

На правах рукописи

Ильяшенко Мария Александровна

**ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ
СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ
ПАРКА МУЗЕЯ-УСАДЬБЫ «АРХАНГЕЛЬСКОЕ»**

Специальность 03.02.13 – почвоведение

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва - 2014

Работа выполнена на кафедре общего почвоведения факультета почвоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор кафедры общего почвоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова **Рыжова Ирина Михайловна.**

Официальные оппоненты: Скворцова Елена Борисовна доктор сельскохозяйственных наук. ГНУ Почвенный Институт им. В.В. Докучаева, зав. лаборатории физики и гидрологии почв.

Минин Александр Андреевич доктор биологических наук. Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, ведущий научный сотрудник.

Ведущая организация: Федеральное государственное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН.

Защита состоится 7 октября 2014 г. в 15 часов 30 минут, в аудитории М-2 на заседании диссертационного совета при МГУ имени М.В. Ломоносова на факультете почвоведения по адресу: 119991, ГСП-1 Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

Автореферат разослан «__» 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Никифорова Алла Сергеевна

Актуальность темы: Уникальность исторических парковых комплексов заключается в том, что они являются памятниками истории и архитектуры и включают в себя окружающие их ландшафты, образуя особое экологическое пространство (Владыченский, Семенюк, 2011).

В современном урбанизированном мире значение исторических парковых комплексов неуклонно возрастает. На фоне увеличения негативного антропогенного влияния на природу исторические парки приобретают несвойственные для них ранее новые и очень важные функции: эколого-просветительские, образовательные, природоохранные, экологические, а также задают определенное направление в поисках оптимизации экологических условий на урбанизированных территориях.

Современные исследования исторических парковых комплексов направлены на изучение отдельных компонентов парковых ландшафтов, таких как водные объекты, фауна, растительность, почвы и т.д. Вопросы комплексного изучения парковых территорий в научной литературе практически не освещались. Для успешной реализации экологических функций исторических парков необходимо проведение комплексных исследований, которые должны быть основой для разработки рекомендаций по управлению парковыми территориями.

Выбор методологических подходов получения информации и интерпретации результатов научных исследований исторических парков требует учета особенностей этих проектируемых объектов, которые состоят из различных структурно-функциональных компонентов, различающихся по функциональному назначению, возрасту, технологиям создания и режимам содержания. Структурно-функциональные компоненты (лесные массивы, газоны, дорожки и т.д.) являются типичными не только для исторических парковых комплексов, но и для различных типов урбанизированных территорий.

Почвенно-экологические исследования необходимы как для создания основы реконструкции и разработки мероприятий по рациональному использованию парков, так и для составления перспективных планов их развития, а также для формирования статуса исторических парковых территорий, как ценных экологических объектов.

Цель исследования: Комплексная характеристика почв, подстилок и растительности структурно-функциональных компонентов исторического парка музея-усадьбы «Архангельское».

Задачи исследования:

1. изучить флористический состав и структуру основных парковых фитоценозов;
2. изучить структуру и запасы подстилок структурно-функциональных компонентов паркового комплекса;
3. определить морфологические и химические свойства почв;
4. оценить пространственную неоднородность физических, химических и биологических свойств верхнего минерального горизонта естественных и сконструированных почв;
5. сравнить почвы и растительность структурно-функциональных компонентов паркового комплекса.

Научная новизна: Впервые проведены комплексные научные исследования растительности, подстилок и почв парка музея – усадьбы «Архангельское» с учетом структурно-функциональной организации территории, как объекта ландшафтной архитектуры. В результате получена экологическая оценка функционирования основных структурно-функциональных элементов парков. В пейзажной части парка выделены слабопреобразованные биогеоценозы, которые могут служить эталонами в системе экологического мониторинга.

Получена количественная оценка изменений запасов и структуры подстилок, связанных со сбором листовного опада в регулярной части парка. Охарактеризованы экологические особенности функционирования сконструированных почв линейных структурно-функциональных компонентов – дорожек с разным типом покрытия: грунтовых и с гравийной отсыпкой. Определена зависимость механической прочности агрегатов от их размера в насыпных горизонтах РАТ сконструированных почв.

