заключить:

- почвы парка имеют бедную обогащенность ферментами уреазой и фосфатазой, среднюю – инвертазой;
- преобразованные почвы характеризуются снижением активности: уреазы в верхнем слое (20 см) урборжавозема в 1,4 раза и урбанозема в 2,3 раза, инвертазы в 2,2 и 1,44 раза соответственно по отношению к природным почвам;
- между гумусным состоянием естественных и антропогенно-преобразованных почв и их ферментативной активностью существует тесная связь: высокая ферментативная активность характерна для горизонтов, содержащих наибольшее количество органического вещества.

Таблица 14 – Изменение ферментативной активности в верхнем (0-20см) слое почв

Почва	Ферментативная активность			
	уреаза, мг, N NH ₄ /10 Г почвы за 24 часа	каталаза, мл 0,1М KMnO ₄ /г почвы за 20 мин	фосфатаза, мг P ₂ O ₅ /100г почвы за 24 часа	инвертаза, мг глюкозы/г почвы за 24 часа
2012 год				
Ржавозем типичный супесчаный	11,8	10,2	0,55	20,0
Ржавозем типичный легкосуглинистый	12,7	11,4	0,60	26,7
Ржавозем постагрогенный супесчаный	9,8	7,7	0,70	14,2
Урборжавозем супесчаный	9,2	8,1	0,44	9,9
Урбанозем супесчаный	5,7	8,3	0,42	13,7
НСР ₀₅	3,75	0,98	0,05	3,94
2013 год				
Ржавозем типичный супесчаный	9,0	8,4	0,44	18,1
Ржавозем типичный легкосуглинистый	10,9	6,1	0,59	25,3
Ржавозем постагрогенный супесчаный	9,9	7,0	0,50	13,5
Урборжавозем супесчаный	7,3	7,5	0,50	8,6
Урбанозем супесчаный	4,2	5,1	0,31	12,7
НСР ₀₅	0,62	0,56	0,19	3,78
2014				
Ржавозем типичный супесчаный	6,8	4,2	0,39	16,8
Ржавозем типичный легкосуглинистый	5,2	4,4	0,55	20,0
Ржавозем постагрогенный супесчаный	5,2	4,2	0,48	107
Урборжавозем супесчаный	3,3	5,1	0,22	6,7
Урбанозем супесчаный	2,1	4,6	0,41	10,5
НСР ₀₅	0,87	0,07	0,08	2,03

ГЛАВА 4. ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПАРКА И ОЦЕНКА ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Водные экосистемы - наиболее чувствительное звено природной среды при негативном антропогенном воздействии. В зависимости от концентрации растворенных в воде газов, химического состава примесей, а также от температуры меняются органолептические и гидрохимические показатели качества воды.

Водные объекты парка «Покровское – Стрешнево» представлены родником «Царевна – Лебедь», реками Химка и Чернушка, а также каскадом из семи прудов [187].

Схема расположения их представлена на рисунке 21, описание объектов – в приложении 23.

Пруды в парке выполняют экологические и хозяйственных функций. Они являются местом отдыха населения, в пруду № 4 купаются, ловят рыбу. Пруды и их окружение несут эмоционально-эстетическое наслаждение. Это местообитание водоплавающих птиц, водных животных и растений.

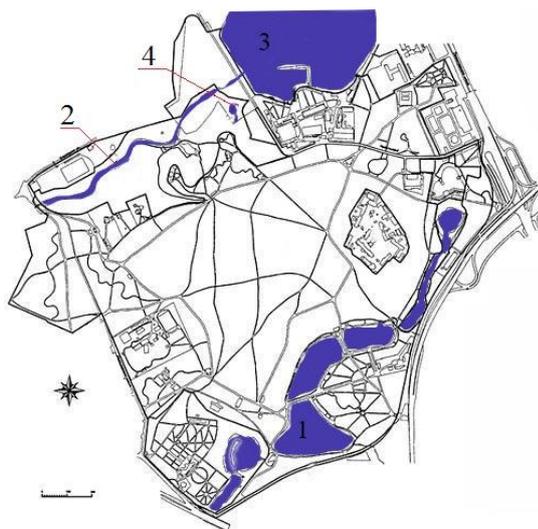


Рисунок 21 – Схема водных объектов парка «Покровское – Стрешнево»
1 – каскад Ивановских прудов; 2 – река Химка; 3 – Химкинское водохранилище; 4 – родник «Царевна – Лебедь».

Исследования показали, что качество воды в изучаемых водных источниках различалось как по органолептическим свойствам, так и по гидрохимическим показателям в зависимости от вида водоема.

Наиболее устойчивыми были показатели в родниковой воде. Все пробы, взятые в 2012 – 2014 гг., не превышали норматив и соответствовали качеству питьевой воды (таблица 15). Вместе с тем следует отметить, что в воде родника «Царевна – Лебедь» количество ионов водорода снизилось в 2013 и 2014 гг. по сравнению с 2012 г., что может быть связано с наличием карбонатов кальция и магния.

Таблица 15– Средние показатели воды в роднике «Царевна Лебедь»

Показатели воды	Единицы измерения	Годы			Нормативы, не более	Методы исследования
		2012	2013	2014		
Органолептические свойства						
Мутность	ед. ЕМФ	0,5	0,7	0,5	2,6 ¹ /3,5 ²	ПНДФ 14.1:2.1-95
Цветность	градус	6,0	10,0	5,0	20,0 ¹ /30,0 ²	ГОСТ Р 52769-2007
Запах 20°C/60 °С	балл	<2,0	<1,0	0	2,0 ¹ /3,0 ²	ГОСТ 3351-74
Гидрохимические показатели						
Аммиак и аммоний (по азоту)	мг/дм ³	0,14	0,27	0,46	0,5	ГОСТ 4192-82
Нитраты	мг/дм ³	2,4	10,8	29,2	40,0	ПНДФ 14.1:2.4-95
Нитриты	мг/дм ³	<0,01	<0,02	<0,02	0,08	ПНДФ 14.1:2.3-95
Обобщенные показатели						
рН	отн.ед.	6,9	7,5	7,7	6,0-9,0	ПНДФ 14.1:2.4-95
ХПК	мг О ₂ /л	3,0	4,0	2,5	5,0 ¹ /7,0 ²	ПНДФ 14.2:4.190-95
Сухой остаток	мг/л	200,0	124,0	110,0	1000 ¹ /1500 ²	ГОСТ 18164-72
Жесткость общая	мг-экв/л	1,9	1,5	1,7	7,0 ¹ /10,0 ²	ГОСТ Р 52407-2005

Примечание. 1 – нормативы СанПиН 2.1.1.1074-01; 2 – нормативы СанПиН 2.1.4.1175-02.

Дешифрование космических снимков водных объектов парка «Покровское – Стрешнево» и обследование объектов в натуре позволяют судить об их состоянии. Например, на снимке (рисунок 22) видно, что водная гладь первого пруда, как и северная часть второго пруда покрыта ряской зеленых водорослей, что является результатом перегрузки водоемов биогенными веществами, попадающими в пруды в основном со стоками.



Рисунок 22– Разрастание ряски в первом и втором прудах парка

При обогащении водоемов биогенными веществами, значительно повышается продуктивность фитопланктона, возникает бурное развитие водорослей, происходит антропогенное эвтрофирование водоёма. Водоросли окрашивают воду в зеленый, сине-зеленый, золотистый, бурый или красный цвета («цветение» воды). «Цветение» воды наступает при наличии не только питательной среды, но и благоприятных температурных условий для развития водорослей. Результаты этих процессов можно наблюдать в пруду №5 и в реке Химке (рисунок 23).

Возрастание объема биомассы водорослей приводит к связыванию кислорода, растворенного в воде; создаются анаэробные условия, при которых образуются разнообразные газы – сероводород, метан, аммиак, ацетилен и другие. Это может привести к гибели зооценозов водоема и делает воду непригодной для употребления.



1

2

Рисунок 23– Цветение воды в пруду №5(1) и реке Химке (2)

Водоросли со временем отмирают, осаждаются на дно и разрушаются микроорганизмами с выделением неприятно пахнущих веществ. Запах может появиться не только при биохимическом разложении органических веществ, но и при химическом взаимодействии содержащихся в воде антропогенных компонентов. Запах воды в прудах может быть обусловлен также концентрацией растворимых в воде газов и химическим составом взвесей. Запах относится к органолептическим показателям качества воды и служит индикатором загрязнения водоёма.

Высокий балл загрязнения воды по запаху имеют пруды шестой и седьмой, а также река Чернушка 4,0 и 3,7 балла соответственно, при нормативе 5,0 балла (таблица 16).

Показателем качества воды служит цвет. Цвет воды в водоемах парка обусловлен органическими веществами и трехвалентным железом, присутствующими в почвах. Высокая цветность воды ухудшает развитие водных растительных и животных организмов в результате резкого снижения концентрации растворенного кислорода в воде, который расходуется на окисление соединений железа и гумусовых веществ.

Наибольший балл по цветности получила вода из пятого, шестого и седьмого прудов (18,0; 16,3 и 19,0) и реки Чернушки (17,0 баллов), при нормативном балле цветности двадцать баллов.

Таблица 16– Органолептические и гидрохимические показатели, и электропроводность воды (средние за 3 года)

Показатели	Пруды							Реки	
	1	2	3	4	5	6	7	Чернушка	Химка
Запах, баллы	2,0	2,0	2,7	2,0	4,0	4,0	4,0	3,7	1,0
Мутность, баллы	1,1	1,0	0,9	1,1	1,3	2,0	2,0	1,6	0,8
Цветность, баллы	10,7	10,0	11,0	10,0	16,3	18,0	19,0	17,0	14,0
pH _{H2O} , ед	7,6	7,4	7,4	7,2	7,8	8,8	9,0	9,0	7,8
Электропроводность, мСм/см	40	38	30	30	25	48	60	48	54
Железо, мг/л	4,5	2,8	3,2	3,8	5,6	6,0	5,6	4,2	4,5
Карбонаты мг/л	0,2	0,2	0,3	0,3	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0
Сульфаты, мг/л	0,1	0,05	0,1	0,2	0,5	0,3	0,5	0,2	0,1

Одним из показателей качества воды является мутность. Мутность воды может быть связана с наличием неорганических и органических мелкодисперсных примесей и растворимых частиц различного происхождения.

Результаты определения её в воде прудов свидетельствуют о том, что наибольшей мутностью отличалась вода седьмого пруда.

К индикаторам качества воды относят такие обобщающие показатели, как жесткость, сухой остаток, водородный показатель, электропроводность и Химическую потребность в кислороде (ХПК).

Жесткость воды, характеризующая химические и физические свойства воды, связанные с содержанием солей кальция и магния, хлоридов, сульфатов [217], изменялась в широких пределах от 3,0 до 5,5 мг-экв/л и была в пределах нормы. Это в первую очередь связано с невысоким количеством карбонатов в воде от 0,2 до 1,0 мг/л (таблица 16).

Интегральным показателем загрязнения водных объектов неорганическими соединениями является удельная электропроводность воды. Удельная электропроводность позволяет судить о степени загрязнения воды электролитами, поскольку химически чистая вода практически не проводит ток. Величина электропроводности зависит не только от концентрации загрязнителя, но и от температуры воды (измерения проводятся только при температуре 20° С) [7].

Изучение удельной электропроводности водных объектов парка показало, что в основном она соответствует норме (ПДК 10^{-3} См/см), исключение составляла вода прудов 6 и 7.

Одним из важнейших параметров качества воды является водородный показатель (рН). Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От величины рН зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды на металлы и бетон. Водородный показатель влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ [136, 217].

В водных экосистемах парка реакция среды в основном была близкой к нейтральной, т.е. соответствовала ГОСТу 17.1.2.04-77 для водных объектов рыбохозяйственного назначения. Высокие показатели рН отмечены в прудах шестом и седьмом, а также в речке Чернушке.

Индикатором загрязнения воды служит наличие в ней железа. Железо в воде образует сложные комплексы соединений в различных состояниях: растворенном, коллоидном, взвешенном, что ухудшает органолептические показатели. В исследуемой воде всех водоемов парка отмечается достаточно высокое содержание железа от 2,8 до 6,0 мг/л (норматив 3мг/л), что возможно связано с химическим составом почв и почвообразующих пород. Органолептические, как и другие показатели качества воды, менялись в течение теплого времени года (таблица 17).

Ухудшение качества воды, независимо от ее источника, возможно связано с попаданием в пруды и реки парка сточных вод, как в весенний, так и осенний период. Летом происходит самоочищение воды. В это время мутность снижалась на 27%, цветность на 28,1% по сравнению с этими же показателями в весенних пробах.

Опасность загрязнений водных экосистем оценивается по комплексу показателей, среди которых немаловажное значение имеет содержание взвешенных веществ. Присутствие в воде глины, песка, частиц силикатных пород и других загрязнителей увеличивает цветность, мутность, электропроводность.

Определение количество взвешенных веществ выявило существенную вариабельность этого показателя в воде изучаемых источников. Количество взвесей изменялось довольно в широких пределах от 4,78 мг/л в первом пруду, до 12,2 мг/л в реке Химке.

Определение хлоридов показало, что они присутствуют практически во всех пресных поверхностных и даже грунтовой водах. Концентрации хлорид-иона колебались от 9,0 до 20 мг/л.

Содержание хлорид-ионов за исследуемый период обусловлено природными факторами – попаданием в водоемы парка с дождевой водой и влиянием, расположенных выше по течению реки Химки, объектов промышленности и бытового хозяйства. Концентрация хлоридов в водных объектах парка за время исследования не превышала ПДК (300 мг/л).

Одним из показателей качества воды является химическая потребность в кислороде (ХПК). Она дает представление о содержании в воде органических веществ, способных к окислению сильными окислителями.

Изучение ХПК показало, что превышение ПДК для культурно – бытовых источников было почти во всех объектах, исключение составляли пруды первый и четвертый. Однако превышение этого показателя согласно ГОСТа для рыбохозяйственных водоемов (ПДК 30мг О²/дм³) отмечалось только для рек и первого пруда (таблица 18).

При автотрофных условиях, при большом объеме биомассы фитопланктона, в прудах с пятого по седьмой, видимо, происходит связывание растворенного в воде кислорода, создаются анаэробные условия, приводящие к образованию ядовитых соединений. При этом может усилиться негативное действие ионов NH₄⁺ и NO₂⁻, поступавших или образовавшихся в ходе превращения азотистых соединений.

Таблица 17 – Изменение органолептических свойств воды в течение весенне - осеннего сезона в водных объектах парка (в среднее за 3года.)

Показатели единицы измере- ний	Нормати- вы, не бо- лее	Реки		Пруды						
		Химка	Чер- ну- шка	1	2	3	4	5	6	7
Май										
Мутность, ЕМФ	2,6	0,8	2,0	1,0	1,0	0,9	1,1	1,2	2,2	2,2
Цветность, градус	20,0	8,0	20,0	14,0	14,0	12,0	10,0	22,0	19,0	21,0
Запах 20°C/60°C	5,0	1,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	4,0	4,0
Июль										
Мутность, ЕМФ	2,6	0,7	1,0	1,1	1,0	0,9	1,1	1,2	1,9	2,0
Цветность, градус	20,0	6,0	13,0	14,0	9,0	8,0	10,0	15,0	12,0	16,0
Запах 20°C/60°C	5,0	1,0	3,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0
Октябрь										
Мутность, ЕМФ	2,6	0,9	1,7	1,1	1,1	1,0	1,2	1,6	1,9	1,8
Цветность, градус	20,0	8,0	18,0	10,0	10,0	10,0	13,0	17,0	18,0	20,0
Запах 20°C/60°C	5,0	1,0	4,0	2,0	3,0	3,0	2,0	4,0	4,0	4,0
В среднем май - октябрь										
Мутность, ЕМФ	2,6	0,8	1,57	1,07	1,03	0,93	1,13	1,33	2,0	2,0
Цветность, градус	20,0	7,7	17,0	10,7	11,0	10,0	11,0	18,0	16,3	19,0
Запах 20°C/60°C	5,0	1,0	3,7	2,0	2,0	2,7	2,0	4,0	4,0	4,0

Изучение содержания минеральных форм азота (ионов аммония, нитратов и нитритов), относящихся к числу биогенных веществ, проводилось во все годы исследований, т.к. по их содержанию в воде можно судить как о загрязнении водных экосистем, так и о протекании процессов их самоочищения.

Средняя по всем объектам концентрация аммония составляла 0,89 мг/дм³ (при ПДК 2,0 мг/дм³). Наибольшее количество NH₄⁺ наблюдалось в водах реки Чернушки и во втором пруду.

Недостаток кислорода в автотрофных водоемах может усиливать негативное действие NH₄⁺, поступавшего или образовавшегося в ходе превращения органических азотистых соединений. Недиссоциированный аммиак, в отличие от ионизированной формы, имеет более выраженную токсичность, а его концентрации в воде зависят от pH, температуры, концентрации NH₄⁺.

Таблица 18 – Показатели химического состава воды в водных экосистемах парка (среднее за 3 года).

Водные экосистемы	ХПК, мг О ₂ /дм ³	Ионы, мг/дм ³			Жесткость, мг-экв/л
		NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	
р. Химка	36,5	0,34	16,6	0,03	3,0
р. Чернушка	32,0	0,75	18,2	0,06	4,5
Пруды					
1	31,8	0,56	18,2	0,05	4,0
2	29,3	0,7	18,0	0,05	5,5
3	29,8	0,48	18,4	0,05	4,0
4	24,8	0,62	18,7	0,04	4,5
5	25,6	0,59	18,2	0,05	5,0
6	21,7	0,84	18,4	0,05	4,0
7	21,9	0,96	18,2	0,07	3,5
Нормативы, не более	30,0	2,0	40	0,08	7,0

Нами определялось количество нитратного азота в водных объектах парка. Количество нитратов в природных водах зависит от комплекса факторов (биологические, гидрохимические, физико-химические свойства почв водосборной территории). Содержание нитратов в поверхностных водах существенно меняется в зависимости от вида деятельности человека.

Изучение нитратного азота в водоемах парка свидетельствует о том, что все водостоки загрязнены нитратами. Увеличение количества иона NO₃⁻, возможно, связано с усилением процесса нитрификации аммонийного азота и эвтрофикацией прудов.

По мнению О.А. Соколова с соав. [190] нитратный фонд в эвтрофной зоне водоемов формируется за счет увеличения размеров азотфиксации, а также перемещения нитратов из более глубоких слоев в ходе турбулентного перемещения.

Кроме того, нитратный азот может поступать с атмосферными осадками или с поступлением сточных вод во все исследуемые экосистемы парка. Концентрация нитрат – иона в среднем по всем объектам превышала содержание в них аммония. Наибольшая концентрация NO_3^- наблюдалась в прудах (18,0 – 18,9 мг/дм³).

Вместе с тем, при средней концентрации 18,4 мг/дм³, не отмечено сильных изменений биологических процессов в водных экосистемах, хотя содержание нитрат – иона превышало в 1,3 раза его количество в родниковой воде.

С.М. Чеснокова отмечает, что присутствие нитратного азота в количестве до 20 мг/дм³ не вызывает нарушения биохимических процессов в водоёме. При повышенном содержании нитрат-иона в воде возрастает вероятность образования нитритов в количествах, токсичных для рыб [217].

Нитритный азот – промежуточный продукт процесса нитрификации. Увеличение концентрации до 0,10 мг/дм³ свидетельствует об активном восстановлении NO_3^- до NO_2^- , что приводит к загрязнению воды в водоёмах. Содержание нитрат – иона в воде всех поверхностных объектов было примерно одинаковым и колебалось от 0,03 до 0,07 мг/дм³ (при ПДК 0,08 мг/дм³). Мониторинг концентрации соединений азота в воде выявил сезонную динамику изменений их в водоемах парка (рисунок 22).

Высокая концентрация аммония наблюдалась независимо от места отбора проб в начале октября и превышала показатели мая месяца в среднем в 1,8 раза. Вероятно, в это время созданы благоприятные условия для разложения органических соединений, содержащихся в воде.

Динамика изменения количества нитратов была иной. Наибольшая концентрация количества нитрат – иона наблюдалась в июле, а затем снижалась к осени. В октябре содержание нитратов оказалось в среднем на 51% меньшим, по сравнению с июлем, что связано с относительно низкими температурами для нитрифицирующих бактерий, принимающих участие в процессах окисления NH_3^+ до NO_3^- .

Загрязнение воды нитрит – ионом происходило в основном весной и осенью, когда были наиболее благоприятные условия для восстановления NO_3^- до NO_2^- .

Важной характеристикой антропогенных, эрозионных и аккумулятивных процессов, происходящих в ландшафтах парка, служат показатели накопления тяжелых металлов в водных объектах (таблица 19).

Наиболее загрязнены тяжелыми металлами – медью, цинком и свинцом – пруды шестой и седьмой, где превышение ПДК составляет в среднем 30, 20 и 10% соответственно.

Тяжелые металлы в водных экосистемах не подвергаются деструктизации, а лишь изменяют формы соединений. ТМ, попадая в донные отложения в виде труднорастворимых соединений, способны вновь переходят в воздушную фазу при изменении физико-химических условий, прежде всего окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных. При определенных концентрациях они становятся токсичными для гидробионтов, аккумулируются в их тканях и по трофическим цепям могут попасть в организм человека [217].

Содержание всех исследуемых металлов было несколько выше ПДК для рыбохозяйственного вида пользования, что может негативно сказаться на обитающих в данных водоемах птицах и рыбах. Все тяжелые металлы поступают в водоемы парка транзитом, что связано с деятельностью Московского и Подмосковного промышленного комплекса.

Индикаторами загрязнения водных объектов парка являются органические соединения в виде фенолов и формальдегидов. Содержание фенола очень часто превышает гигиенические нормативы в атмосферном воздухе Москвы [178]. В питьевую воду он поступает из загрязненных сточными водами источников или мигрирует из полимерных материалов, используемых в водопроводных системах.

Таблица 19 – Среднее содержание тяжелых металлов, формальдегида и фенола в поверхностных водах парка (2012 – 2014 гг.)

Водные объекты	Тяжелые металлы, мг/л				Органические соединения, мг/дм ³	
	Медь	Цинк	Кадмий	Свинец	Формальдегид	Фенолы
Реки						
Химка	0,001	0,002	0,001	0,018	0,024	0,002
Чернушка	0,002	0,008	0,003	0,025	0,028	0,015
Пруды						
Первый	0,001	0,006	0,001	0,026	0,033	0,008
Второй	0,001	0,004	0,004	0,021	0,009	0,007
Третий	0,001	0,002	0,001	0,019	0,021	0,006
Четвертый	0,002	0,002	0,001	0,025	0,015	0,002
Пятый	0,001	0,006	0,004	0,029	0,016	0,005
Шестой	0,003	0,011	0,004	0,032	0,021	0,021
Седьмой	0,003	0,013	0,004	0,034	0,017	0,025
ПДК	0,001	0,01	0,050	0,03	0,05	0,001
НСР ₀₅	0,0002	0,0004	0,0003	0,005	0,008	0,0004

Источники эмиссии формальдегида – химические и металлургические заводы, производства строительных материалов и полимеров, мебельные фабрики, отработавшие газы автотранспорта. Формальдегид оказывает общетоксическое действие, обладает раздражающим, мутагенным, сенсibiliзирующим и канцерогенным действием. Поэтому изучение этих показателей актуально для водоемов парка.

Определение содержания органических веществ в водных источниках парка показало превышение ПДК в реке Чернушке, 6 и 7 прудах.

Комплексная оценка качества по показателям ХПК, содержанию меди, цинка, кадмия, свинца и фенола показала, что вода в прудах шесть и семь относится к категории «загрязненная» (класс качества IV), в остальных источниках – «умеренно загрязненная» (класс качества III).

На основании изучения органолептических свойств, обобщенных, гидрохимических показателей и комплексной оценки качества воды в водных объектах парка «Покровское – Стрешнево» можно заключить, что, несмотря на антропогенное воздействие, вода в реке Химка и прудах с первого по пятый умеренно загрязненная. В настоящее время она не представляет опасности для обитающих в ней организмов. Не представляет угрозы эта вода и для человека, использующего пруды как место отдыха.

Состояние седьмого Иваньковского пруда, в который плавно переходит в шестой пруд, можно оценить как «катастрофическое», ибо это пруд, по сути, превратился в болото и требует мер по его очистке.

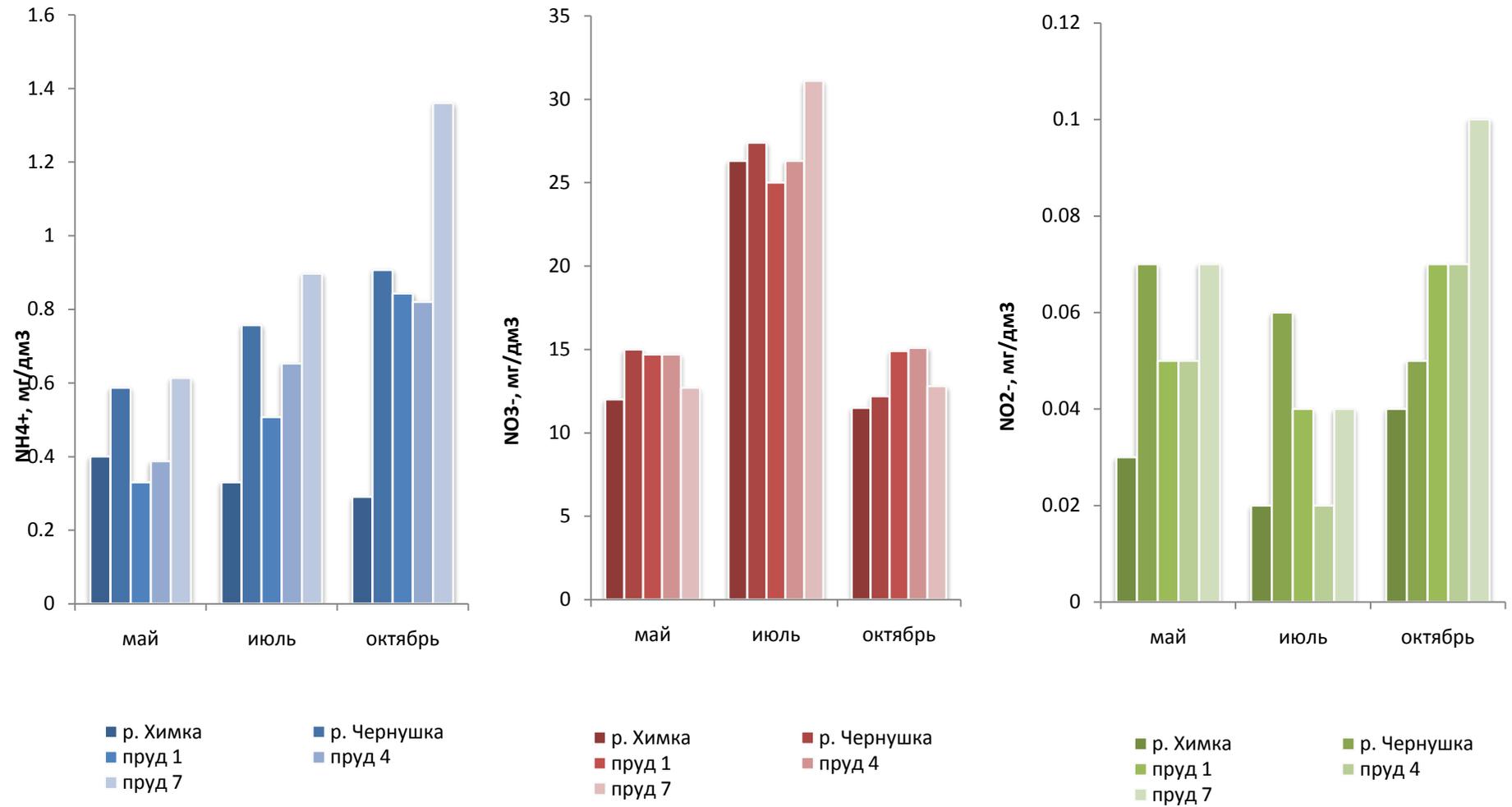


Рисунок 24 – содержание ионов азота в водных объектах парка

ГЛАВА 5. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПАРКА

Одним из факторов улучшения экологической среды мегаполиса являются зеленые насаждения. При этом особая роль принадлежит зеленым насаждениям лесопарков, городских парков, в том числе природно-исторических. Кроме выполнения своих главных функций (санитарно-гигиенической, рекреационной, декоративно-художественной) природно-исторические парки являются экологическими локальными эталонами (условно фоновых систем) для каждой конкретной урбанизированной территории [30].

Ландшафтообразующими видами древесных пород для парков Москвы являются липа мелколистная (*Tilia cordata*), клен остролистный (*Acer platanooides*), ясень высокий (*Fraxinus excelsior*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), береза повислая (*Betula pendula*), вяз гладкий (*Ulmus laevis*), ель колючая (*Picea pungens*) [144, 161].

Парк «Покровское – Стрешнево» несколько отличается от других парков Москвы. В нем практически нет елей, преимущественной породой является сосна (*Pinus sylvestris*) и большое разнообразие кустарников.

Во многих местах парка много подлесочных культур, среди них лещина, рябина, боярышник. В подросте преимущественно клен и береза.

Травяной покров развивается в зависимости от сложившихся условий, под сомкнутым пологом хорошо развиты зеленчук желтый (*Galeobdolon luteum*), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), мох. Там, где древостой изрежен появляются папоротник (*Athyrium filix-femina* Roth), сныть обыкновенная (*Aegorodium podagraria*), небольшое количество злаков. На участках, примыкающих к Ленинградскому и Волоколамскому шоссе, наиболее бедны видами трав, по сравнению с другими участками парка. Наблюдалось замедление роста, нарушение репродуктивных свойств, угнетение корневой системы. Там встречаются отдельные экземпляры однолетних злаковых трав и сорных растений.

Древесные насаждения парка «Покровское – Стрешнево» занимают площадь 176,2 гектара или 72,8 % всей территории парка. Распределение древесных растений по видам пород представлено в таблице 20.

Находясь в окружении жилищной застройки, крупнейших транспортных магистралей и промышленных предприятий, зеленые насаждения испытывают антропогенную, в том числе техногенную нагрузку. Они подвергаются химическому, физическому, биологическому и комплексному загрязнению. Наибольшую опасность для зеленых насаждений представляют загрязнение водного и воздушного бассейнов, почвы и избыточное рекреационное воздействие. Под их влиянием изменяется скорость роста растений и накопления биомассы, происходит утрата ценных пород деревьев (сосны, ели, дуба, липы, лиственницы). По мере накопления

загрязняющих веществ в почвах и тканях растений, зеленые насаждения теряют свою биологическую устойчивость и при высоких уровнях промышленных и автотранспортных выбросов могут в короткие сроки деградировать.

Таблица 20 – Распределение лесного фонда парка по преобладающим породам

Преобладающая порода	Количество, гектар	Преобладающая порода	Количество, гектар
Сосна	99,3	Береза	28,0
Лиственница	9,0	Осина	1,3
Дуб	6,0	Ольха серая	3,8
Ясень	0,2	Липа	9,7
Клен	8,6	Тополь	1,2
Клен ясенелистный	1,1	Ива древовидная	6,0
Вяз	1,0	Всего:	176,2

Негативно влияет на растительность и чрезмерная рекреационная нагрузка. Она приводит к уплотнению почвы, нарушению растительного покрова, многочисленным механическим повреждениям комлевой части деревьев, уничтожению и повреждению подроста и подлеска и т.д. [26, 145, 188].

Растения реагируют на любые изменения условий внешней среды, изменяя процессы своей жизнедеятельности. В первую очередь изменяется скорость роста растений, темпы сезонного развития, интенсивность цветения и плодоношения, фотосинтез и дыхание, морфологические признаки растения (размер, форма). Последние могут служить индикаторами степени благополучия окружающей среды для растений и условий жизни человека. Поэтому многочисленные авторы используют высшие и низшие растения в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды [115, 147]. Поэтому раннее выявление деградационных процессов зеленых насаждений приобретает особую актуальность.

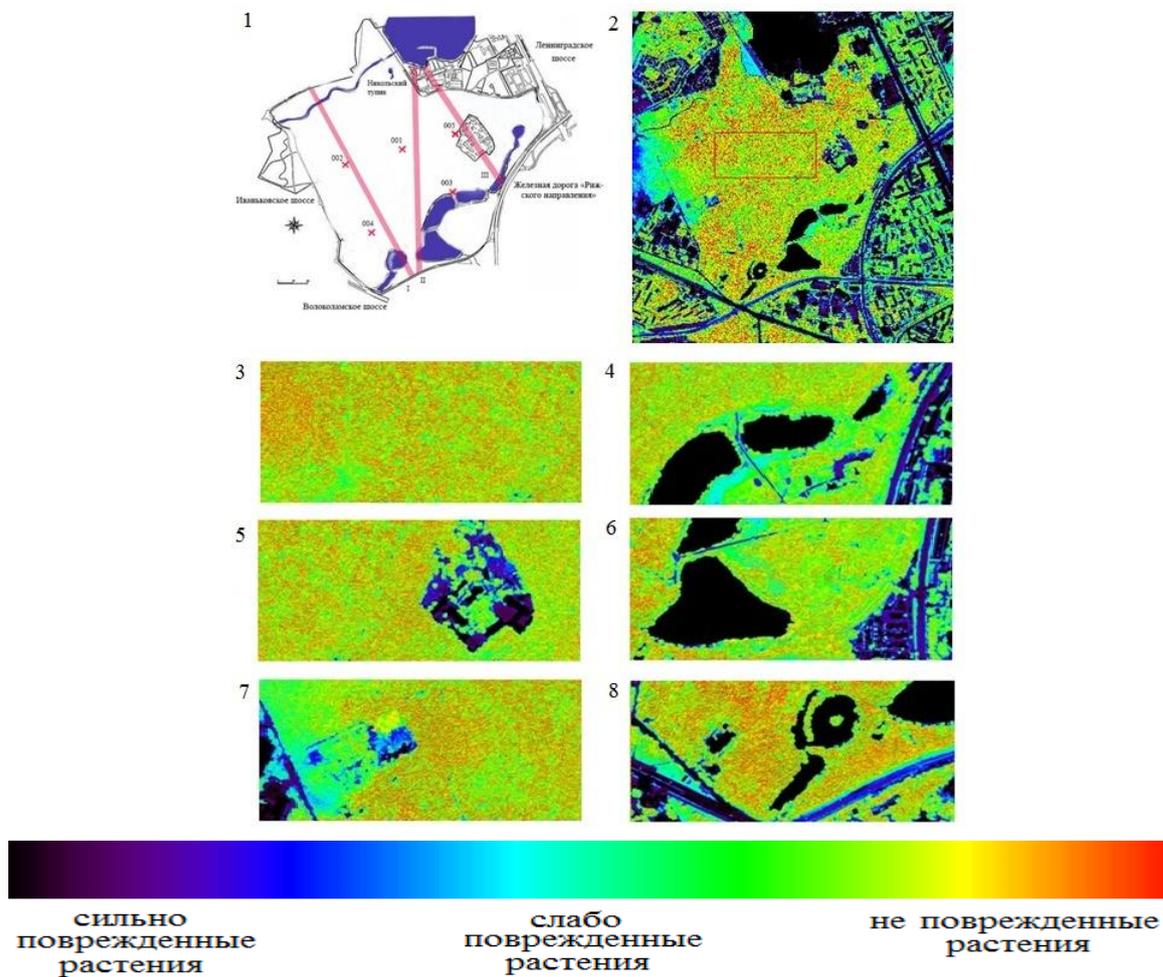
Оценка состояния растительного покрова парка «Покровское – Стрешнево» проводилась путём использования космических снимков и трехлетнего наблюдения за растениями на пяти постоянно закрепленных площадках и трех трансектах, проходящих по территории парка (рисунок 25).

Дешифрование снимков позволяет заключить, что в настоящее время большая часть древесных растений парка находятся в хорошем состоянии, не имеют существенных признаков повреждения или незначительно повреждены.

Вместе с тем, в отдельных участках парка ситуация с состоянием растений оказалась различной.

В центральной части парка на площадке 001, а также площадке 002 (рисунок 25-3 и 25-4) древесные культуры находятся в хорошем состоянии. И как показывают наземные наблюдения,

только в одном случае было выявлено усыхание вершины сосны. На площадке 003 (рисунок 25-5) отмечается некоторое увеличение количества слабоповрежденных растений. Как показал, проведенный анализ листьев растений с этой площадки, значительно уменьшилась площадь листовой пластины и увеличилось количество некрозов.