Практическая значимость: Полученные данные, характеризующие состояние растительности, подстилки и почв на территории парка музея-усадьбы «Архангельское» могут быть использованы при выработке нормативов для восстановления и поддержания исторических парков. На основе проведенных исследований разработаны рекомендации по оптимальному уходу за основными структурно-функциональными компонентами парка. Результаты могут быть использованы для организации рационального природопользования исследованного паркового комплекса, а также они применимы для других городских объектов ландшафтной архитектуры.

Публикации: По теме диссертации опубликовано 17 печатных работ, в том числе 3 в рецензируемых журналах из перечня ВАК.

Апробация работы: Основные положения работы докладывались на XI и XII Всероссийской научной конференции Докучаевские молодежные чтения в Санкт-Петербурге (2008 и 2009гг), на международных научных конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых ЛОМОНОСОВ (2008, 2012, 2013), на Международной научной конференции «Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред» (2013) и обсуждались на заседаниях кафедры общего почвоведения факультета почвоведения МГУ,

Структура и объем работы: Диссертация состоит из введения, 3-х глав, заключения и выводов, списка литературы, содержащего 173 наименования, из них 33 на иностранных языках, и приложений, изложена на 164 страницах машинописного текста, имеет 14 рисунков и 28 таблиц.

Благодарности: Выражаю искреннюю признательность и приношу благодарность своим научным руководителям – д.б.н. А.С. Владыченскому и д.б.н. И.М. Рыжовой за руководство исследованиями, всестороннюю помощь и поддержку. Благодарю за многие важные советы и неоценимую помощь в создании работы к.б.н. О.В. Семенюк. Искренне благодарю д.б.н. Т.А. Зубкову, к.б.н. Д.Д. Хайдапову и д.б.н. Н.А. Манучарову за консультации и содействие при выполнении работы, весь коллектив кафедры общего почвоведения за всестороннюю поддержку, а также свою семью за моральную поддержку и не только.

ГЛАВА 1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Композиционное строение и развитие парковых территорий требует особого подхода к изучению их экологического состояния. В истории развития некоторых парковых комплексов прослеживались периоды, когда они были лишены надлежащего внимания и ухода и приходили в упадок, а затем переживали период возрождения.

Парковые территории, являясь композиционно завершенными ансамблями, состоят из структурно-функциональных компонентов, различающихся как по функциональному назначению, так и по времени возникновения, технологиям создания и режимам содержания, что определяет значительное разнообразие растительного и почвенного покрова парковых территорий (Владыченский, Семенюк, 2007). Растительный покров парковых территорий включает в себя растительные сообщества, близкие к естественным, и совершенно искусственные фитоценозы, например, биндаж и газоны. В почвенном покрове представлены почвы лесных массивов разной степени нарушенности и сконструированные почвы газонов и дорожек.

Разнообразие растительности и почв парка музея-усадьбы «Архангельское» определяет содержание и структуру литературного обзора. Изучение парковой растительности проводилось в сравнении с лиственными и смешанными лесами Москвы и Московской области (Рысин и др., 2001; Мониторинг рекреационных лесов, 2003; Абатуров, Меланхолин, 2004; Рысин, Савельева, 2007).

В основе оценки состояния почвенного покрова парка — сопоставление свойств парковых почв с зональными почвами, а также сельскохозяйственными и сконструированными городскими почвами (Ларионова, Розонова, 1993; Макаров, Телеснина и др., 1997; Зубкова, 1998; Низовцев, Онищенко, 1998; Киреев, 1999; Теодоронский, 2003; Моисеев, Романов, 2004; Смагин, 2005; Якубов, 2005; Ильяшенко, 2008; Строганова и др., 2008; Ананьева и др., 2009; Задорожний и др., 2010; Гончарова, Телеснина, 2010; Прокофьева, Попутников, 2010; Гавриленко и др., 2011; Кузнецов 2011; Умер, Ванькова, 2011; Horn et al., 1994; Anderson, Domsch, 2010; Colazo, Buschiazzi, 2010).

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – почвы, подстилки и растительный покров парка музея-усадьбы «Архангельское» XVIII века Красногорского района Московской области. Исследования проводились как в пейзажной, так и в регулярной частях парка. Местоположение пробных площадей выбиралось с учетом различных функционально-планировочных элементов парка, растительный покров и почвы которых являются типичными для парковых территорий (рис. 1).