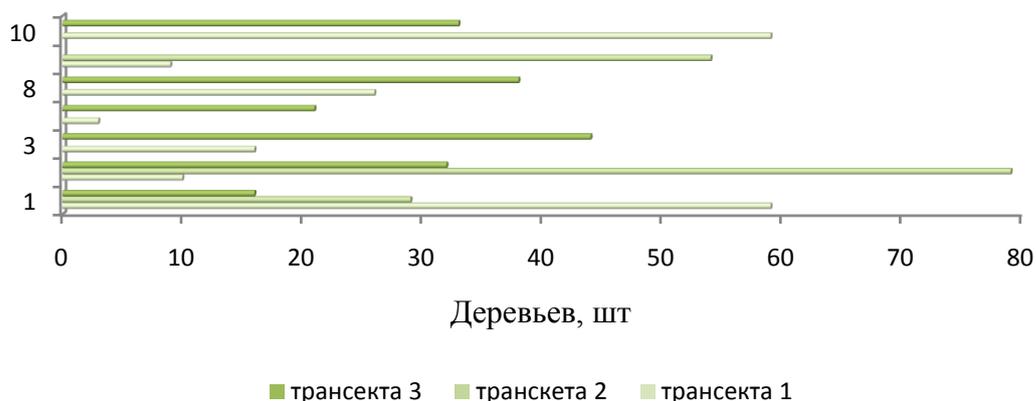
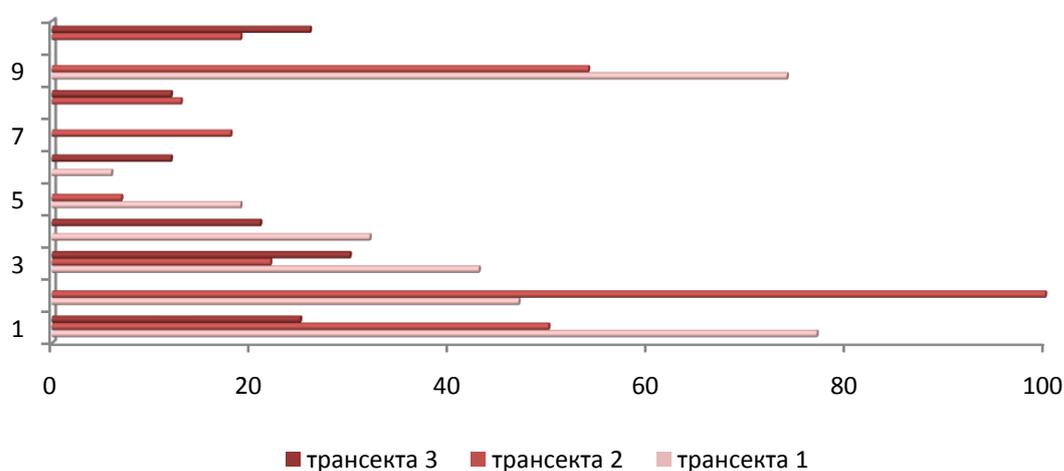
1. Площадки и трансекты, 2. Общий вид растений парка, Состояние растений: 3. на площадке 001, 4. на площадке 003, 5. на площадке 005, 6. на территории родника, 7. на площадке 002; 8. на площадке 004

Рисунок 25– Расположение площадок, трансектов и космические снимки состояния растений в парке «Покровское – Стрешнево»

На площадках 004 и 005 (рисунок 25-5, 25-6) количество слабоповрежденных растений возросло на 15-20 % по сравнению с центральной частью парка.

Нами было выявлено 9 различных видов повреждений листьев деревьев и кустарников – это измененная окраска; пятнистый, точечный и межжилковый некрозы; хлороз; неравномерная плотность листа; мертвый край и кончик; изменение формы листа (рисунок 26).

Известно, что межжилковый и верхушечный некрозы листьев, изменения окраски и хлороз связаны с действием окислов азота и двуокиси серы.

Клен остролистный*Береза повислая*

1 – точечный некроз; 2 – хлороз; 3 – неравномерная плотность листа; 4 – мертвый край; 5 – мертвый кончик; 6 – межжилковый некроз; 7 – изменение формы листа; 8 – пятнистый некроз; 9 – асимметрия; 10 – измененная окраска листа.

Рисунок 26—Повреждения листьев клена и березы (в среднем три года)

Результаты исследований показали, что на техногенно загрязненных объектах уже в начальный период вегетации (в первой декаде июня) были отмечены поражения листовых пластинок, что выражается в появлении «медной росы», потери тургора, возникновении хлороза, изменении окраски листьев, появлении некрозов и искривлении пластинок и возникновении уродливых форм листьев. Все негативные изменения проявлялись, как правило, в условиях жары, особенно аномальной (2014 г.).

Наиболее сильно некротические повреждения и хлороз были выражены у клена остролистного, более чувствительного к недостатку влаги и березы повислой. У хвойных деревьев наблюдалась суховершинность и деформация.

Наиболее сильно признаки повреждения растений (особенно некрозы) проявлялись в наиболее загрязненных участках парка, в районе 004 и 005 площадок (рисунок 27). Даже лиственные насаждения, которые более устойчивы к воздействию разного рода загрязнений, испытывали значительный прессинг со стороны Ленинградского шоссе. Листья деревьев и кустарников имели охристую и желтую окраску в июле, а также пятна коричневого и белого цвета.

На стволах древесных растений произрастающих на площадках 004 и 005 и находящихся под воздействием выбросов автомобильного транспорта, движущегося по Ленинградскому и Волоколамскому шоссе, наблюдалось «позеленение» стволов и нижних ветвей. Что свидетельствует о повышенном содержании в воздухе оксидов азота, который способствует интенсивному разрастанию на коре деревьев мелких водорослей зеленого цвета, получающих необходимое им азотное питание непосредственно из воздуха.

Изучение повреждений древесных растений и оценка их относительного жизненного состояния (ОЖС), показали, что все виды исследуемых деревьев и кустарников в центре парка могут быть отнесены к категории «здоровый», при этом единичные деревья клена, березы, липы и сосен, отнесенных к категории «слабо ослабленных».

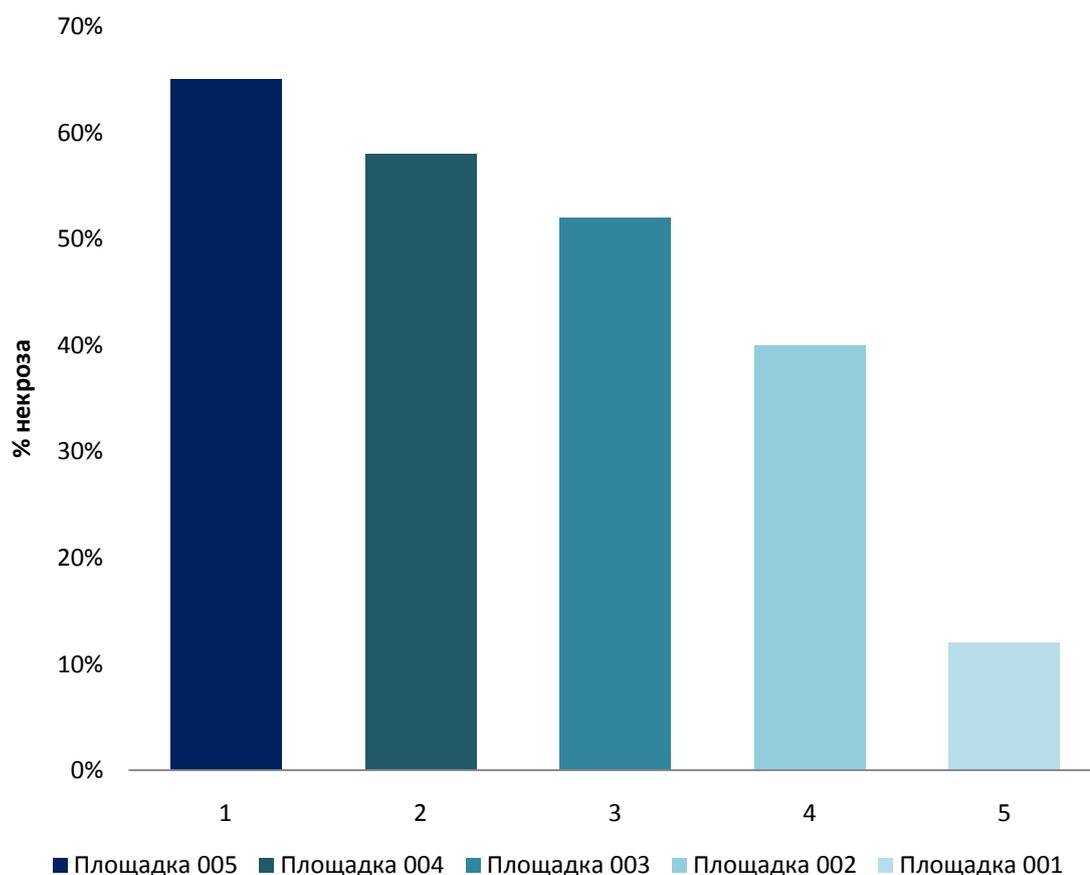


Рисунок 27– Количество некрозов листьев на различных участках парка (среднее за годы исследования)

В районе автомагистралей и железной дороги наблюдалось для всех видов деревьев и кустарников снижение относительного жизненного состояния древостоя, увеличивалось количество «ослабленных» и даже несколько деревьев к категории «сильно ослабленных».

Одним из важных показателей биомониторинга является площадь листьев. Размеры листьев растений подвержены очень широкой изменчивости и диапазон их нормы реакции очень широк.

Площадь листьев различных деревьев изменялась как по годам исследования. В зависимости от абиотических условий среды (температуры воздуха, осадков), листья деревьев имели различную площадь. 2012 год был благополучным по абиотическим факторам (для роста и развития растений) и все изучаемые деревья имели большую среднюю площадь листьев.

Несколько уменьшилась площадь листьев в 2013 году, т.к. июнь в этом году был засушливым и прохладным. 2014 был крайне неблагоприятным для роста и развития растений. Низкая обеспеченность влагой влияла на площадь листьев всех растений, которая значительно снижалась – у рябины на 1 см^2 , у березы на $9,82 \text{ см}^2$, у липы на $42,05 \text{ см}^2$, у клена остролистного на $33,1 \text{ см}^2$, у боярышника на $49,85 \text{ см}^2$ (таблица 21). Изменение площади листьев у растений на трансектах приведено на рисунке 28.

Площадь листьев зависела от места отбора проб (таблица 22). Наибольшая площадь листьев у березы, липы и рябины отмечалась в центральной части парка на площадке 001. На площадке 005 произошло снижение этого показателя у рябины на 58,3%, у березы – на 14,1, клена – на 13,1 и липы на– 21,8% по сравнению с площадью листьев у этих культур на площадке 001. Такие изменения связаны, как загрязнением почвы тяжелыми металлами, так и поступлением загрязняющих веществ аэральным путем.

Таблица 21 – Средняя площадь листьев деревьев на пробных площадках за годы исследования, см^2 (независимо от мест взятия проб)

Породы деревьев и кустарников	Годы проведения исследований		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Рябина	$20,73 \pm 0,6$	$19,88 \pm 0,3$	$19,73 \pm 0,1$
Береза	$39,88 \pm 0,3$	$39,80 \pm 0,2$	$30,05 \pm 0,3$
Липа	$254,58 \pm 1,5$	$259,60 \pm 2,6$	$217,55 \pm 3,5$
Клен	$69,55 \pm 1,4$	$36,54 \pm 0,5$	$36,39 \pm 0,3$

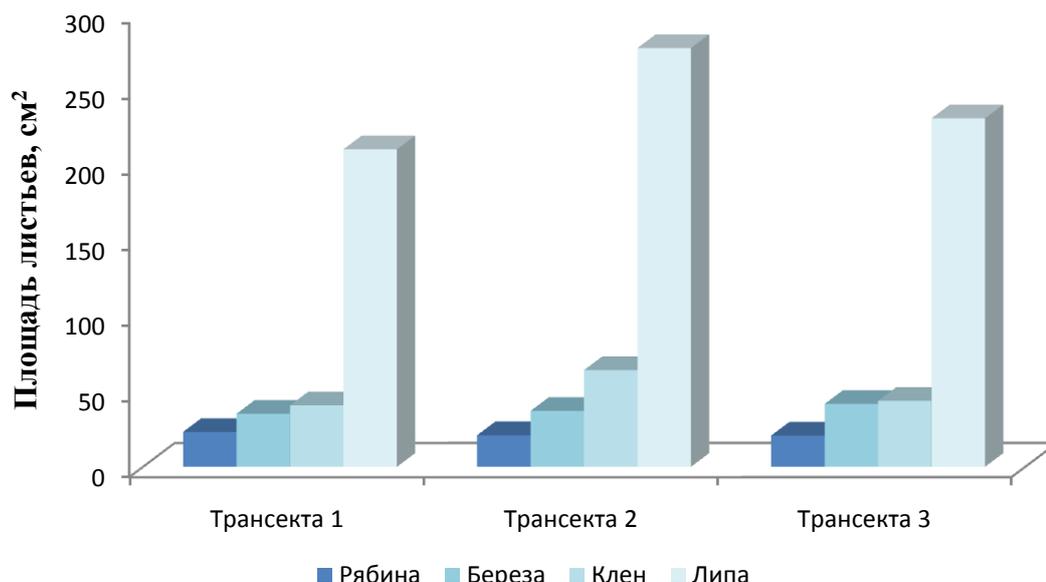


Рисунок 28 – Площадь листьев у изучаемых культур на трансектах

Изучение химического состава листьев показало, что содержание питательных элементов варьировало в зависимости от состава разных видов деревьев в различных экологических зонах (таблица 23).

Так, содержание кальция в листьях березы в центре парка было минимальным. Далее в порядке возрастания шли: Площадка 002 -> Площадка 005 -> Площадка 003. Причем на последнем участке содержание кальция было на порядок выше, чем на площадке 001.

Химический состав растений отражает элементный состав почв, поэтому избыточное накопление тяжелых металлов растениями обусловлено, прежде всего, их высокими концентрациями в почвах. Способность почв связывать и инактивировать ТМ имеет свои пределы, и когда они уже не справляются с поступающим потоком металлов, важное значение приобретает наличие у самих растений физиолого-биохимических механизмов, препятствующих их поступлению [191].

Устойчивость почвенного покрова и его деградация в значительной степени зависят от устойчивости к антропогенным воздействиям растительного покрова и наоборот. При малой устойчивости к деградации растительного покрова (древесных, кустарниковых и травянистых растений) уменьшается устойчивость к деградации почв.

Зеленые насаждения по-разному способны накапливать тяжелых металлов и проявлять к ним толерантность. Одни растения стремятся снизить поступление ксенобиотиков путем максимального использования своих буферных функций. Для большинства растений первым барьерным уровнем являются корни, где задерживаются наибольшее их количество,

следующим – стебли и листья, и, наконец, последним – органы и части растений, отвечающие за воспроизводительные функции.

Зеленые насаждения по-разному способны накапливать тяжелых металлов и проявлять к ним толерантность. Одни растения стремятся снизить поступление ксенобиотиков путем максимального использования своих буферных функций. Для большинства растений первым барьерным уровнем являются корни, где задерживаются наибольшее их количество, следующим – стебли и листья, и, наконец, последним – органы и части растений, отвечающие за воспроизводительные функции.

Таблица 22 – Площадь листьев древесных пород в различных точках парка (средняя за 3года), см²

Места отбора проб листьев	Породы деревьев			
	Рябина	Береза	Клен	Липа
Площадка 005	11,9	30,5	39,47	219,0
Площадка 004	19,0	32,0	40,15	222,6
Площадка 002	-	34,0	56,65	-
Площадка 003	20,5	33,5	50,03	-
Площадка 001	20,4	35,5	45,40	280,0
Трансекта 1	23,1	-	40,65	210,0
Трансекта 2	20,9	37,0	64,00	277,0
Трансекта 3	20,7	41,6	43,65	230,5
НСР05	1,43	1,24	2,17	15,3

Содержание тяжелых металлов в листьях растений показало, что оно зависело как от вида растения, так и от места сбора растительного материала. Так, содержание меди колебалось от 0,12 до 1,51 мг/кг, цинка от 0,16 до 3,01, никеля от 0,48 до 6,08, железа от 11,93 до 470,99 мг/кг сухого вещества. Наибольшим накоплением меди характеризовался клен остролистный, наименьшим – рябина. Та же тенденция наблюдалась и для цинка, никеля и железа.

Содержание тяжелых металлов в листьях различных деревьев возросло в экологически неблагоприятных зонах парка на площадках 004 и 005.

Одним из важнейших биоиндикационных показателей служит определение показателя флуктуирующей асимметрии, который оценивает качество среды во всем многообразии факторов, ее пригодность для человека. Рассчитав коэффициент флуктуирующей асимметрии можно оценить здоровье парков и конкретного дерева. Повышение коэффициента

флуктуирующей асимметрии свидетельствует о неблагоприятной среде обитания вида-биоиндикатора.

Таблица 23 – Химический состав листьев изучаемых растений

Место отбора проб	Порода	Содержание элементов, мг/кг сухого вещества					
		Ca	Fe	Mg	Cu	Zn	Ni
Площадка 001	береза	4502,6	86,7	3574,0	0,28	0,10	2,13
	клен	6675,3	78,7	6011,2	0,30	0,16	1,15
	липа	4325,4	101,0	5017,1	0,08	0,06	0,48
	рябина	4721,9	11,9	52,1	0,21	0,15	0,62
Площадка 004	береза	4760,4	84,9	3607,8	0,36	0,14	2,19
	клен	8596,8	85,9	6036,8	0,31	0,18	1,21
Площадка 005	береза	7521,73	470,99	4433,6	1,5	0,35	6,08
	клен	10057,33	247,30	10257,9	2,9	2,99	3,83
	липа	4796,54	104,11	5798,4	2,4	0,10	1,20
Площадка 003	береза	7894,83	468,93	4521,1	1,5	0,33	6,05
	клен	11896,54	289,79	10299,8	2,9	3,01	3,69
Площадка 002	береза	4798,76	389,56	4162,4	1,2	0,28	5,97
	клен	10587,12	208,71	10154,28	2,56	2,87	3,41
	рябина	6589,64	12,87	282,47	0,69	0,12	2,16

Величину ассиметричности оценивали с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак (среднее арифметическое отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Этот показатель характеризует степень ассиметричности организма предложенная В.М. Захаровым и Е.Ю. Красновым [113] для данного показателя была разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние.