Рисунок 1. Схема расположения объектов исследования.

Функционально-планировочные компоненты, составляющие территорию парка, различаются по возрасту, технологиям создания и режимам содержания, которые в свою очередь включают в себя санитарную рубку древостоя, удаление подроста и подлеска, кошение травостоя, сбор опада (табл.1).

Таблица 1. Функционально-планировочные компоненты парка

	Структурно-функциональный компонент	Название фитоценоза	Системы ухода		Название почвы						
			древесного яруса	травяного покрова							
Пейзажная часть парка	Массив парковый	Сосново-липовый	Санитарная рубка древостоя	Нет	Постагrogenные дерново-подзолистые						
		Липово-сосновый									
		Елово-липовый									
Регулярная часть парка	Периферийная зона	Аптекарский огород	Удаление, подроста, подлеска	Кошение травостоя	Техногенные поверхностные образования						
		Многорядные березово-липовые посадки				Удаление, подроста, подлеска	Удаление опада; кошение травостоя	квазиземы урбиквазиземы			
		Многорядные липовые посадки							Удаление, подроста, подлеска	Удаление опада; кошение травостоя	квазиземы урбиквазиземы
		Газон в боскете									
	Газон обыкновенный	Нет	Кошение травостоя	натурфабрикаты органолитостраты							
						Газон партерный	Нет	Кошение травостоя			
	Биндаж	Липовый	Формовка кроны	Уход за дорожным покрытием					натурфабрикаты литостраты		
	Дорожка главная 1	Нет	Нет			Уход за дорожным покрытием	натурфабрикаты литостраты				
	Дорожка главная 2	Нет						Нет		Уход за дорожным покрытием	натурфабрикаты литостраты
	*	Закрытые пространства (сомкнутость полога от 1,0 до 0,6)									
	Полуоткрытые пространства (сомкнутость полога от 0,5 до 0,2)										
	Открытые пространства (не занятые насаждениями, граница насаждений находится далее 200 м)										

Для характеристики пейзажного парка, отличающегося свободной планировкой, было заложено три пробные площади в разновозрастных парковых массивах: сосново-липовом, липово-сосновом и елово-липовом, на постагrogenных дерново-подзолистых почвах (рис.1).

Регулярный парк музея-усадьбы «Архангельское» имеет геометрически правильную планировку, и характеризуется прямыми аллеями, цветниками и партерами правильной формы, стрижкой деревьев и кустарников в виде посадок разнообразных геометрических форм. Регулярный парк можно разделить на две части: периферийную зону, представленную древесно-кустарничковыми посадками, и центральную зону парка под такими планировочными элементами как открытые газоны, дорожки и биндаж.

Почвенный покров регулярного парка представлен техногенными поверхностными образованиями: урбиквазиземами, литостратами и органолитостратами.

Методы исследования. Для характеристики растительного покрова на каждом лесном участке закладывалась пробная площадь размером 25х25м и использовался стандартный набор показателей (Рысин, Савельева, 2007). Определялись: господствующая и основная сопутствующая древесные породы, основная порода подлеска, основные и сопутствующие виды-доминанты травяно-кустарничкового покрова. Для пробных площадей были составлены схемы расположения древесных растений. Для деревьев первого и второго ярусов были измерены диаметры стволов и составлена карта-схема парцеллярной структуры травяного покрова.

Для характеристики растительных ассоциаций газонов центральной зоны, регулярной части парка описывались площади 10*10м.

Подстилки отбирались в конце листопада с площадок 0,5х0,5м в трехкратной повторности для определения их запасов и фракционного состава. В ходе анализа состава подстилок были выделены следующие компоненты: ветки, кора, хвоя, шишки, листья, остатки трав и мхов, детрит. Легкоразлагаемый остаток рассчитывался по сумме листьев, мха и ветоши. Под детритом подразумевается глубоко преобразованные растительные остатки, измельченные до такой степени, которая не позволяет проводить их дальнейшее разделение. Детрит был просеян через сита, и получены фракции: больше 10 мм, от 10 до 7 мм, от 7 до 5 мм, от 5 до 3 мм, от 3 до 2 мм, от 2 до 1 мм, от 1 до 0,5 мм, от 0,5 до 0,25 мм и меньше 0,25 мм.