Таблица 24 – Флуктуирующая ассиметрия листьев в изучаемых растениях парка (среднее за 3 года)

	Флуктуирующая ассиметрия							
	Рябина	Осина	Береза	Боярышник	Дуб	Каштан	Клен	Липа
Площадка 005	0,18	0,0756	0,9	0,042	-	-	0,73	0,324
Площадка 004	0,068	0,072	0,4	0,04	-	0,102	0,4	0,134
Площадка 003	-	0,0624	0,23	0,018	0,12898	0,084	0,24	-
Трансекта 2	0,038	0,0616	0,07	0,012	0,07883	-	0,148	0,1008
Площадка 002	-	0,0596	0,05	0,01	-	0,051	0,109	-
Трансекта 1	0,036	0,056	0,05	-	-	0,042	0,076	0,084
Трансекта 3	0,03	0,0558	0,03	0,006	0,02422	-	0,052	0,056
Площадка 001	0,014	-	0,025	-	0,0138	0,034	0,02	0,052
Родник «Царевна – Лебедь»	0,004	0,0324	0,02	-	0,011686	0,001	-	0,06

Результаты определения ассиметрии листьев изучаемых растений приведены в таблице 24. Результаты исследования свидетельствуют, что условия произрастания влияют на показатель флуктуирующей ассиметрии. Так, для рябины, в районе Ленинградского шоссе он был очень высоким - 0,18, что свидетельствует о значительном отклонении от нормы. Меньшей степенью загрязнения характеризовались растения в районе площадки 001 и по трансектам 1 и 3, в районе родника «Царевна – Лебедь». На площадке около Волоколамского шоссе значение показателя ассиметрии соответствовало 4 баллам по шкале отклонения.

Таким образом, используя снимки со спутников можно достаточно точно определить состояние древесных пород парка. Наземные анализы уточняют состояние растений и выявляют основные признаки угнетения или их гибели. Использование метода биоиндикации позволяет установить начальные признаки деградации растений.

ВЫВОДЫ

На основании комплексного изучения состояния экосистем парка «Покровское – Стрешнево» можно сделать следующие выводы:

1. Использование космических методов исследования при экологическом мониторинге состояния ландшафта позволило выявить изменения, происходящие в водных объектах и растительном покрове парка.
2. Мониторинг некоторых химических, физико-химических свойств почв парка «Покровское – Стрешнево» позволил установить, что в антропогенно-преобразованных почвах снизилась обогатенность гумуса азотом и увеличилась щелочность, в основном, за счет аэрогенного загрязнения в зимнее время года.
3. Выявлена сезонная динамика изменения подвижных форм органического вещества ($C_{\text{ЛГК}}$ и $C_{\text{ВОВ}}$), доступных форм азота, фосфора и калия в верхних горизонтах почв. Процессы минерализации органических азотсодержащих соединений ослаблены, особенно в нарушенных почвах, и в связи с этим растительному покрову парка недостаёт азотного питания для нормального роста и развития
4. Определенные уровни $pH_{\text{ксл}}$, содержания подвижного фосфора и обменного калия на площади 192 гектаров территории парка и составленные картограммы, позволяют при мониторинговых исследованиях проследить пространственно-временные изменения этих показателей.
5. Агрохимическое обследование территории парка свидетельствуют о том, что 46,8 % почв имели $pH_{\text{ксл}}$ от 6,1 до 8,0 и более единиц, в 50,9% почв отмечена слабо- и среднекислая среда и 2,3% – сильнокислая; около 53% всех почв средне обеспечены подвижным фосфором, 15 % имели повышенную и 32% высокую обеспеченность; 60% почв характеризовались повышенным содержанием и % 40 были средне обеспечены обменным калием.
6. На основании проведенных анализов с применением ГИС – технологии составлены карты-схемы содержания валовых форм тяжелых металлов, на которых обозначены выделы с превышением количества ТМ по сравнению с ОДК. Установленные уровни загрязнения почв тяжелыми металлами показывают низкий уровень загрязнения почв кадмием и медью, средний – цинком, средний свинцом для природных почв и высокий уровень свинцом – для антропогенно-преобразованных почв
7. Почвы парка имеют бедную обогатенность ферментами уреазой и фосфатазой, среднюю – инвертазой; между гумусным состоянием естественных и антропогенно-преобразованных почв и их ферментативной активностью существует тесная связь: высокая ферментативная

активность характерна для горизонтов, содержащих наибольшее количество органического вещества.

8. Вода в прудах шесть и семь относится к категории «загрязненная» (класс качества IV). Состояние седьмого Иваньковского пруда оценивается как «катастрофическое». В реке Химка и прудах с первого по пятый вода «умеренно загрязненная» (класс качества III). В настоящее время она не представляет опасности для обитающих в ней организмов и для человека, использующего пруды как место отдыха.

9. Снимки со спутников позволяют достаточно точно определить состояние древесных пород парка. Наземные анализы уточняют состояние растений и выявляют основные признаки угнетения или их гибели. Использование метода биоиндикации по показателям асимметрии позволяет установить начальные признаки деградации растений под действием антропогенного фактора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатуров, А.В. Из истории лесов Подмосковья / А.В. Абатуров, Л.П. Рысин, Л.И. Савельева и др. // Динамика хвойных лесов Подмосковья. – М.: Наука, 2000. – С. 22 – 32.
2. Автухович, Н.Е. Деревья, как индикаторы экологического неблагополучия в условиях крупного мегаполиса / Н.Е. Автухович, Б.А.Ягодин // Известия ТСХА. Вып. 1, 2000. – С. 180 – 188.
3. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 С.
4. Александрова, В.П. Изучаем экологию города на примере московского столичного региона / В.П. Александрова, А. Н. Гусейнов. – М.: Бинум, 2009. – 400 С.
5. Александровская, З.И. Чтобы город был чистым / И.З. Александровская, Я.В. Медведев, А.Г. Богачев. Изд.2, пераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 400 С.
6. Александровский, А.Л. Пирогенное карбонатообразование: результаты почвенно-археологических исследований / А.Л. Александровский // Почвоведение, 2007. № 5. – С. 517 – 524.
7. Алексеев, В.В. Система оценки качества водных объектов по комплексу гидробиологических показателей на геоинформационной основе / В.В. Алексеев, Е.Г.Гридина Е.Г., Н.И.Куракина, А.А. Минина // Труды международ. симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: Изд-во Пенз. Гос. Ун-та, 2006. – С. 228 – 231.
8. Алексеев, В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем / В.А. Алексеев // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. – С. 38 – 54.
9. Антипина, Г.С. Особенности формирования урбофлоры в условиях таёжной зоны (на примере города Костамукша, Карелия) / Г.С. Антипина // Ботанический журнал. – Петрозаводск, 2002. – Т.87, №2. – С. 72 – 79.
10. Аристовская, А.В. Микробиология процессов почвообразования / А.В. Аристовская. – М.: Наука, 1980. – 187 С.
11. Архипова, В.А. Аэрозольные системы и их влияние на жизнедеятельность: Учебное пособие / В.А. Архипова, И.М. Шереметьева - Томск: Изд-во Томского ГПУ, 2007. – 136 С.
12. Атлас «Компас Москвы». – М.: Изд-во АГТ Геоцентр, 2008, вып. 2. – 276 С.
13. Афанасьева, Т.В. Практикум по дешифрированию аэрофотоснимков при почвенных исследованиях: учебное пособие для студентов университетов / Т.В. Афанасьева, Ю.М.

- Петрусевич, Т.А. Трифонова. – Москва: изд-во Московского университета, 1977. – 157 С.
14. Ацци, Дж. Сельскохозяйственная экология / Дж. Ацци. Пер. англ. – М.: Мир, 1959. – 479 С.
15. Ашихмина, Т.Я. Биоиндикация и биотестирование природных сред и объектов в организации экологического мониторинга на территории зоны защитных мероприятий объектов уничтожения химического оружия / Т.Я. Ашихмина, Л.И. Домрачева, Е.В. Дабах, Я.Кантор, С.Ю. Огородникова, В.М. Тимонюк // Химическое разоружение. – Киров: [б.и.], 2005. – 52 С.
16. Басманов А.Е. Мониторинг земельных ресурсов с использованием космической информации / А.Е. Басманов, В.В. Горбачев // «Земельный вестник России», 2003. - №2. – С. 28 – 34.
17. Безуглова, О.С Почвенный покров Ростова-на-Дону / О.С. Безуглова, С.Н. Горбов, И.В. Морозов, В.В. Приваленко // Эколого-географический вестник юга России, 2002, №2. – С. 104—109.
18. Безуглова, О.С. Формирование гумусового профиля и микроэлементного состава почв рекреационных территорий г. Ростов-на-Дону / О.С. Безуглова, С.Н. Горбов, В.В. Приваленко // Почвоведение, 2000. № 9. – С. 1142 – 1148.
19. Берестецкий, О.А.. Биологические основы плодородия почв / О.А.. Берестецкий, Ю.М. Возняковская, Л.М. Доросинский и др. – М.: Колос, 1984. – 287 С.
20. Берлянд, М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 272 С.
21. Берлянд, М.Е. Города и климат планеты / М.Е Берлянд, К.Я. Кондратьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 40 С.
22. Блинохватов, А. Ф. Селен в биосфере / А.Ф. Блинохватов, Г. В. Денисова, Д.Ю. Ильин. А.И. Иванов, В.А, Вихрева. – Пенза: РИО ПГСХА, 2001. – 324 С.
23. **Боговая, И.О. Ландшафтное искусство / И.О. Боговая, Л.М. Фурсова. – М.:Агропромиздат, 1988. – 223 С.**
24. Бухарина, И.Л., Ведерников, К.Е. Способы оценки средорегулирующей функции древесных насаждений крупного промышленного центра / И.Л. Бухарина, К.Е. Ведерников // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: матер, междунар. науч.-практ. конф. – Оренбург, 2006. – С. 36 – 39.
25. Бухарина, И.Л. Эколого-биологические особенности адаптации древесных растений в урбанизированной среде: монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварницина, К.Е. Ведерников. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 216 С.

26. Бухарина, И.Л. Городские насаждения: экологический аспект: монография / И.Л. Бухарина, А.Н. Журавлева, О.Г. Большова. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. – 206 С.
27. Бюллетень о загрязнении воздушного бассейна города Москвы // ГПУ «Мосэкомониторинг». – М., 2013, электронное издание.
28. Варшал, Г.М. Гуминовые кислоты как природный комплекснообразующий сорбент, концентрирующий тяжелые металлы в объектах окружающей среды / Г.М.Варшал, Т.К. Велюханова, Д.Н. Чхетия и др. // Геохимические барьеры в зоне гипрегенеза. Межд. Симпозиум. – М., 1999. – С. 51– 53.
29. Владыченский, А.С. Исторические объекты садово-парковой архитектуры и экология пространства / А.С. Владыченский, О.В. Семенюк // Экологические проблемы исторических парков Санкт-Петербурга и окрестностей. Мат. научно-практической конференции 18 мая 2011 г. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 4 – 9.
30. Владыченский, А.С. Влияние растительного опада на химические свойства и биологическую активность постагрогенных почв южной тайги / А.С. Владыченский, В.М. Телеснина, Т.А. Чалая // Вестник МГУ. Сер. 17. – 2012. – № 1. – С. 3 – 10.
31. Власов, В.А. Инженерно-мелиоративные подходы к улучшению водных объектов в условиях городской застройки: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 06.01.02 / Власов Василий Анатольевич. – М., 2009. – 19 С.
32. Водяницкий, Ю.Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2009. – 182 С.
33. Воскресенская, О.Л. Состояние посадок туи западной в г. Йошкар-Оле / О.Л. Воскресенская, Е.В. Сарбаева // Глобальные проблемы национальной безопасности России в 21 веке. Мат. Всероссийской междисциплинарной конференции «Седьмые Вавиловские чтения». – Йошкар-Ола, 2003, Ч.2. – С. 188 – 189.
34. Вронский, В.А. Экология и окружающая сред: Словарь – справочник / В.А. Вронский. – М.: ИКЦ «МарТ», 2008.– 432 С.
35. Ганжара, Н. Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества почв / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов. – М.: Агроконсалт, 1997. – 82 С.
36. Ганжара, Н.Ф. Экологические требования к почвам и грунтам г. Москвы / Н.Ф. Ганжара, Р.Х. Байбеков, С. М. Саленков и др. Под ред. Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2005. – 32 С.
37. Герасимова, М.И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 С.

38. Гераськин, С.А. Биологический контроль окружающей среды: генетический мониторинг: Учеб. пособие для студ. высш. проф. образования / С.А.Гераськин, Е.И. Сарапульцева, Л.В. Цаценко. Под ред. С.А. Гераськина и Е.И. Сарапульцевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 208 С.
39. Гладков, Д.И. По природным паркам и заказникам Москвы / Д.И.Гладков, В. В. Киселева, Е. А. Маралов, К. Е. Михайлов, Ю. А. Насимович, Г. А. Полякова, А. В. Сержантов, О. Л. Тунинский, А. Н. Швецов. – М.: Некоммерческое партнерство «Прозрачный мир», 2008. – 256 С.
40. Головина, Л.А. Топографическое дешифрование снимков / Л.А.Головина, Д.С. Дубовик. – Новосибирск: СГГА, 2011. – 60 С.
41. Гончарова, Л.Ю. Сезонная динамика содержания гумуса и ферментативная активность чернозема обыкновенного карбонатного / Л.Ю. Гончарова, О.С. Безуглова, В.Ф. Вальков // Почвоведение, 1990. №6. – С. 86 – 93.
42. Горбов, С.Н. Биологическая активность городских территорий (на примере г. Ростов-на-Дону / С.Н. Горбов // Науч. журнал КубГАУ, 2013. №85(01). – С. 1 – 15.
43. Горелин, Д.О. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов / Д.О. Горелин, Л.А. Конопелько. – М.: изд-во стандартов, 1992. – 432 С.
44. Горышкина, Т.К. Экология растений / Т.К. Гольшкина – М.: Высшая школа, 1979. – 368 С.
45. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2007 году. – М.: Минприроды РФ, 2008. – 503 С.
46. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году». – М.: Минприроды РФ, 2014. – 468 С.
47. ГОСТ 13455-91. Топливо твердое минеральное. Методы определения диоксида углерода карбонатов (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003
48. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: Издательство Стандартов, 1991
49. ГОСТ 17.2.2.03-87 Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности (С Изменением N 1). – М.: Издательство Стандартов, 1991
50. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М.: Стандартиформ, 2008

51. ГОСТ 23268.8-78 - Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения нитрит-ионов
52. ГОСТ 23268.9-78. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения нитрат-ионов (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003
53. ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. – М.: Издательство стандартов, 1985
54. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб. М.: Издательство Стандартов, 1989ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартиформ, 2008
55. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности (с Изменением N 1). – М.: ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 2010
56. ГОСТ Р 52708-2007 Вода. Метод определения химического потребления кислорода. – М.: Стандартиформ, 2013
57. ГОСТ Р 52964-2008 Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов. – М.: Стандартиформ, 2011
58. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – М.: Стандартиформ, 2013
59. ГОСТ Р 55227-2012. Вода. Методы определения содержания формальдегида. – М.: Стандартиформ, 2013
60. Гришина, Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 243 С.
61. Гудериан, Р. Загрязнение воздушной среды. Пер. с англ. / Н.С. Гельман. – М.: МИР, 1979. – 200 С.
62. Данилов, В.А. Геоэкологические основы и геоинформационное обеспечение деятельности национального парка: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Данилов Владимир Анатольевич. – Астрахань, 2010. – 21 С.
63. Данилов-Данильян, В.И. Россия в окружающем мире / В.И. Данилов-Данильян, С.А. Степанов. – М., 2001. – 331 С.
64. Девятова, Т.А. Влияние техногенного загрязнения на биологическую активность почв г. Воронежа / Т.А. Девятова, Н.В. Стороженко // Почва, жизнь, благосостояние. Сб. матер. Всероссийской конференции – Пенза: ПГСХА, 2003. – С. 107 – 108.
65. Девятова, Т.А. Техногенное изменение биологических свойств почв под влиянием автотранспорта / Т.А. Девятова // Экология и биология почв: проблемы, диагностика и индикация. – Ростов н/Д, 2006. – С. 134 – 138.

66. Дергачева, М.И. Органическое вещество почв: статистика и динамика / М.И. Дергачева. – Новосибирск: Наука, 1984. – 152 С.
67. Джувеликян, Х.А. Экология и человек / Х.А. Джувеликян. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1999 – 360 С.
68. Дидух, Я.П. Основы биоиндикации / Я.П. Дидух. – Киев: Наукова думка, 2012. – 344 С.
69. Дик, Н.Е. Рельеф и геологические строения и природа города / Дик Н.Е., Соловьев А.И. // Природа города Москвы и Подмосковья. – М.-Л.: АН СССР, 1947. – С. 7 – 59.
70. Добровольский, В.В. Основы биогеохимии / В.В. Добровольский. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 389 С.
71. Добровольский, Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Наука, 1960. – 261 С.
72. Добровольский, Г.В. Охрана почв / Г.В. Добровольский, Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 224 С.
73. Дончева, А.В. Ландшафтная индикация изменения природной среды / А.В. Дончева, Л.К. Казакова, В.Н.Калуцкова. – М.: Экология, 1992. – 256 С.
74. Дубник, С.Н. Оценка качества воды в реках Донского бассейна на территории Тамбовской области / Дубник С.Н., Буковский М.Е., Колкова К.С. // Экология речных бассейнов. – Владимир, 2013. – С. 54 – 58.
75. Духовский, П. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессов / П. Духовский, Р. Дкнис, А. Базайтите, И. Жукаусайте // Физиология растений, 2003. – Т. 60, №2. – С. 166 – 170.
76. Дьяконова, К.В. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв / К.В. Дьяконова. – М.: Изд-во ВСХНИЛ, 1984. – 96 С.
77. Дьяченко, В.В. Науки о Земле: учебное пособие / В.В. Дьяченко, Л.Г. Дьяченко, В.А. Девисилов; под ред. В.А. Девисилова. – М.: КНОРУС, 2014. – 300 С.
78. Евгеньев, И.Е. Автомобильные дороги в окружающей среде / И.Е. Евгеньев, Б.Б.Каримов Б.Б. – М.: ООО «Трансдорнаука», 2007. – 285 С.
79. Егоров, М. А. Подвижное органическое вещество почв как один из показателей степени окультуренности её / М.А. Егоров // Записки Харьковского СХИ, 1938 – Т.1, Вып.2. – С. 3 – 38.
80. Егорова, Е.И. Биотестирование и биоиндикация окружающей среды: Учебное пособие по курсу «Биотестирование» / Е. И. Егорова, В. И. Белолипецкая. – Обнинск: ИАТЭ, 2000. – 320 С.

81. Егорова, Н.Н. Анатомические и морфологические особенности ассимиляционного аппарата и проводящих корней древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях / Егорова Н.Н., Кулагин А.А. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2008. – Т. 17, № 1 (23). – С. 3 – 26.
82. Емельянова, Н.А. Рекреация и туризм на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) / Емельянова Н.А. // Проблемы региональной экологии, 2005, №3. – С. 100 – 105.
83. Есильканов, Г.Н. Биоиндикация атмосферного загрязнения города хвоей «*Picea obovata*» / Г.Н. Есильканов // Тезисы докладов международной научн кон. студентов, магистрантов и молодых ученых «Ломоносов 2010», 2010. – С. 64 – 72.
84. Зверев, В. М. Основы экологии и проблемы в ее развитии (природопользование, среда обитания, краеведение и учебные практикумы) / В. М.Зверев: по заказу Министерства природных ресурсов и экологии РФ, 2010. – 400 С.
85. Звягинцев, Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д.Г. Звягинцев // Почвоведение, 1978. - №6. – С. 48—54.
86. Звягинцев, Д.Г. Почвы и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 230 С.
87. Ивашкина, И.В. Роль ландшафтных исследований при определении направлений реорганизации производственных территорий города Москвы / И.В. Ивашкина // Проблемы региональной экологии, 2010. – №6. – С. 81-84.
88. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю.А. Израэль. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 С.
89. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск.: Наука, 1991. – 151 С.
90. Ильина, И.Н. Экологическая характеристика производственного комплекса города / И.Н. Ильина // Экология и промышленность Москвы. Градостроительные аспекты. М.: Комитет по телекоммуникациям и средствам массовой информации Правительства Москвы, 2001. – С. 151 – 154.
91. Илькун, Г.Н. Загрязнение атмосферы и растений / Г.Н. Илькун. – Киев.: Наукова Думка, 1978. – 246 С.
92. Ильяшенко, М.А. Почвы и растительный покров структурно-функциональных компонентов парка музея-усадьбы «Архангельское»: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13 / Мария Александровна Ильяшенко. – М., 2014. – 164 С.
93. Исаев, А.А. Обзор средних и экстремальных характеристик климата Москвы в конце XX / А. А. Исаев, Б.Г. Шерстюков //Метеорология и гидрология, 2008. – №3. – С. 27 – 37.

94. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 С.
95. Кавеленова, Л.М. К трансформации эколого-ценотических стратегий древесных растений в урбосреде и при интродукции /Л. М. Кавеленова, С.А. Розно // Теоретические проблемы экологии и эволюции (Четвёртые Любишевские чтения), 2005. – С. 98 – 105.
96. Казеев, К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2003. – 216 С.
97. Караякова, В.И. Устойчивость почв к деградации при кислотных воздействиях в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.02.08/ Винера Исхаковна Караякова. – Саратов, 2004. – 19 С.
98. Касьяненко, А.А. Контроль качества окружающей среды / А.А. Касьяненко. – М.: Изд-во РУДН, 1992. – 136 С.
99. Кауричев, И.С. Теория и практика метода сорбционных лизиметров в экологических исследованиях / И. С. Кауричев, И.М.Яшин, В.А. Черников. – М.: МСХА, 1996. – 144 С.
100. Келлер, А.А. Медицинская экология / А.А. Келлер, В.И. Кувакин. – СПб.: Petros, 1998. – 255 С.
101. Кирюшин, В.И. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И С, Кауричев. Д.С. Орлов, А.А. Титлянова, А.Д. Фокин. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 99 С.
102. Клинов Ф.Я. Климат, погода, экология Москвы / Ред. Ф.Я. Клинов. – М.: изд-во Гидрометеиздат, 1995. – 438 С.
103. Ковда, В. А Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана./ В.А. Ковда – М.:Наука,1981. – 181 С.
104. Колесников, С.И. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами /С. И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф Валько // Почвоведение, 2002. – №12. – С. 1509 – 1514
105. Колесников, С.И. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства горных черноземов юга России / С.И. Колесников, М.Е. Ярославцев, Н.А. Спивакова, К.Ш. Казеев. Т.В. Денисова, Е.В. Даденко // Юг России: экология развития, 2012. – №2. – С. 103 – 108.
106. Колобков, М.К. Климат Москвы и Подмосковья / М.К. Колобков. – М.: изд-во «Московский рабочий», 1960. – 108 С.
107. Конашова, С.И. Состояние насаждений в городских парках / С.И. Конашова, Т.Х. Абдулов //Вестник БГАУ, 2012. – №2. – С. 33 – 65.

108. Кофф, Г.Л. Очерки по геоэкологии и инженерной геологии Московского столичного региона / Г.Л. Кофф, С.И. Петренко, Э.А. Лихачева, В.Ф. Котлов. – М.: РЭФИА, 1997. – 175 С.
109. Кочергина, М.В. Фитонцидные свойства хвойных интродуцентов особо охраняемых природных территорий г. Воронежа / М.В. Кочергина, А.С. Дарковская // Бюлл. бот. сада Саратовского ГУ. Саратов, 2010. – Вып. 9. – С. 84 – 88.
110. Кочкетшова, Т.В. Использование лесопосадок городов южного Урала в качестве биомониторов NO₂ выхлопа автотранспорта / Кочкетшова Т.В., О.А. Миронов, Н.Л. Карабкова // Экологические системы и приборы, 2004. – №4. – С. 12 – 18.
111. Красная книга Москвы. – М.: АБф, 2001. – 624 с. (171)
112. Купревич, В.Ф. Биологическая активность и методы ее определения / В.Ф. Купревич // Докл. АН СССР, 1951. – Т.79, №5. – С. 863 – 866.
113. Куриленко, В.В. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем: учеб. пособие / В.В. Куриленко, О.В. Зайцева, Е.А. Новикова, Н.Г. Осмоловская, М.Д. Уфимцева // Под ред. В.В. Куриленко. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. – 480 С.
114. Ладонин, Д.В. Изучение уличной пыли в целях мониторинга экологической среды / Д.В.Ладонин, О.В. Пляскина // Доклады IV международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде», 2006. – С. 226 – 231.
115. Ландшафты Московской области и Подмосковья, их использование и охрана. – М.: МФГО, 1990. – 132 С.
116. Лебедева, Т.Б. Плодородие почв и зеленое удобрение / Т.Б. Лебедева, С.М. Надежкин, А.Ф. Ковлягин. – Пенза: Полиграфист, 1997. –129 С.
117. Ломаева, С.Н. Биоиндикация загрязнений окружающей среды / С.Н. Ломова, Б.М. Л.Г. Наумова. – Тюмень: Изд-во А - Пресс ,1998. – 25 С.
118. Луговской, А.М. Реакция морфолого-анатомических признаков сосны обыкновенной в условиях с разной степенью комфортности среды обитания / А.М. Луговской // Экологические системы и приборы, 2004. – №5. – С. 45 – 47.
119. Ляшенко, О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие /О.А. Ляшенко. – СПб.: СПб ГТРУ, 2012. – 67 С.
120. Малоземова, А. Путеводитель: парки и усадьбы Москвы / А. Малоземова. – М.: КПТ, 2013. – 72 С.
121. Мартыненко, И.А. Состав и строение почвенного покрова лесных лесопарковых и парковых территорий г. Москвы / И.А. Мартыненко, Т.В. Прокофьева, М.Н. Строганова

- // Лесные экосистемы и урбанизация. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – С. 69 – 90.
122. Материалы к статическим прогнозам изменения климата РФ в период 2010 – 2015 г. и их влияние на отрасли экономики России. – М.: Росгидрология, 2008. – 88 С.
123. Мачульский, Е.Н. Северо-Западный округ Москвы / Е.Н. Мачульский, В.И. Кузнецов, И.Н. Милогорова. – М.: Аграр. Ин-т РСХН, Префектура СЗАО г. Москвы, 1997. – 384 С.
124. Машинский, В.Л. Пособие по использованию семенного и посадочного материала декоративных растений в г. Москве / В.Л. Машинский. – М.: Компания Спутник+, 2006. – 395 С.
125. Меженский, В.Н. Растения-индикаторы: приусадебное хозяйство / В.Н. Меженский. – Донецк: «Сталкер», ООО «Издательство АСТ», 2004. – 76 С.
126. Мейдебура, И.С. Влияние загрязнения воздушного бассейна города Калининграда на анатомоморфологические и биохимические показатели древесных растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Мейдебура Ирина Сергеевна. – Калининград: КГУ, 2006. – 27 С.
127. Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова, Е.Н. Егорова. – М.: Академия, 2008. – 288 С.
128. Методические рекомендации по экологическому мониторингу недвижимых объектов культурного наследия. – М.: Институт Наследия, 2001. – 146 С.
129. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / ЦИНАО. – М., 1992. – 74 С.
130. Милова, М. И., Прогулки по Москве / М.И. Милова, В.А. Резвин. – М.: Московский рабочий, 1988. – 400 С.
131. Минин, А.А. Экология крупного города: учебное пособие / Под ред. А.А. Минина. – М.: Пасьева, 2001. – 182 С.
132. Миркин, Б.М. Экология России / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. – М.: Устойчивый мир, 2001. – 168 С.
133. Мисейко, Г.Н. Биологический анализ качества пресных вод / Г.Н. Мисейко, Д.Н. Безматерных, Г.И. Тушкова. – Барнаул: АЛТ ГУ, 2001. – 201 С.
134. Мищенко, Н.В. Почвенно-продукционный потенциал экосистем речных бассейнов на основе наземных и дистанционных данных: дис. ... док. биол. наук: 03.02.08 / Мищенко Наталья Владимировна. – Владимир, 2011. – 363 С.
135. Мотузова, Г.В. Экологический мониторинг почв / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. – М.: Изд-во ООО «Академический проект», 2007. – 239 С.

136. Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния воды / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг. – Ростов н/Д: «Феникс», 2000. – 238 С.
137. Мучник, Е.Э. Лихенофлора Воронежа и окрестностей как показатель антропогенного влияния на зеленую зону города / Е.Э. Мучник // Проблемы экологии Центрального Черноземья, 1992. – С. 121 – 129.
138. Мэннинг, У.Дж. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений: Пер. с англ./ У.Дж. Мэннинг, У.А. Федер. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. –143 С.
139. Надежкин, С.М. Органическое вещество почв лесостепи Приволжской возвышенности и пути его регулирования / С.М. Надежкин. Москва – Пенза: ВЦ ПГСХ, 1993. – 239 С.
140. Напрасникова, Е.В. Оценка экологического состояния почв промышленных городов Восточной Сибири // Экологические проблемы промышленных городов: Сб. науч. тр. – Саратов, 2011. – С. 107 – 109.
141. Насимович, Ю.А. Реки, озера и пруды Москвы / Ю.А. Насимович. М.: электронное издание, 2009.
142. Насимович, Ю.А. Покровское-Стрешнево / Ю.А. Насимович, И.М. Аверченков, Д.А. Медведева. – М.: электронное издание, 2011.
143. Неверова, О.А. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты / О.А. Неверова, Е.Ю. Колмогорова. – Новосибирск: Наука, 2003. – 222 С.
144. Неверова, О.А. Поглощительная способность древесной растительности как средство оптимизации среды промышленного города / О.А. Неверова / Экология промышленного производства, 2008.–№1.–С. 3 – 8.
145. Никифорова, Е.М. Эколого–геохимическая устойчивость почв к антропогенному загрязнению тяжелыми металлами (на примере агроландшафтов Западного Подмосковья) / Е.М. Никифорова, Л.И. Горбунова // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тезисы докладов Всероссийской конференции. – М. – 2002. – С. 185 – 210.
146. Овчаренко, М.М. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрение / Под общей редакцией М.М. Овчаренко. – М.: ЦИНАО, 1997. – 289 С.
147. Опекунова, М. Г. Биоиндикация загрязнений / М. Г. Опекунова. –СПб.: Изд-во СПб ГУ, 2004. – 236 С.
148. Орлов, Д.С. Химическое загрязнение почв и их охрана / Д.С. Орлов, М.С. Малинина, Г.В. Мотузова, Л.К. Садовникова, Т.А. Соколова – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 303 С.

149. Орлов, Д.С. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / Д.С. Орлов, В.Д. Васильевская. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 272 С. (226)
150. Орлов, Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высшая школа, 2005. – 558 С.
151. ОСТ 34-70-953.13-90. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения взвешенных веществ. – М.: Отраслевой Стандарт, 1993
152. Павлова, Н.Н. Биодиагностика экологического состояния почв в районе расположения предприятий атомной энергетики / Н.Н. Павлова, Е.И. Егорова, Н.Л. Степанов // Вестник Московского Университета. Сер.17- Почвоведение, 2006. – №4. – С. 33 – 39.
153. Павлова, Н.Н. Некоторые показатели биологической активности почвенных микроорганизмов как индикаторы антропогенного загрязнения почв тяжелыми металлами и радионуклидами / Н.Н.Павлова, Е.И. // Современные проблемы загрязнения почв. II Межд. конф. М., 2007. – Т.2. – С. 146 – 148.
154. Петелин, А.В. Особенности органического вещества в старых парках г. Москвы / А.В. Петелин // Тез. докладов. III съезда Докучаевского общества почвоведов. Кн.3 – М., 2000. – С. 71 – 72.
155. Плеханова, И.О. Содержание тяжелых металлов в почвах города Москвы / И.О. Плеханова // Почвоведение, 2000. – №6. – С. 754 – 759.
156. Пляскина, О.В. Особенности загрязнения тяжелыми металлами городских почв юго-восточного административного округа г. Москвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.27 / Пляскина Ольга Владиславовна. – М., 2007. – 24 С.
157. ПНД Ф 14.1:2.1-95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера (с Дополнениями и Изменениями)
158. Подвезенная, М. А. Зависимость вариабельности запасов углерода в почве от пространственной структуры растительного покрова лесных биогеоценозов / М.А. Подвезенная, И.М. Рыжова // Вестник Московского Университета. Сер. 17 Почвоведение, 2011. – №3. – С. 3 – 9.
159. Полякова, Г.А. Парки Москвы, экология и флористическая характеристика / Г.А. Полякова, В.А.Гутников. – М.: ГЕОС, 2000. – 406 С.
160. Попова, О.В. Биоиндикация загрязнения атмосферы промышленного города: на примере города Липецка: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Попова Ольга Владимировна. – Воронеж, 2007. – 27 С.

161. Попутников, О.В. Тенденции антропогенной трансформации автоморфных почв территорий городских парков и прилегающих жилых кварталов: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13 / Попутников Олег Вадимович. – М., 2011. – 21 С.
162. Почва. Город. Экология / под ред. Г.В. Добровольского. – М., 1997. – 319 С.
163. Почвоведение: Учебник / под ред. И.С. Кауричева. – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 719 С.
164. Почвы Московской области / Коллектив авторов. В 2-х томах. –Т.1. – М.: Почвенный институт им. В.В.Докучаева, 2002. – 500 С.
165. Практикум по агрохимии: Учебное пособие / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: МГУ, 2002. – 689 С.
166. Припутина, И.В. Эколого-геохимическая оценка содержания тяжелых металлов в городских ландшафтах малого промышленного города Подмосковья / И.В. Припутина, В.П. Учватов, В.Н. Башкин // Тяжелые металлы в окружающей среде: Материалы международ. симп., 15-18 окт. 1996. – Пушкино, 1997. – С. 120 – 129.
167. Проблемы устойчивого развития регионов рекреационной специализации/ Материалы VI науч. -практ. конф. -Сочи, 2005.
168. Проект лесоустройства территории ГО Спецлесхоз «Красногорский» (ПИП) «Покровское-Стрешнево». Кн.1.– Пояснительная записка.– М., 2008. – 42 С.
169. Прокофьева, Т.В. Опыт микроморфологической диагностики городских почв / Т.В. Прокофьева, С.Н. Седов, М.Н. Строганова, А.А. Каздым // Почвоведение, 2001. – №7. – С. 879 – 890.
170. Прокофьева, Т.В. Трансформация почв рекреационных территорий г. Москвы / Т.В. Прокофьева, И.А. Мартыненко, В.О. Попутников // Лесные экосистемы и урбанизация. М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2008. – С. 125 – 152.
171. Прокофьева, Т.В. Антропогенная трансформация почв парка / Т.В. Прокофьева, В.О. Попутников // Почвоведение, 2010. - №6. – С. 748 – 758.
172. Прокошев, В.В Калий и калийные удобрения / В.В. Прокошев, И.П. Дерюгин. – М., 2000. – 184 С.
173. Рамад, Ф. Основы прикладной экологии / Ф. Рамад. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 540 С.
174. Раппопорт, А.В. Биологическая активность некоторых урбаноземов и культураземов на территории Москвы / А.В. Раппопорт, Л.В. Лысак, Т.В. Прокофьева, М.Н. Строганова // Почвоведение, 2000. – №5. – С. 279 – 282.