Для характеристики почв сделаны морфологические описания почвенных разрезов, заложенных на каждой из пробных площадей. Почвенные образцы для определения актуальной кислотности и содержания общего углерода и азота отбирались погоризонтно.

Для изучения пространственной изменчивости актуальной кислотности и содержания углерода и азота в почвах пейзажной части парка с учетом парцеллярной структуры образцы отбирались из верхнего органоминерального слоя почвы (0-5 см) по 10 из каждой парцеллы, причем пять на расстоянии 0.5 м от ствола и пять в подкороновом пространстве деревьев.

В целях определения пространственного варьирования почвенных свойств в регулярной части парка образцы из верхнего органоминерального горизонта отбирались в 15-ти кратной повторности.

Лабораторные исследования проведены по стандартным методикам (Вадюнина, Корчагина, 1986; Воробьева, 1998; Зубкова, 1998; Шеин, 2005). Было проведено:

- определение плотности;
- агрегатный анализ почв (сухое и мокрое просеивание по Саввинову);
- механическая твердость на раздавливание агрегатов диаметром 1-2, 2-3, 3-5, 5-7мм;
- определение актуальной кислотности почв (рН водной суспензии);
- определение содержания углерода и азота на элементном анализаторе CNHS Vario EL III. Фирма Elementar;
- Содержание углерода и азота в водной вытяжке определялось на автоматическом анализаторе Shimadzu TOC-V_{CPN} (Методы стационарного изучения почв, 1977);
- определение биологической активности методом субстрат индуцированного дыхания на газовом хроматографе (Ананьева и др., 2009);
- определение дыхания почвы в полевых условиях методом закрытых камер на приборе Gas analyzer DX6210 (динамика утро-день) (Смагин, 2005).

Статистический анализ полученных данных выполнен в пакете STATISTICA 6. Сравнение средних величин по t-критерию - уровень значимости 0,05, дисперсионный анализ – уровень значимости 0,1.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

§1. Характеристика растительности

Растительный покров пейзажной и регулярной частей парка отличаются технологией формирования и системой ухода. Лесные массивы пейзажной части парка характеризуются минимальным антропогенным вмешательством (санитарная рубка древостоя). В древесных посадках регулярной части парка проводится удаление подроста и подлеска, а также периодическое кошение травостоя и сбор опада. На газонах регулярной части парка производится систематическое кошение травостоя (табл.1).

Полевые исследования показали, что в пейзажной части парка встречаются крупные старовозрастные деревья, возраст которых в архивах парка и на дендропланах не указан.

При сравнении полученных нами данных по диаметру стволов крупных деревьев с литературными данными было установлено, что возраст сосен сосново-липового массива может превышать 200-ти лет, и, по-видимому, сопоставим с возрастом парка (табл.2). Полученные результаты являются новой информацией о нахождении старовозрастных деревьев на территории парка и могут быть использованы для оценки возраста насаждений.

Таблица 2. Диаметры стволов сосны, липы и ели в пейзажном парке музея-усадьбы «Архангельское» и в разновозрастных лесах Москвы и Московской области (Рысин и др., 2001; Мониторинг рекреационных лесов, 2003).

	Леса Москвы и Подмосковья		Массивы пейзажного парка музея-усадьбы «Архангельское», средний диаметр, см		
	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Сосново-липовый	Липово-сосновый	Елово-липовый
Сосны	200	56	73	41	—
	170-180	50-55			
	150	45			
Липы	100	16-24	41	22	31
Ели	110	60-80	—	—	40

Обнаруженные в сосново-липовом массиве старовозрастные сосны представляют собой историческую и эстетическую ценность. Такие уникальные зрелые деревья – зеленое наследие парка рассматриваются как особо охраняемые природные объекты, сохранение которых увеличивает биоразнообразие растительного покрова парков за счет расширения набора разновозрастных растений.

Древесный ярус **сосново-липового массива** пейзажной части парка (сосново-липовый кислично-папоротниковый лес, 6ЛЗС1Е) представлен соснами (*Pinus sylvestris*), возраст которых больше 200 лет, и елями (*Picea abies*). Велико количество липы (*Tilia cordata*), которая активно возобновляется. В связи с высокой сомкнутостью крон в травяном покрове присутствуют только лесные теневыносливые виды, преобладают папоротник, кислица обыкновенная и осока волосистая.

В древесном ярусе **липово-соснового массива** (липово-сосновый лес с доминированием папоротника в травяном покрове, 5С5Л) преобладают сосна (*Pinus sylvestris*) и липа (*Tilia cordata*). Подрост сосны отсутствует, подроста липы много. В отличие от сосново-липового массива здесь значительно светлее и освещение распределяется достаточно равномерно. Сомкнутость крон подроста и подлеска низкая 0,1-0,2 (Семенюк, Ильяшенко, 2013).

В древесном ярусе **елово-липового массива** (елово-липовый лес копытнево-папоротниковый, 6ЛЗЕ1Б) присутствуют липа (*Tilia cordata*) и ель (*Picea abies*), в небольшом коли-

честве присутствует береза (*Betula pendula*). Присутствует подрост липы и ели. Значительная объемно-пространственная неоднородность насаждений обусловлена неравномерностью в распределении сомкнутости крон подлеска и древесного яруса (Семенюк, Ильяшенко, 2013).

Среди лесных видов, присутствующих в травяно-кустарничковом ярусе доминируют папоротник (*Athyrium filix-femina Roth*) и сныть обыкновенная. Доминирование в травяном ярусе сныти обыкновенной и появление крапивы двудомной, эвтрофных видов, диагностирующих богатые почвы, принципиально отличает елово-липовый массив от сосново-липового и липово-соснового массивов. В небольшом количестве в травяном ярусе присутствует ландыш майский, занесенное в красную книгу растение.

Сосново-липовый и липово-сосновый массивы пейзажной части парка по видовому составу и структуре аналогичны эталонным сообществам Москвы и Московской области, и в свою очередь могут рассматриваться как условно-эталонные для окружающих территорий и всего Московского региона. Елово-липовый массив не может быть отнесен к условно-эталонным из-за наличия в травяном покрове сорно-рудеральных видов.