175. Рассашко, И.Ф. Общая экология: тексты лекций для студентов специальности 1-33 01 02 – Геоэкология / И.Ф. Рассашко, О.В. Ковалева, А.В. Крук. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2010. – 252 С.
176. РД 52.18.191-89 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.
177. РД 52.24.488-2006 Массовая концентрация летучих фенолов в водах. Методика выполнения измерений экстракционно-фотометрическим методом после отгонки с паром.
178. Ревич, Б.А., Шелепчиков, А. Здоровье населения и загрязнение окружающей среды стойкими органическими загрязнителями / Б.А. Ревич, А. Шелепчиков // Гигиена и санитария, 2008. - №4. – С. 27 – 32.
179. Реймерс, Н.Ф. Природопользование / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 462 С.
180. Решетник, Л.А. Биохимическое и климатическое значение селена для здоровья человека / Л.А. Решетник, Е.О. Парфенова // Микроэлементы в медицине. – 2001. – №2 (2). – С. 2 – 8.
181. Рогачев, А.В. Окраины старой Москвы / А.В. Рогачев. – М.: ТОО «ЧеРо», 1996. – 171 С.
182. Россинина, А.А. Таксация древесных растений в урбанизированной среде: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.03.02 / Россинина Анна Анатольевна. – Красноярск, 2010. – 22 С.
183. Рылова Н.Г. Насыпные почвы городов Среднего Предуралья (на примере Ижевска и Сарапула) / Н.Г. Рылова, А.Н. Никитенко, М.Ф.Кузнецов // Вестник Удмуртского университета. Сер. Наука о земле, 2003. – С. 45 – 50.
184. Рысин, Л.П. Зеленая книга Москвы / Л. П. Рысин. – М.: Изд.-во Театрального Института им. Б.Щукина, 200. – 147 С.
185. Рысин, Л.П. Лесные экосистемы на урбанизированных территориях /Л.П. Рысин // Лесные экосистемы и урбанизация. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – С. 6 – 24.
186. Саэт, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А., Ревич, Е.П. Янин. – М.: "Недра", 1990. – 335 С.
187. Северо-Западный округ Москвы / Ред: Е. Н. Мачульский, ред.-сост. В. И. Кузнецов, И. Н. Милогорова. – М.: СЗО, 2008. – 23 С.
188. Семенюк, О.В. Пространственная изменчивость почвенных свойств разновозрастных сосняков пейзажной части паркового комплекса «Архангельское» /

- О.В. Семенюк, М.А. Ильяшенко // Вестник Московского Университета Сер.17 Почвоведение, 2013. – №1. – С. 23 – 29.
189. Скворцова, И.Н. Азотобактерии в почвах Москвы / И.Н. Скворцова, М.Н.Строганова // Почвоведение, 1997. – №3. – С. 384 – 391.
190. Соколов, О.А. Нитраты в окружающей среде / О.А. Соколов, В.М. Семенов, В.А. Агаев. – Пушкино: ОНТИ, 1990. – 316 С.
191. Соколов, В.Е. Международная программа по биоиндикации антропогенного загрязнения природной среды / В.Е. Соколов, Я.И. Шаланки, Д.А. Криволицкий и др //Экология, 1990. – №2. – С. 90 – 94.
192. Состояние окружающей среды. Программа ООН по окружающей среде. М.: Изд-во ВИНТИ, 1980. – 162 С.
193. Строганова, М.Н. Почвы Москвы и экология города / М.Н. Строганова, М.Н. Мягкова, Т.В. Прокофьева, Т.В., Скворцова И.Н. – М.: изд-во ПАИМС, 1998. – 166 С.
194. Строганова, М.Н. Экологическое состояние городских почв и стоимостная оценка земель / М.Н. Строганова, Т.В. Прокофьева, А.Н. Прохоров и др.//Почвоведение, 2003. – №7. – С. 867 – 875.
195. Строганова, М.Н. Физико-химические и физико-механические свойства урбанизированных лесных почв / М.Н. Строганова, И.А. Мартыненко, Т.В. Прокофьева, А.А. Рахлеева // Лесные экосистемы и урбанизация.–М.: Товарищества научных изданий КМК, 2008. – С. 90 – 125.
196. Сычева, С. А. Культурный слой древних поселений как объект междисциплинарных исследований / С. А. Сычева // Теория, методы и практика исследований. – М.: ИГ РАН, ИА РАН, НИА Природа, 2006. – С. 55 – 56.
197. Тайсаев, Т.Т. Хариус – биоиндикатор техногенного загрязнения горных рек Сибири / Т.Т. Тайсаев // География и природные ресурсы , 1992. – №2. – С. 49 – 52.
198. Тарарина, Л.Ф. Экологический практикум для студентов и школьников (биоиндикация загрязнения среды) / Л.Ф. Тарарина. – М.: Аргус, 1997. – 140 С.
199. Тейт, Р.З. Органическое вещество почвы: Биологические и экологические аспекты / Р.З. Тейт. Пер.с англ. – М.: Мир, 1991. – 400 С.
200. Трифонова, Т.А. Биологическая активность почв г. Владимира / Т.А. Трифонова, О.Н. Сахно // Экология речных бассейнов: Мат. 2-ой научно-практ. конф. Владимир «Экология речных бассейнов», 2002. – С. 150 – 152.

201. Трифонова, Т.А., Мищенко, Н.В., Краснощеков, А.Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. – М.: Академический Проект, 2005. – 352 С.
202. Трифонова, Т.А. Оценка комфортности проживания населения региона с применением современных ГИС технологий / Т.А. Трифонова, Н.А. Краснощеков, И.Е. Салакин // «Экологические системы и приборы», 2009. – №8. – С. 34 – 39.
203. Трифонова, Т.А. Оценка состояния почвенно-растительного покрова промышленного центра с применением геоинформационных технологий / Т.А. Трифонова, Н.А. Краснощеков, Н.В. Мищенко // «Экология урбанизированных территорий», 2009. – №1. – С. 89 – 95.
204. ТСН 30-307-2002 г. Москвы (МГСН 1.02-02) Нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы (с Изменениями и Дополнениями).
205. Турышев, А.Ю. Геоинформационные технологии в изучении дикорастущих лекарственных растений пермского края: автореф. дис. ... канд. фарм. Наук: 15.00.02 / Турышев Алексей Юрьевич. – Пермь, 2007. – 25 С.
206. Убугунов, Л.Л. Влияние возрастающих доз калийных удобрений на урожайность, качество, сохранность картофеля и динамику обменного калия в орошаемых каштановых почвах Забайкалья / Л.Л. Убугунов, М.Г. Меркушева, Б.Х. Будаев // Агрехимия, 2005. – №3. – С. 44 – 54.
207. Феактистова, И. Д. Оценка экологического состояния почв урбанизированных территорий, загрязненных нефтепродуктами и тяжелыми металлами (на примере г. Владимира): автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Ирина Дмитриевна Феактистова. – М.: ВГУ., 2012. – 160 С.
208. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова А.И., А.Н. Никольская.– Учебное пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений.- М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2001. – 288 С.
209. Фокин, А.Д. О роли органического вещества в функционировании природных и сельскохозяйственных экосистем / А.Д. Фокин // Почвоведение, 1994. – №4. – С. 40 – 45.
210. Франкцевич, Л.И. Моллюски - индикаторы загрязнения среды радионуклидами / Л.И. Франкцевич, И.В. Паньков, А.А. Ермаков, А.В. Корнюшкин, Т.Н. Захарчук // Экология, 1995. – №1. – С. 57 – 62.
211. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии /Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1990. – 189 С.

212. Харламов, А.С. Использование микробных тест-объектов в мониторинге почв / А.С.Харламов // Всероссийская научная конференция «Экологические и метеорологические проблемы больших городов и промышленных зон». Тез. докл. С-Пб.; Изд-во РГТМУ, 1999. – С. 167 – 168.
213. Хвастунов, А.И. Проблемы малых и средних городов: оценка антропогенного воздействия/ А.И. Хаастунов. – Йошкар-Ола: Изд-во Мар. ГУ, 1999. – 248 С.
214. Хомяков, Д.М. К вопросу об оценке уровня загрязнения и состояния городских почв / Д.М. Хомяков // Современные проблемы загрязнения почв. III Межд. конф. М., 2010. – С. 53 – 57.
215. Черников, В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие / В.А. Черников, Н.З. Милащенко, О.А. Соколов //Устойчивость почв к антропогенному воздействию. Кн.3. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. – 203 С.
216. Черных, Н.А., Овчаренко М.М. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. М.: Агроконсалт, 2002. – 197 С.
217. Чеснокова, С.М. Оценка качества воды и интенсивности процессов нитрификации в малых эвтрофных водотоках / С.М. Чеснокова, А.С. Злышко // Вода: химия и экология», 2012. – №8. – С. 3 – 7.
218. Чиркова, Т.В. Физиологические основы устойчивости растений: Учебное пособие / Т.В. Чиркова. – СПб: Изд-во СПб ГУ, 2002. – 244 С.
219. Шергина, О.В. Экологическое состояние городских лесов Восточной Сибири / О.В. Шергина, Т.А. Михайлова // Экологические проблемы промышленных городов: Сб. науч. трудов. – Саратов, 2011. – С. 136 – 139.
220. Шмидт, С.О. Москва. Энциклопедия / С.О. Шмит. М.: Большая Российская энциклопедия, 1997. – 978 С.
221. Шуберт, Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. / Р.Шуберт. – М.: Изд-во «Мир», 1988. – 208 С.
222. Шульц, Э. Характеристика разлагаемой части органического вещества и её трансформация при помощи экстракции горячей водой / Э. Шильц, М. Кершес //Почвоведение ,1998. – №7 . – С. 890 – 894.
223. Шумиковских, А.С. Оценка современного фонового химического состава вод Камского и Воткинского водохранилищ Пермской области/ Сборник работ XI всероссийской конференции молодежи «Эко 2005», 2005. – С. 64 – 72.
224. Якубов, Х. Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений Москвы / Х.Г. Якубов. – М.: ООО Стагирит Н, 2005. – 264 С.

225. Якушева, О.И. Влияние внутриверховной почвенной неоднородности и уровня интенсификации агротехнологий на урожайность яровой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Якушева Ольга Игоревна. – Санкт-Петербург, 2013. – 24 С.
226. Якушина, Э.И. Древесные растения в озеленении Москвы / Э.И. Якушина. – М.: Наука, 1982. – 160 С.
227. Яшин, И.М. Методология и опыт изучения миграции веществ / И.М. Яшин, Л.Л. Шишов, В.А. Раскатов. – М.: МСХА, 2001. – 264 С.
228. Geyer, B. Stadtokologie als junge Wissenschaftsdisziplin /B. Geyer // Stadtokologie und Kleingarten – verbesserte Chancen für die Umwelt. – 2002. – P. 7 – 26.
229. Gresta, J. The effect of fertilization on the biological activity of the soil of former open casts/, J. Gresta// Ecol.pol., 1974- Vol.22. - № 2. -P. 213 – 219.
230. Hartley W. Assessing biological indicators of remediated antropogenic urban soil /W. Hartley, L/ Uffindell, A/ Plumb, H.A. Rawlinson, P.Putwain, N. M.Dickinson//Science of the total environment.– 2008.–V.405.– P.358 – 369.
231. Kasperidus, H. D. Stadte, Urbanisierung und Struktur der Stadt aus kologischer Sicht // Stadtokologie und Kleingarten – verbesserte Chancen für die Umwelt. – 2002. – P. 27 – 49.
232. Lehmann, A. Natur and Significance of Anthropogenic Urban Soil / A. Lehmann / K. Stahr // Soils Sediments.–2007/-V.7 (4).–P. 247 – 260.
233. Michalzik, B. Dynamics of dissolved organic nitrogen and carbon in Central European Norway spruce ecosystem // B. Michalzik // Europ. J. Soil Sci., 1999. –50 (4).–P. 579 – 590.
234. Misra S.G. Soil pollution through sewage sludge: A review / S.G Misra D Mani S.D. Tiwari // Proc.Nat. Acad. Sci., India. B., 1996.-Vol. 66.-№ 1.-P. 35 – 52.
235. Morin, G. XAFS determination of the chemical form of lead in smeltercontaminated soils and mine tailings: Importance of adsorption process / G. Morin, J.D. Ostergren, F. Juillot.,P. Ildefonse, G.Calas, J.E. Brown J.E. // Am. Mineral. 1999. V. 84. P. 420–434.
236. Manceau A., Marcus M.A., Tamura N. Quantative speciation of heavy metals in soils and sediments by synchrotron X-ray techniques // Applications of Synchrotron Radiation in Low-Temperature Geochemistry and Enviromental Science. Reviews in Mineralogy and Geochemistry. Washington, DC. 2002. V. 49. P. 341–428.
237. Manceau A., Marcus M.A., Tamura N., Prous O., Geoffroy N., Lanson B. Natural speciation of Zn at the micrometer scale in a clay soil using X-ray fluouescence, absorption, and diffraction // Geocim. Cosmochim. Acta. 2004. V. 68. P. 2467–2483.
238. Pouyat, R V. Soil Chemical and Physical Properties That Differentiate Urban Land-Use and Cover Types /R. V. Pouyat., I D Yesilonis., J. Russell-Anelli, N. K. Neerchal // Soil and Water Management and Conservation.–2007. –Volume 71.– №3.– P.1010 – 1019.

239. Rondon M.R., Goodman R.M., Handelsman J. The Earth's bounty: assessing and assessing soil microbial diversity // *Trend Biotechnol.* 1999. - Vol. 17. - P.403 – 409.
240. Sarah, P Effect of visitors pressure on soil and vegetation in severd different micro-environment in urban parks / P.Sarah, H.M. Zhevelev // *Landscape and Urban parks Tel Aviv/–* 2007. V. 83. P. 284 – 293.
241. Schmdelbeck, R.R. Comprehensive assessment of soil quality for Landscape and Urban management /R.R. Schmdelbeck,G.S., Abawi, D.W.,Wolfe T.L, Whitlov, B.K.Grugino, O.J. Idowu, Mobius-Chune //*Landscape and Urban parks .–2008.– V.88.– P.73 – 80.*
242. Schrauser, H.W. Selenium / H.W. Schrauser // *Elements and their Com-pounds in the Environment. Wiley – VCH Verlag. – 2003. –Vol.3.– P. 100 – 106.*
243. Xu J.Z. The rational Function Model (RFM) in Photogrammetric Mapping: Method and Accuracy // Ontario, York University, 2004. – 6 P.

Погодные условия в годы проведения исследований

2012 год								
Показатели	Месяцы.							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Норма среднемесячной температуры, °С	-1,0°	6,7°	13,2°	17,0°	19,2°	17,0°	11,3°	5,6°
Фактическая температура за месяц, °С	-3,1°	8,2°	15,1°	17,1°	20,9°	17,7°	12,9°	6,8°
Отклонение от нормы температуры, °С	-2,1°	+1,5°	+1,9°	+0,1°	+1,7°	+0,7°	+1,6°	+1,2°
Норма среднемесячных осадков, мм	35	37	49	80	85	82	68	71
Фактическое количество осадков за месяц, мм	61	51	56	94	54	85	47	120
Отклонение от нормы выпадения осадков, %	174%	138%	114%	118%	64%	104%	69%	169%
2013 год								
Норма среднемесячной температуры, °С	-1,0°	6,7°	13,2°	17,0°	19,2°	17,0°	11,3°	5,6°
Фактическая температура за месяц, °С	-6,6	6,1°	16,9°	19,8°	18,9°	18,3°	10,3	6,6°
Отклонение от нормы температуры, °С	-5,1°	-0,6°	+3,7°	+2,8°	-0,3°	+1,3°	-1,0°	+1,0°
Норма среднемесячных осадков, мм	35	37	49	80	85	82	68	71
Фактическое количество осадков за месяц, мм	77	64	62	49	119	73	187	30
Отклонение от нормы выпадения осадков, %	220%	173%	184%	61%	140%	89%	275%	42%
2014 год								
Норма среднемесячной температуры, °С	-1,0°	6,7°	13,2°	17,0°	19,2°	17,0°	11,3°	5,6°
Фактическая температура за месяц, °С	2,8°	7,0°	16,0°	16,1°	20,4°	19,2°	12,3°	-
Отклонение от нормы температуры, °С	+3,8°	+0,3°	+2,8°	-0,9°	+1,2°	+2,2°	+1,0°	-
Норма среднемесячных осадков, мм	35	37	49	80	85	82	68	71
Фактическое количество осадков за месяц, мм	18	23	70	74	4	84	40	-
Отклонение от нормы выпадения осадков, %	51%	62%	140%	93%	5%	102%	59%	-

Распределение покрытой лесом площади насаждений парка по преобладающим породам и группам возраста, 2013 г

Преобладающая порода	Распределение покрытых лесом земель по группам возраста, га					
	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые	Перестойные	Всего
Сосна	02	8,6	17,6	37,9	0,2	99,3
Лиственница	0,4	5,8	-	2,8	-	9,0
Дуб	-	2,1	0,1	-	3,8	6,0
Ясень	-	0,2	-	-	-	0,2
Клен	0,2	8,3	0,1	-	-	8,6
Клен ясенелистный	-	1,1	-	-	-	1,1
Вяз	-	1,0	-	-	-	1,0
Береза	0,2	26,6	1,2	-	-	28,0
Осина	0,9	-	0,1	0,3	-	1,3
Ольха серая	-	-	-	-	3,8	3,8
Липа	-	5,0	0,4	0,2	4,1	9,7
Тополь	-	-	-	-	1,2	1,2
Ива древовидная	0,1	-	3,9	-	2,0	6,0
Всего:	2,0	58,7	23,4	40,2	50,9	176,2

Распределение покрытой лесом площади по бонитетам

Преобладающая порода	Бонитет						Средний бонитет
	1А	1	2	3	4	Всего:	
Сосна	-	9,9	55,7	26,6	0,5	92,7	2,2
Лиственница	4,4	2,7	0,7	2,4	-	10,2	1,1
Дуб	-	0,5	3	2,5	1,5	7,5	2,7
Ясень	-	-	0,2	-	-	0,2	2,0
Клен	1,1	3,1	2,8	1,4	0,4	8,8	1,6
Клен ясенелистный	-	1,1	0,8	0,8	0,6	3,3	2,3
Вяз	0,4	0,3	0,3	-	-	1	0,9
Береза	1,7	16,7	7,1	2,5	-	28	1,4
Осина	-	0,5	-	0,9	-	1,4	2,3
Ольха серая	-	-	0,5	3,9	-	4,4	2,9
Липа	-	0,4	8,9	5,7	-	15	2,4
Тополь	-	0,2	0,7	-	-	0,9	1,8
Тополь памирский	-	-	0,2	-	-	0,2	2,0
Ива древовидная	-	1,5	0,1	4,5	0,2	6,3	2,5
Каштан конский	-	-	-	-	0,1	0,1	4,0
Всего	7,6	36,9	91	41,8	3,3	175,8	



Рисунок 1 – Схема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по округам города Москвы

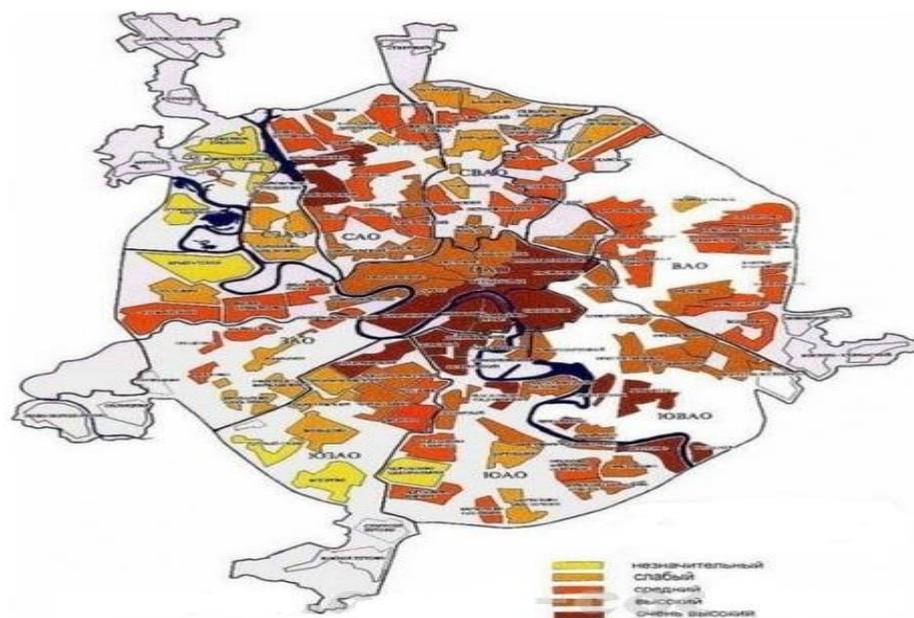


Рисунок 2– Уровень загрязнение муниципальных округов г. Москвы нефтепродуктами

Интенсивность движения транспортного потока в утренние и вечерние часы
на шоссе, окружающих парк в 2014 г. (июль)