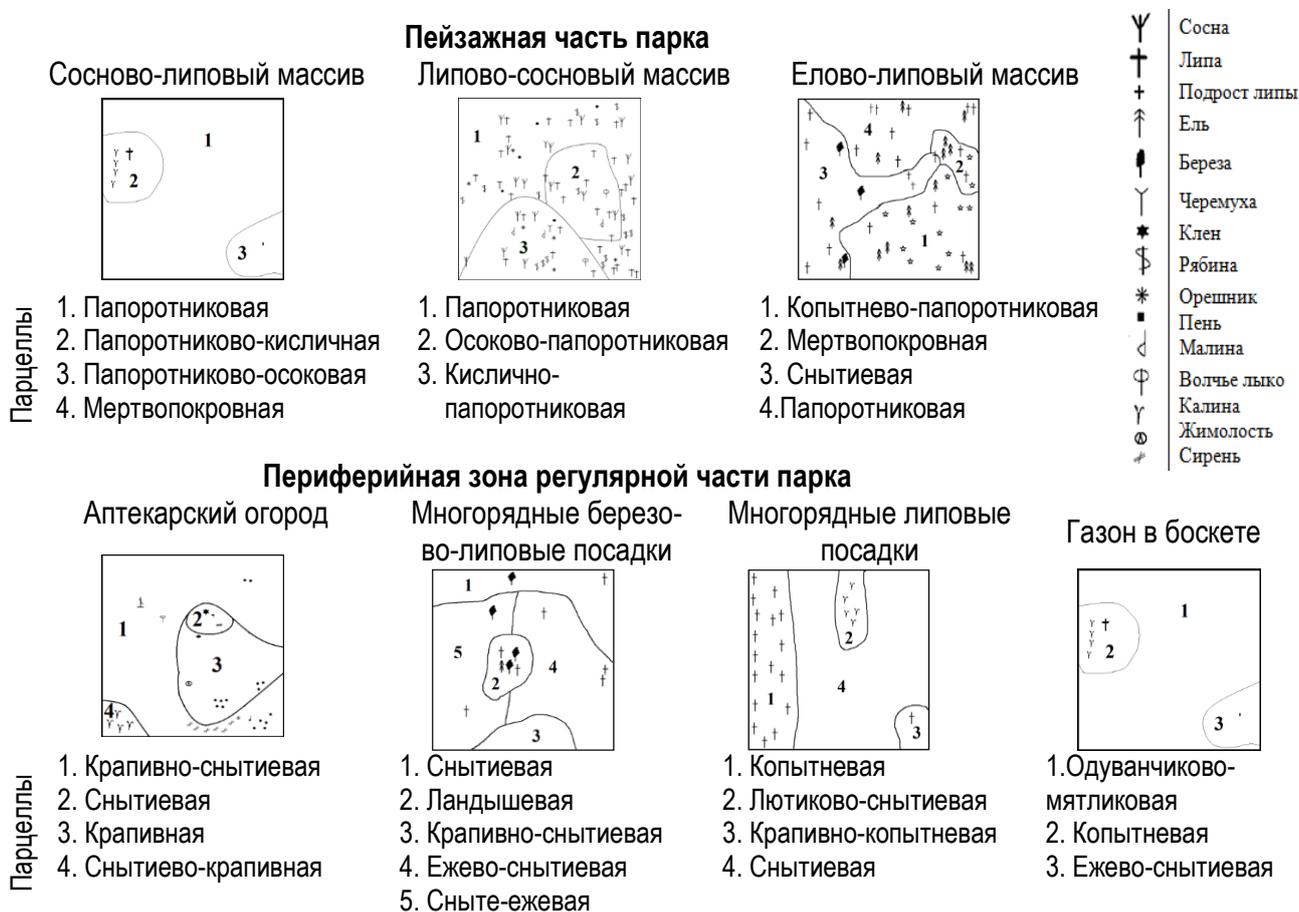


Рисунок 2. Схемы расположения деревьев и парцеллярная структура на пробных площадях.

Искусственные древесные посадки периферийной зоны регулярной части парка принципиально отличаются от лесных массивов пейзажной части парка, что выражается в более разреженном древесном ярусе (рис.2), в появлении в травяно-кустарничковом ярусе наряду с лесными также луговых и сорно-рудеральных видов (рис.3). Количество видов сорно-рудеральных растений достигает 8, а их доленое участие в травяном покрове – 30%. В травяном покрове увеличивается доля эвтрофных видов: сныти обыкновенной и крапивы двудомной, диагностирующих богатые почвы.

Рекомендуется разработать комплекс мероприятий по поддержанию и сохранению многорядных березово-липовых посадок, в которых сформированы условия для произрастания наибольшего количества видов травяных растений, в том числе ландыша майского, внесенного в Красную книгу, единичные экземпляры которого встречаются также и в елово-липовом массиве.



*В травяном покрове присутствуют виды, занесенные в красную книгу.

Рисунок 3. Долевое участие лесных, луговых и сорно-рудеральных видов (%) в напочвенном покрове структурно-функциональных компонентов парка музея-усадьбы «Архангельское».

Рекомендуется разработать комплекс мероприятий по поддержанию и сохранению многорядных березово-липовых посадок, в которых сформированы условия для произрастания наибольшего количества видов травяных растений, в том числе ландыша майского, внесенного в Красную книгу, единичные экземпляры которого встречаются также и в елово-липовом массиве.

Видовой состав растительного покрова газонов, расположенных в центральной зоне регулярной части парка, не соответствует нормативам, принятым для обыкновенных и партерных газонов: присутствуют не только луговые виды, входящие в состав смесей – мятлик, овсяница (Князева Т.П., Князева Д.В., 2004), но и сорно-рудеральные — подорожник большой, будра плющевидная и одуванчик лекарственный.

§2. Характеристика подстилок

В соответствии с классификацией Л.Г. Богатырева с соавторами (2004) подстилки структурно-функциональных компонентов парка музея-усадьбы «Архангельское» можно разделить на два типа ферментативные двухслойные подстилки елово-липового массива и мертвопокровных участков сосново-липового массива пейзажной части парка, и деструктивные подстилки остальных растительных сообществ.

Следует отметить, что в пейзажной части парка опад не удаляется. В кленово-липовых посадках регулярной части парка сбор листьев производился только последние 2-3 года. Многорядные березово-липовые посадки характеризуются многолетней системой ухода, предполагающей сбор листьев.