Ленинградское шоссе.							
Часы	Дни недели						
	Поне- дельник	Втор- ник	Среда	Четверг	Пятница	Суббо- та	Вос- кресе- нье
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	8277	8124	8042	8040	8112	8010	6899
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	8370	8163	8178	8171	8307	7405	6886
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	8391	7974	7636	8203	8452	7013	5472
Среднее в утрен- ние часы	8346	8087	7952	8138	8290	7476	6419
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	8424	8059	8051	8040	8111	8090	6964
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	8361	8177	8179	8194	8332	7322	7261
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	8058	8268	7914	8495	8631	7117	6937
Среднее в вечерние часы	8281	8168	8048	8242	8358	7509	7054
Волоколамское шоссе							
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	7998	7102	6820	7008	7299	7191	6987
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	8220	7158	7182	7187	7420	7171	7276
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	7875	7278	7247	7247	7419	7259	7427
Среднее в утрен- ние часы	8031	7179	7083	7147	7379	7207	7230
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	7223	7066	7000	7054	7053	7155	6961
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	8302	7205	7126	7202	7238	7112	7195
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	7399	7324	7196	7207	7135	7150	7638
Среднее в вечерние часы	7641	7198	7107	7154	7142	7139	7264

Интенсивность движения транспортного потока в утренние и вечерние часы
на Иваньковском шоссе в 2014 и 2012 гг. (июль)

	2014 г.						
Часы	Дни недели						
	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	806	891	793	791	712	767	697
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	829	885	789	798	809	789	721
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	832	830	793	812	837	784	697
Среднее в утренние часы	822	868	791	800	786	780	705
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	816	825	731	753	758	805	798
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	828	849	748	741	850	811	807
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	833	797	819	749	978	797	912
Среднее в вечерние часы	825	823	758	771	862	804	839
	2012 г.						
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	672	701	661	660	594	639	581
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	691	738	658	665	675	658	601
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	694	692	661	677	698	654	581
Среднее в утренние часы	685	710	660	667	655	650	587
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	681	641	610	628	632	671	665
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	690	708	623	618	625	676	673
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	699	665	685	625	650	665	685
Среднее в вечерние часы	690	671	639	623	635	670	674

Интенсивность движения транспортного потока в утренние и вечерние часы
на шоссе, окружающих парк 2012 г. (июль)

Ленинградское шоссе							
Часы	Дни недели						
	Поне- дельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскре- сенье
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	6898	6771	6702	6700	6760	6675	5750
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	6976	6803	6815	6810	6923	5721	6312
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	6993	6895	6863	6836	7044	5845	5739
Среднее в ут- ренные часы	6955	6823	6793	6782	6909	6080	5933
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	7021	6717	6710	6742	6759	6730	5804
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	6972	6815	6816	6828	7944	6102	6051
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	6967	6891	6845	6828	8121	5931	5782
Среднее в ве- черние часы	6986	6807	6790	6799	7608	6254	5879
Волоколамское шоссе							
7 ⁰⁰ -8 ⁰⁰	6693	5927	5683	5841	6083	5993	5973
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	6850	5965	5985	5990	6182	5976	6064
9 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	6917	6063	6040	6039	6183	6049	6189
Среднее в ут- ренные часы	6820	5985	5902	5956	6149	6006	6075
17 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	6020	5888	5709	5879	5878	5963	5801
18 ⁰⁰ -19 ⁰⁰	6918	6005	5943	6002	6032	5927	5996
19 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	6166	6104	5997	6006	5949	5959	6366
Среднее в ве- черние часы	6368	5999	5883	5962	5953	5949	6054

Объекты изучения растительности

Береза повислая – листопадное дерево высотой до 30 метров, с белой гладкой корой и поникающими тонкими ветвями. Листья ромбически- или треугольно-яйцевидные, двояко-зубчатые по краю, слегка кожистые. Цветки раздельнополые, собраны в соцветия сережки. Плод – крылатый орешек. Цветет в апреле – мае, плоды созревают в августе – сентябре. Растет на любых почвах.

Рябина обыкновенная – дерево высотой до 10 метров (редко до 20), с серой гладкой корой. Листья очередные, непарноперистые, состоят из 9-17 продолговатых или продолговато-ланцетных листочков. Цветки пятичленные, белые. Плоды – яблокообразные, сочные, красные или оранжевые, диаметром до 1,5 см. Цветет в мае – июне, плоды созревают в сентябре.

Клен остролистный – листопадное дерево, высотой 12-28 метров с густой, широкой, шаровидной кроной. Листья простые, дланевидные, супротивные, с 5-7 зазубренными, крупнозубчатыми лопастями. Цветки душистые, голые, яркие, желтовато-зеленые. Цветет в мае. Клен остролистный – двудомное растение. Плод представляет собой двойную крылатку, распадающуюся на два односемянных плодика.

Липа мелколистная – листопадное дерево 20-38 метров высотой. Кора темная, на старых деревьях бороздчатая. Листья очередные, сердцевидные, длинночерешковые, зубчатые, с оттянутой заостренной верхушкой, сверху зеленые, снизу сизоватые. Цветки правильные, обоеполые, с двойным пятираздельным околоцветником, до 1-1,5 см. в диаметре. Цветет с начала июля 10-15 дней. Плод – шаровидный, опущенный, тонкостенный, одно- или двусемянный орешек. Созревают в августе – сентябре.

Площадка 001 расположена на выровненном участке центральной части парка, в 50 м юго-западнее от спортивной площадки в центральной части парка.

Древесная растительность на первой площадке (001) представлена сосной (*Pinus sylvestris*), берёзой повислой (*Betula pendula* Roth.), кленом остролиственным (*Acer platanoides*). Травяной покров представлен зеленчуком желтым (*Goleobdolon luteum*), кислицей обыкновенной (*Oxalis acetosella*), снытью обыкновенной (*Aegoropodium podagraria*), хвощём обыкновенным (*Equisetum sylvaticum*). Общая площадь покрытия (ОПП) – 30%.

Породы деревьев	Ярус	Количество растений	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр ствола, см
Сосна	1	4	Около 200	20-25	42,5
Сосна	2	2	30-35	20-22	20,5
Береза	2	3	25-30	18-20	18,5
Клен	2	1	15-20	13-15	15,8
Подрост					
Береза	3	2	3-5	3-4	3,7
Клен	1	2	3-5	5-8	5,9

Почва – *Ржавозем типичный среднемелкий супесчаный на
флювиогляциальных отложениях*

АО – 0-1см	свежий, коричнево-серый, слаборазложившийся опад хвойной и лиственной растительности.
АУ– 1-16 см	свежий, серо-палево-бурая, однородная, супесчаный, комковатый с элементами порошистости, сложение рыхлое, структурное, одиночно щебень, гравий и щебень, много корней, отмытые зерна первичных минералов, редкие червороины и копролиты, слаборазложившиеся остатки органического вещества, переход заметный по цвету, граница слабоволнистая.
АУВFM – 16-30 см	свежий, окраска буро-палевая однородная, супесчаный, рыхлый, комковато-порошистой, единичные камни, редкие червороины и копролиты, много тонких корней, переход постепенный по цвету, граница волнистая
BFM – 30-76 см	свежий, окраска бурая с серыми и желтыми пятнами, неравномерная, среднезернистый песок, порошисто-глыбистой, сложение рыхлое слабоструктурное, корней немного, редкие червороины с заносом материала вышележащих горизонтов, железистые примазки на зернах минералов, переход постепенный по цвету, граница слабоволнистая.
BFMC – 76-89 см	влажный, окраска бурая, неоднородная, ожелезненный среднезернистый песок, структура глыбистая, уплотнен, редкие мелкие камни.
С – 89-126 см	влажный, цементированная супесь

Площадка 002 расположена в 150 м севернее спортивного комплекса в западной части парка. Участок имеет небольшой уклон к реке Химке.

Древесная растительность площадки (002) представлена в первом ярусе сосново-березовым массивом, во втором – кленом остролистным (*Acer platanoides*). Травяной покров представлен кислицей обыкновенной (*Oxalis acetosella*), кочадыжником женским (*Athyrium filix-femina* Roth), земляникой лесной (*Fragaria vesca* L.), осокой волосистой (*Carex pilosa*), ОПП – 50%.

Породы деревьев	Ярус	Количество растений	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр ствола, см
Сосна	1	2	Около 200	20-25	42,5
Береза	1	3	20-25	18-20	15,5
Клен	2	3	15-20	10-15	12,8
Подлесок					
Береза		4	3-5	2-3	3,9
Клен		2	3-5	3-4	4,5
Лещина		2	2-3	1,5-2,0	2,0
Рябина		3	3-4	2-3	3,8

*Почва– Ржавозем типичный легкосуглинистый на флювиогляциальных
отложениях*

О – 0-1 см	фрагментная, не разложившаяся подстилка
АУ – 1-20 см	свежий, буро-палевой однородной окраски, опесчаный легкий суглинок, рыхлый, среднекомковато-порошистая, много тонких и средних корней, отмыты зерна первичных минералов, червороины, копролиты, гравий, переход заметный по цвету, гранулометрическому составу и плотности, граница слабоволнистая
АУВФМ – 20-30 см	влажноватый, светло-палево-бурый, опесчанная супесь, структура мелкокомковатая, сложение рыхлое слабоструктурное, отмытые зерна первичных минералов, редкие тонкие и средние корни, галька, гравий, червороины, копролиты, переход постепенный по гранулометрическому составу и окраске, граница слабоволнистая
ВФМ – 30-70 см	влажноватый, охристо-красновато-бурый, ожелезненный разнозернистый песок, рыхлый, бесструктурный с элементами глыбистости, единичные средние и крупные корни, переход постепенный по окраске и плотности, граница слабоволнистая
С1 – 70-112 см	влажноватый, охристо-палевый суглинок, рыхлый, бесструктурный, переход постепенный по окраске и плотности, граница ровная
С2 – 112-125 см	влажноватый, охристо-красновато-бурой с палево-бурыми пятнами, неоднородной окраски, бесструктурный, сцементированный легкий суглинок

Площадка 003 находится южнее детской площадки, на расстоянии 200 м. Рельеф выровненный.

Древесная растительность представлена березово-сосново-ясенным массивом (15:2:1) высотой 25 м, диаметром 40-50 см. Возраст сосен около 150 лет, ОПП=30%. Второй ярус – береза, ясень, липа (3:2:1), высотой 10-18 м, диаметром 15-25 см, ОПП=15%. Подрост – клен, липа, ясень, рябина, ОПП=30%. Травянистый ярус – злаки, крапива. ОПП до 15%.

Породы деревьев	Ярус	Количество растений	Возраст, лет (примерно)	Высота, м	Диаметр ствола, см
Сосна	1	3	150	20-25	37,5
Ясень	1	3	20-25	20-22	20,5
Береза	1	3	25-30	18-20	23,5
Клен	2	1	15-20	13-15	15,8
Подрост					
Береза	3	2	3-5	3-4	3,7
Клен	1	2	3-5	5-6	5,3
Подлесок	Рябина, лещина, черёмуха, боярышник				

Почва– *Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный на
флювиогляциальных отложениях*

АУра – 0-23 см	влажноватый, буровато-серой однородной окраски, супесь, комковато-порошистый, рыхлый, червороины и копролиты, включения в виде корней, переход заметный по окраске, граница слабоволнистая
АУе – 23-41см	влажноватый, окраска буровато-серая неоднородная, супесь сцементированная, комковатый с элементами глыбистости, камни, единичные корни, червороины и копролиты, отмытые зерна первичных минералов, кротовины, переход постепенный по окраске, граница слабоволнистая.
ВFM – 41-86 см	влажноватый, светлобурый однородной окраски, песок, бесструктурный, рыхлый, единичные корни, червороины, переход постепенный по окраске, граница ровная.
С 86-126 см	влажный, бурый, сцементированный песчаник

Площадка 004 расположена приблизительно в 100 метрах северо-восточнее Волоколамского шоссе.

Древесная растительность: первый ярус представлен сосной, березой, ясенем (1,5:1,0:1,0). Диаметр сосны около 50 см, березы 37 см, высота 30 и 20 метров соответственно, ОПП=50%. Второй ярус: клен, липа (3,0:1,0), высота клена 10-12 метров, высота липы 16-18 метров, диаметр 15 и 20 см, ОПП=50%. Подрост - клен, липа. Травянистый ярус представлен медуницей, снытью, копытенью, звездчаткой, ОПП до 50%.

Почва– Урборжавозем среднемощный супесчаный на флювиогляциальных отложениях

RAT – 0-16 см	свежий, ярко бурой однородной окраски, углистое вещество, супесчаный, комковато-порошистый, рыхлый, слаборазложившиеся органические остатки, включения из небольшого количества строительного мусора, много корней, переход постепенный, граница волнистая.
AУur – 16-40 см	влажноватый, бурой неоднородная окраски, легкий суглинок к супеси, порошистый, рыхлый, включения – немного строительного мусора, единичные корни, бурно вскипает от НС1, переход постепенный, граница слабоволнистая.
AУBFM – 40-68 см	влажный, окраска красновато-бурая со светлыми вкраплениями, неоднородная, супесь, порошистый с элементами плитчатости, рыхлый, включения в виде строительного мусора, червороин и копролитов, переход заметный по окраске и гранулометрическому составу, граница ровная
BFM – 68-90 см	влажный, бурый связный песок, рыхлый, комковато-творожистый, слабоплотный, включения в виде единичных корней, переход ясный, граница слабоязыковатая
BC – 90-112 см	влажный, бурый, супесчаный

Площадка 005 расположена в 500 метрах западнее Ленинградского шоссе.

Растительность: первый ярус – сосна, береза (7:3), высота 15-18 м, диаметр 15-20 см, береза угнетена, ОПП-20%; второй ярус – береза высотой 10-15 м и диаметром 10-15 см. Подлесок – рябина высотой 5-8 м, диаметром 3-7 см. Травянистый ярус – разнотравно-злаковая смесь, ОПП 25%.

Почва – Урбанозем мелкий супесчаный на флювиогляциальных отложениях

U1 – 0-22 см	влажный, темно-серо-бурой, однородной окраски, супесчаный, комковатый с элементами плитчатости, рыхло-каменистый, отмытые зерна первичных минералов, углистое вещество, много корней, включения в виде строительного мусора, камней, вскипает, переход резкий по цвету и гранулометрическому составу, граница волнистая
U2 – 22-40 см	влажноватый, окраска бурая, неоднородная, на основном буром фоне охристые пятна, сильноопесчаненный легкий суглинок, рыхлый, поршистый, углистое вещество, единичные корни, много включений строительного мусора (кирпич, камни, известка), бурно вскипает, переход постепенный, граница слабоволнистая.
AУur – 40-80 см	влажноватый, охристо-бурой однородной окраски, крупнозернистый песок, комковато-порошистой, включения гравия, гальки и камней, единичные корни
BFM – 80-112 см	влажный, бурый цементированный песок, комковато-творожистый, среднеплотный, включения в виде единичных корней, переход ясный, граница слабоязыковатая

Приложение 14

Плотность верхних горизонтов почв

Почва	Плотность, г/см ³					
	Ржавозем типичный супесчаный-1	1,05	1,08	0,98	1,03	0,96
Ржавозем типичный легко-суглинистый-2	0,99	1,11	1,05	1,03	1,17	1,07
Ржавозем постагрогенный маломощный-3	1,25	1,26	1,21	1,19	1,09	1,20
Урборжавозем средномощный-4	1,29	1,40	1,38	1,41	1,37	1,37
Урбанозем мелкий супесчаный-5	1,45	1,48	1,35	1,42	1,40	1,42
НСР ₀₅ , г/см ³						

Приложение 15

Гранулометрический состав верхних горизонтов почв

Почва	Размер частиц, мм; содержание, %							
	>1.0	>0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	>0.001
1	95,02	4,98	40,58	26,32	29,78	3,04	0,28	-
2	90,34	9,66	32,97	29,21	31,42	3,00	3,40	-
3	89,52	10,48	39,96	36,54	18,39	3,10	0,61	1,40
4	82,13	17,87	34,09	30,54	17,24	8,07	5,98	4,08
5	86,55	13,45	30,01	28,26	17,25	17,00	4,27	3,21

Изменение содержания органического вещества в почвах парка, % от массы
ПОЧВЫ

Глубина взятия образца, см	2012 год			2014 год		
	Сорг	Слгк	Свод	Сорг	Слгк	Свод
1	2	3	4	5	6	7
Ржавозем типичный легкосуглинистый на флювиогляциальных отложениях						
1-10	3,02±0,04	0,173	0,094	3,09±0,01	0,161	0,084
10-20	2,92±0,05	0,168	0,072	2,77±0,01	0,152	0,072
20-30	1,07±0,04	0,124	0,057	0,98±0,03	0,117	0,053
30-40	0,59±0,03	0,119	0,057	1,02±0,01	0,112	0,057
40-50	0,46±0,05	0,112	0,091	0,45±0,04	0,009	0,086
50-60	0,23±0,02	0,112	0,089	0,28±0,01	0,009	0,086
60-70	0,13±0,02	0,008	0,018	0,09±0,04	0,006	0,016
70-80	0,09±0,04	0,004	0,014	0,09±0,06	0,002	0,014
80-90	0,09±0,05	0,002	0,050	0,05±0,01	0,002	0,004
Ржавозем типичный супесчаный на флювиогляциальных отложениях						
1-10	2,94±0,01	0,142	0,059	2,90±0,01	0,143	0,059
10-20	2,48±0,03	0,148	0,053	2,44±0,01	0,139	0,050
20-30	0,97±0,02	0,134	0,067	0,93±0,01	0,129	0,050
30-40	1,05±0,03	0,121	0,036	1,12±0,01	0,121	0,026
40-50	1,22±0,01	0,112	0,037	1,26±0,02	0,102	0,017
50-60	0,87±0,04	0,109	0,067	0,89±0,04	0,109	0,062
60-70	0,45±0,02	0,096	0,042	0,50±0,02	0,101	0,040
70-80	0,49±0,04	0,016	0,009	0,50±0,01	0,055	0,009
80-90	0,11±0,01	0,012	0,006	0,09±0,04	0,005	0,006
90-100	н/о	0,02	0,002	н/о	н/о	н/о

Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный на флявиогляциальных отложениях						
0-10	2,52±0,01	0,133	0,053	2,52±0,02	0,125	0,045
10-20	2,49±0,01	0,130	0,053	2,47±0,04	0,122	0,045
20-30	1,73±0,03	0,124	0,042	1,93±0,01	0,116	0,038
30-40	1,62±0,05	0,120	0,019	1,72±0,02	0,120	0,015
40-50	0,76±0,01	0,119	0,019	0,70±0,02	0,115	0,018
50-60	0,30±0,02	0,116	0,058	0,38±0,02	0,110	0,045
60-70	0,09±0,01	0,109	0,047	0,12±0,02	0,105	0,053
70-80	0,09±0,04	0,087	0,052	0,09±0,01	0,063	0,046
80-90	н/о			н/о		
Урбанозем маломощный супесчаный на культурном слое						
0-10	2,52±0,03	0,119	0,037	2,37	0,105	0,022
10-20	2,94±0,04	0,130	0,032	3,01	0,107	0,026
20-30	2,10±0,04	0,097	0,016	2,16	0,114	0,029
40-50	0,65±0,04	0,120	0,028	0,42	0,113	0,020
50-60	0,09±0,02	0,136	0,025	0,19	0,147	0,023
60-70	0,09±0,01	0,094	0,038	0,11	0,103	0,029
70-80	0,05±0,01	0,061	0,012	0,08	0,086	0,008
80-90	0,03±0,01	0,005	0,029	0,02	0,003	0,017
90-100	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Урборжавозем среднeмощный супесчаный на флявиогляциальных отложениях						
0-10	2,23±0,06	0,095	0,033	2,28	0,073	0,029
10-20	2,20±0,04	0,089	0,028	2,21	0,099	0,020
20-30	1,90±0,04	0,054	0,029	1,91	0,050	0,015
30-40	1,38±0,03	0,054	0,011	0,54	0,045	0,015
40-50	0,38±0,02	0,036	0,024	0,052	0,034	0,016
50-60	0,21±0,05	0,094	0,022	0,031	0,025	0,035
60-70	0,06±0,02	0,061	0,008	0,033	0,026	0,022
70-80	0,03±0,05	0,035	0,017	0,029	0,009	0,017

Реакция среды и содержание обменно-поглощенных оснований
(средние значения)

Глубина взятия об- разца, см	pHвод	pHксл.	Обменно-поглощенные основания, мг-экв./100г почвы		
			Сумма	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Ржавозем типичный легкосуглинистый на флявиогляциальных отложениях					
1-10	5,19	4,15	7,21±0,08	6,18±0,01	1,03±0,02
10-20	5,23	4,28	6,59±0,04	5,60±0,03	0,99±0,05
20-30	5,17	5,00	7,53±0,03	6,93±0,01	0,60±0,01
30-40	5,27	5,19	5,27±0,01	4,95±0,01	0,32±0,01
40-50	5,60	5,31	4,11±0,04	3,70±0,05	0,41±0,03
50-60	5,63	5,26	3,15±0,06	2,99±0,02	0,16±0,02
60-70	5,67	5,18	2,82±0,03	2,67±0,03	0,15±0,04
70-80	5,96	5,09	2,20±0,01	2,05±0,02	0,15±0,01
80-90	6,21	5,05	1,41±0,05	1,34±0,01	0,07±0,04
Ржавозем типичный супесчаный на флявиогляциальных отложениях					
1-10	5,35	4,80	6,56±0,04	5,83±0,06	0,73±0,02
10-20	5,25	5,00	6,32±0,02	5,65±0,04	0,67±0,01
20-30	5,60	5,00	5,20±0,05	4,89±0,02	0,31±0,04
30-40	5,71	5,25	1,09±0,01	0,90±0,02	0,19±0,04
40-50	5,83	5,29	1,23±0,04	1,03±0,01	0,20±0,01
50-60	5,53	5,41	0,85±0,04	0,70±0,03	0,15±0,02
60-70	5,54	5,18	0,90±0,01	0,75±0,04	0,15±0,01
70-80	5,82	4,45	1,30±0,02	1,18±0,01	0,12±0,03
80-90	5,83	4,45	1,02±0,01	0,92±0,01	0,10±0,01
90-100	5,95	4,68	1,20±0,04	1,10±0,02	0,10±0,01
Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный на флявиогляциальных отложениях					
0-10	6,33	5,90	8,84±0,06	8,49±0,02	0,35±0,01
10-20	6,22	5,95	8,48±0,02	8,05±0,02	0,43±0,01
20-30	5,97	5,42	5,37±0,05	4,35±0,01	1,02±0,04
30-40	5,76	5,50	3,64±0,05	3,08±0,04	0,56±0,02
40-50	5,45	5,31	2,89±0,01	2,33±0,01	0,30±0,04
50-60	5,40	5,38	2,20±0,03	1,91±0,01	0,29±0,02
60-70	5,46	5,20	2,05±0,05	1,85±0,02	0,20±0,02
70-80	5,38	5,29	1,58±0,01	1,37±0,01	0,21±0,02
80-90	5,26	5,00	1,24±0,03	1,05±0,02	0,19±0,04
Урборжавозем среднеспесчаный на флявиогляциальных отложениях					
0-10	6,81	5,80	5,25±0,03	4,99±0,01	0,26±0,02
10-20	6,95	6,10	5,46±0,04	5,26±0,01	0,20±0,01
20-30	6,98	6,05	11,15±0,01	10,91±0,02	0,24±0,03

Продолжение 17

30-40	7,00	6,24	11,06±0,02	10,78±0,02	0,28±0,01
40-50	5,00	4,37	4,05±0,02	3,82±0,03	0,23±0,02
50-60	5,56	4,30	3,33±0,03	3,13±0,02	0,20±0,01
60-70	5,25	5,00	1,54±0,01	1,42±0,01	0,12±0,01
70-80	5,00	4,95	1,32±0,03	1,22±0,01	0,10±0,03
80-90	5,00	4,37	1,25±0,03	1,25±0,03	0,10±0,03
Урбанозем маломощный супесчаный на культурном слое					
0-10	7,20	6,00	10,62±0,01	10,31±0,01	0,31±0,03
10-20	7,59	6,25	10,34±0,01	10,06±0,04	0,28±0,03
20-30	7,85	6,28	8,92±0,02	8,77±0,01	0,15±0,01
30-40	8,03	6,70	8,53±0,04	8,43±0,01	0,10±0,01
40-50	6,60	5,52	3,26±0,01	3,16±0,03	0,10±0,01
50-60	6,10	5,58	2,90±0,01	2,80±0,03	0,10±0,01
60-70	6,60	5,65	1,25±0,03	1,15±0,01	0,10±0,01
70-80	7,20	5,95	1,25±0,01	1,15±0,03	0,10±0,03
80-90	7,00	6,00	1,01±0,03	0,96±0,04	0,05±0,02

Содержание $C_{\text{орг}}$, $pH_{\text{вод}}$, $pH_{\text{ксл}}$, обменно-поглощенных катионов в разных горизонтах почв парка

Горизонт	n	max	min	\bar{x}	σ	σ^2	V, %
$C_{\text{орг}}$							
AY	10	3,92	2,48	2,89	0,64	0,41	22,0
AYpa	5	2,61	2,40	2,50	0,72	0,52	29,0
BFM	10	2,05	0,02	0,24	0,91	0,83	32,0
U	10	3,03	2,14	1,83	0,51	0,26	28,0
$pH_{\text{вод}}$							
AY	10	5,93	4,30	5,26	0,54	0,29	10,3
AYpa	5	6,92	5,43	6,28	1,26	1,59	20,1
BFM	10	7,39	4,91	5,46	1,31	1,72	24,2
U	10	9,30	7,95	8,67	0,94	0,88	10,8
$pH_{\text{ксл}}$							
AY	10	5,80	4,23	4,56	1,06	1,12	23,2
AYpa	5	6,75	5,00	5,93	0,74	0,55	12,5
BFM	10	6,67	4,32	4,92	1,07	1,14	21,8
U	10	9,00	5,55	6,31	0,64	0,41	10,1
$Ca^{2+} + Mg^{2+}$							
AY	10	10,70	8,12	6,67	1,08	1,17	16,2
AYpa	5	4,11	3,23	8,66	0,89	0,79	10,3
BFM	10	6,45	2,55	1,92	0,47	0,22	24,8
U	10	13,17	9,94	10,48	1,16	1,35	11,1
Ca^{2+}							
AY	10	9,32	6,90	5,82	0,43	0,18	15,4
AYpa	5	6,72	1,05	8,16	0,86	0,74	10,5

BFM	10	5,20	1,90	1,70	0,21	0,44	12,5
U	10	13,02	6,90	10,27	1,10	1,20	10,8
Mg^{2+}							
AY	10	1,52	0,75	0,85	1,08	1,17	12,7
AYpa	5	0,80	0,30	0,50	0,68	0,46	13,6
BFM	10	0,39	0,08	0,22	0,40	0,16	17,8
U	10	0,45	0,05	0,21	0,42	0,18	20,1

Приложение 19

Методика определения токсичности воды методом биотестирования

При кратковременном биотестировании использовали односуточных дафний. Дафнии культивировали в лабораторных условиях, используя воду со следующими показателями: рН 7,0 – 8,2, концентрация O_2 – 6 – 8 г/л, общая жесткость – 3,0 – 6,5 мг – экв/л.

В качестве корма для дафний использовали хлорную известь ($Ca(Cl)OCl$). В 100 мл талой снежной воды помещали по 20 дафний и экспонировали в термостате при температуре 35°C. Срок учета жизнеспособности дафний один час, 24, 72 и 96 часов. Дафнии считаются выжившими, если они свободно передвигаются в толще тестируемой жидкости или всплывают со дна сосуда не позже пятнадцати секунд после его легкого покачивания. Если в любой учитываемый период времени гибнут 50 и более процентов дафний, биотестирование прекращается.

Уровень водородного показателя в талой снеговой воде в зависимости от срока отбора проб и загрязнения снежного покрова

Площадка	Уровень загрязнения снега	рН _{вод} после выпадения снега	
		Первый день	через три недели
001	Отсутствует	6,84	6,96
		1-6,90	1-6,98
		2-6,87	2-6,95
		3-6,82	3-6,92
		4-6,75	4-6,89
		5-6,86	5-7,06
002	Незначительный	6,87	7,15
		1-6,92	1-7,13
		2-6,89	2-7,18
		3-6,81	3-7,12
		4-6,85	4-7,14
		5-6,88	5-7,18
003	Незначительный	6,79	7,35
		1-6,77	1-7,39
		2-6,80	2-7,34
		3-6,81	3-7,40
		4-6,77	4-7,35
		5-6,80	5-7,27
004	Средний	6,78	8,30
		1-6,81	1-8,26
		2-6,79	2-8,34
		3-6,83	3-8,29

		4-6,75	4-8,31
		5-6,72	5-8,30
005	Наибольший	6,86	8,56
		1-6,88	1-8,58
		2-6,90	2-8,56
		3-6,82	3-8,62
		4-6,82	4-8,60
		5-6,88	5-8,44
НСП ₀₅		0,097	0,074

Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в почвах парка,
 мг/кг почвы (в среднем за вегетационный период)

Глубина взятия образца, см	2012 год			2014 год		
	N _{щг}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{щг}	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7
Ржавозем типичный супесчаный среднемелкий на флявиогляциальных отложениях						
1-10	160	104	93	123	89	78
10-20	144	91	77	115	86	52
20-30	111	82	77	109	85	79
30-40	104	80	69	103	71	77
40-50	91	71	63	117	70	68
50-60	76	71	68	70	71	65
60-70	32	65	65	29	52	65
70-80	10	114	63	5	117	62
80-90	н/о	118	60	н/о	118	62
Ржавозем типичный маломощный легкосуглинистый на флявиогляциальных отложениях						
1-10	193	136	133	144	103	90
10-20	152	93	117	108	59	57
20-30	122	79	105	75	75	98
30-40	96	80	96	86	78	94
40-50	96	61	96	73	59	96
50-60	83	60	90	82	60	92
60-70	85	57	94	80	55	90
70-80	61	42	86	59	39	90

80-90	24	42	70	30	43	83
90-100	2	40	70	5	40	80
Ржавозем постагрогенный маломощный супесчаный на флювиогляциальных отложениях						
0-10	180	132	125	139	117	130
10-20	165	105	115	116	6973	120
20-30	102	76	98	89	73	90
30-40	90	70	95	89	65	90
40-50	76	52	95	82	58	85
50-60	54	57	64	69	57	65
60-70	29	33	60	23	40	65
70-80	11	28	58	5	32	60
80-90	9	62	60	н/о	70	60
Урборжавозем среднемощный супесчаный на флювиогляциальных отложениях						
0-10	154	143	159	128	131	135
10-20	127	120	131	107	100	120
20-30	52	143	173	54	136	169
30-40	48	171	175	48	175	180
40-50	33	173	138	38	173	133
50-60	29	170	138	35	167	137
60-70	15	55	98	18	60	102
70-80	5	40	95	5	40	90
80-90	н/о	15	65	н/о	15	95
Урбанозем маломощный супесчаный на флювиогляциальных отложениях						
0-10	151	160	155	124	143	147
10-20	126	111	140	88	110	129
20-30	79	91	160	73	86	157

30-40	73	95	175	73	92	173
40-50	108	101	68	98	109	70
50-60	113	104	60	91	104	60
60-70	85	56	60	85	56	60
70-80	30	42	53	26	40	50
80-90	н/о	17	60	н/о	12	45

Изменение ферментативной активности в верхнем (0-20 см) слое почв парка

почва	2012 г.			2013 г.			2014 г.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Уреаза, мг/10 г почвы за 24 часа									
I	10,1	13,5	8,0	6,0	15,7	5,3	10,4	2,5	7,5
II	11,3	15,4	11,4	8,1	16,9	7,7	10,1	2,8	2,7
III	6,0	14,1	9,3	9,0	14,4	6,3	5,7	2,3	7,6
IV	8,4	11,2	8,0	6,1	10,7	5,1	5,2	2,0	2,7
V	5,9	6,2	5,0	3,0	5,1	4,5	2,0	1,0	3,3
НСР ₀₅	1,12	1,53	1,09	0,64	2,11	0,27	1,53	0,24	0,58
Каталаза, мл 0,1М КМnO ₄ /г почвы за 20 мин									
I	8,2	16,3	6,1	5,3	12,5	7,4	5,4	1,5	5,7
II	7,8	15,9	10,4	6,0	7,0	5,3	5,0	2,4	5,8
III	5,3	11,7	6,1	6,7	8,1	6,2	5,1	2,2	5,3
IV	6,9	12,0	5,4	7,1	9,4	6,0	6,3	2,0	7,0
V	7,0	11,2	6,7	5,0	5,4	4,9	5,1	1,2	7,5
НСР ₀₅	0,21	0,42	0,57	1,01	2,23	0,24	0,04	0,031	0,05
Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ /100г почвы за 24 часа									
I	0,52	0,57	0,56	0,32	0,52	0,48	0,39	0,36	0,42
II	0,50	0,62	0,68	0,46	0,81	0,50	0,70	0,46	0,49
III	0,62	0,80	0,68	0,40	0,60	0,50	0,44	0,50	0,50
IV	0,40	0,52	0,40	0,30	0,32	0,28	0,30	0,16	0,20
V	0,39	0,47	0,40	0,28	0,35	0,30	0,33	0,52	0,38
НСР ₀₅	0,011	0,023	0,127	0,001	0,02	0,013	0,021	0,125	0,024
Инвертаза мг глюкозы/г почвы за 24 часа									
I	12,3	30,0	17,7	17,4	19,0	17,8	15,9	18,4	16,1
II	20,1	32,5	27,5	21,2	31,6	23,1	17,5	12,3	30,2
III	13,9	14,2	14,5	12,5	14,1	13,9	9,9	7,4	14,8
IV	6,7	15,0	8,0	6,3	10,6	8,9	6,2	6,2	7,7
V	12,5	14,6	14,0	9,1	16,3	12,7	8,5	12,4	10,6
НСР ₀₅	3,14	0,121	3,42	1,43	2,89	3,01	1,04	0,97	1,58

Примечание: почвы – I- ржавозем типичный маломощный легкосуглинистый; II- ржавозем типичный супесчаный; III- ржавозем постагрогенный; IV- урборжавозем супесчаный; V- урбанозем супесчаный. Сроки отбора проб почвы: 1. весна, 2. лето, 3. осень

Описание водных объектов парка

Река Химка – левый приток реки Москвы, начинается к югу от города Химки. Часть стока ее зарегулирована большой плотиной Химкинского водохранилища, часть проходит в трубе под шлюзами канала им. Москвы и под частью Волоколамского шоссе. В районе парка она подпитывается системой родников «Царевна – Лебедь».

Река Чернушка, относящаяся к подземным объектам города, берет начало в болоте на пересечении Ленинградского шоссе и Никольского тупика. Открыто протекает по территории парка между 1 и 2, 6 и 7 Ивановскими прудами, образует озеро «Грязное» площадью 30м².

Родник «Царевна – Лебедь» под названием «Елизаветинский источник» фигурирует в литературе с 1924 года. Расход воды – 1,2- 1,4 литров в секунду, вода сильножелезистая (содержание общего железа 9,64 г/л). Воде родника приписывались целебные свойства, считалось, что она исцеляла раны и язвы различного происхождения, язвенную болезнь желудка и омолаживает организм [212].

Каскад из семи прудов занимает площадь в 14 гектаров. Западные и северо-западные берега их лесистые. Растительность противоположных берегов представлена луговыми травами, кустарниками и группами деревьев, среди которых много ив.

Первый или Верхний пруд, окруженный лесом со всех сторон, занимает площадь 0,7 гектара. Пруд имеет треугольную форму, вытянут в южном направлении. Он принимает воды Покровско – Стрешневского ручья, загрязненные объектами городской застройки.

Второй пруд имеет площадь 0,5 гектара, он вытянут в юго-западном направлении.

Третий пруд занимает площадь около 2,5 гектар, имеет овальную форму.

Четвертый пруд площадью 3,6 гектара имеет неправильную форму, вытянут в юго-западном направлении. Пруд используется как зона отдыха населения

Пятый пруд площадью 3,6 гектара треугольной формы вытянут в юго-западном направлении, используется как зона отдыха.

Шестой пруд – округлой формы, площадью 0,8 гектара, сильно заросший растениями и в первую очередь кубышкой (*Núphar*), которая образует плотные заросли.

Седьмой пруд, площадь которого 0,7 гектара. В настоящее время он зарастает водными и болотными растениями – ряской трехдольной (*Lemna trisulca*), пузырчаткой обыкновенной (*Utriculária vulgáris*), осокой (*Cárex*) и злаками.

Результаты дешифрирования космических снимков для определения состояния растений в парке «Покровское – Стрешнево»