Отмечена общая тенденция увеличения запасов подстилок от лиственных древесных насаждений регулярной части парка (0,5-0,6 кг/м²), к подстилкам древесных массивов пейзажной части парка (0,6-1,3 кг/м²), которые представлены в основном смешанными насаждениями (табл.3). Максимальными запасами до 1,8 кг/м² характеризуются ферментативные подстилки мертвопокровных участков сосново-липового массива, что соответствует литературным данным (Карпачевский, 2005; Попова, 2009).

Анализ подстилок лиственных насаждений, которые различаются системой ухода (табл.1), показал, что по отношению к ненарушенному липово-березовому массиву пейзажной части парка, подстилки кленово-липовых насаждений регулярной части парка, за которыми осуществляется периодический уход, характеризуются сопоставимыми общими запасами и запасами легкоразлагаемой части (табл.3).

Таблица 3. Характеристика подстилок структурно-функциональных компонентов парка музея-усадьбы «Архангельское».

Место-положение	Тип растительного сообщества	Структурно-функциональный компонент	Типы подстилок*	Запасы, кг/м ²	Легкоразлагаемая часть опада, кг/м ²
Пейзажная часть парка	Смешанный лес	Елово-липовый массив	Ферментативные**	0,9	0,15
		Сосново-липовый массив	Ферментативные	1,80	0,08
			Деструктивные***	1,30	0,26
	Липово-сосновый массив	Деструктивные	1,30	0,12	
	Лиственный лес	Липово-березовый массив	Деструктивные	0,60	0,25
Регулярная часть парка	Лиственный лес	Кленово-липовые посадки	Деструктивные	0,55	0,26
		Многорядные березово-липовые посадки	Деструктивные	0,50	0,2

* Типы подстилок выделялись по классификации Богатырева и др., (2004).

** Ферментативные, слабосопряженные, сложные, маломощные, хвойно-лиственные

*** Деструктивные, несопряженные, примитивные, очень маломощные, лиственные

Однако в многорядных березово-липовых посадках общие запасы подстилки (0,5 кг/м²) и запасы ее легкоразлагаемой части (0,2 кг/м²) оказались ниже, что объясняется регулярной и тщательной уборкой опада.

Удаление опада также влияет на соотношение компонентов подстилки, По отношению к другим подстилкам лиственных сообществ в структуре подстилки многорядных березово-липовых посадок доля детрита увеличивается в 2,5-3 раза (рис.4).

По содержанию детрита (33%) подстилки многорядных березово-липовых посадок сопоставимы с подстилками смешанных сообществ пейзажной части парка. Относительное накопление детрита в подстилках многорядных березово-липовых посадок, по-видимому, можно связать с изменением экологических условий в связи с регулярным кошением травостоя и удалением опада с поверхности почвы, что влияет на процессы разложения оставшегося на поверхности почвы органического материала.

Регулярная уборка опада, как и следовало ожидать, приводит к уменьшению долевого содержания веток – наиболее крупного компонента, легко удаляемого с поверхности почвы. В многорядных березово-липовых посадках содержание веток (21%) значительно меньше, чем в кленово-липовых посадках (34%) и липово-березовом массиве (36%) (рис.4).

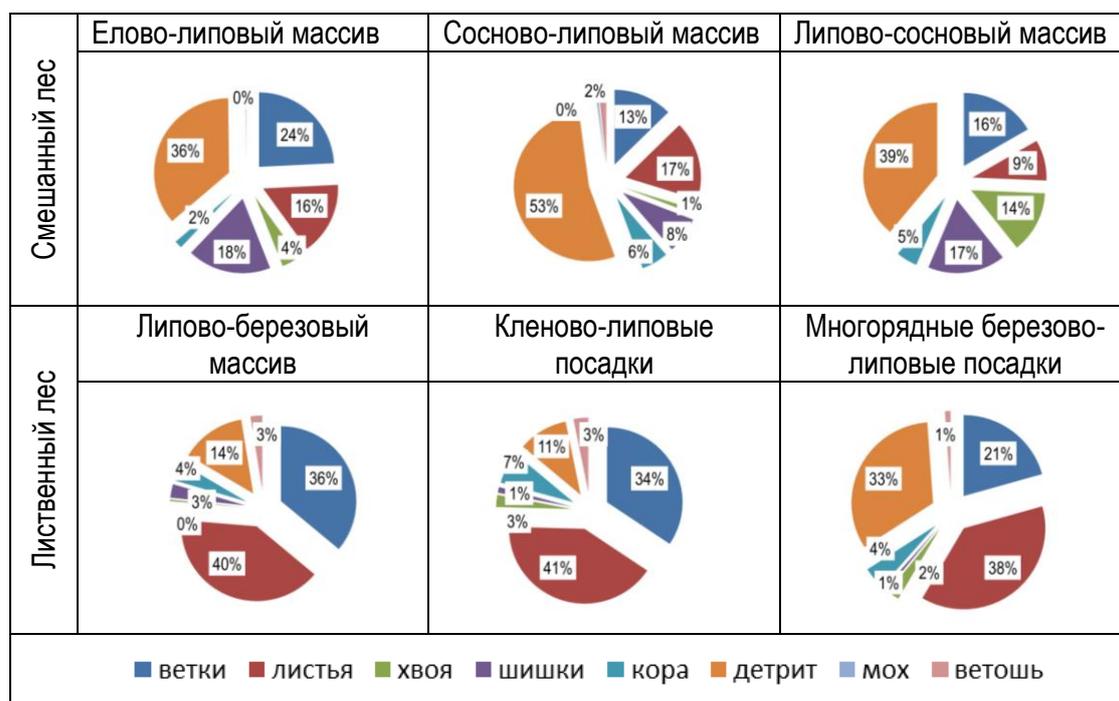


Рисунок 4. Состав подстилок структурно-функциональных компонентов парка музея-усадьбы «Архангельское», %, (n=3)

Анализ распределения размерных фракций детрита показал, что деструктивные подстилки лиственных сообществ отличается от подстилок смешанных лесов отсутствием фракций детрита >7мм и накоплением фракции 3-5мм (табл.4).

Таблица 4. Соотношение размерных фракций детрита, % (n=3).

Фракции		Название объекта									
		< 0,25	0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-5	5-7	7-10	> 10	
Смешанный лес	Ферментативные подстилки										
	Елово-липовый массив	O1	0,9	1,8	1,2	7,7	10,7	21,3	16,9	22,6	16,9
		O2	6,7	10,6	5,7	19,8	11,8	16,2	9,2	11,4	8,6
	Мертвопокровная парцелла	O1	10,1	13,5	2,3	17,2	10,9	19,5	14,6	11,7	0,0
		O2	5,5	6,7	1,0	13,0	11,3	20,7	16,9	15,3	9,5
	Деструктивные подстилки										
Сосново-липовый массив		3,9	5,9	3,0	13,8	11,3	19,0	13,8	15,0	14,2	
Липово-сосновый массив		4,2	3,4	2,0	12,4	11,1	20,7	14,1	15,8	16,3	
Лиственный лес	Липово-березовый массив		2,3	8,1	5,2	18,0	17,7	32,3	16,4	—	—
	Кленово-липовые посадки		3,8	2,5	1,7	6,6	15,6	41,9	27,9	—	—
	Многорядные березово-липовые посадки		6,0	6,7	3,6	13,1	21,8	33,4	15,4	—	—

Отсутствие крупных фракций свидетельствует о более высокой скорости разложения детрита в лиственных ассоциациях по сравнению со смешанными, что подтверждается литературными данными о низкой скорости разложения хвойного опада (Карпачевский, 2005).

В детрите многорядных березово-липовых посадок происходит накопление фракции <0,25, доля которой в 1,5-2 раза больше, чем в остальных подстилках лиственных сообществ.

§3. Свойства парковых почв

3.1 Морфологические свойства

Почвенный покров парковой территории представлен постагрогенными дерново-подзолистыми почвами пейзажной части парка и сконструированными почвами регулярной части парка. Возраст верхних органоминеральных горизонтов постагрогенных дерново-подзолистых почв пейзажной части парка, по-видимому, сопоставим с возрастом лесных массивов и составляет от 80 до 200 лет. Возраст верхних горизонтов почв регулярной части парка связан с реконструкцией в 70-х годах прошлого века. Возможно, эти почвы омолаживались в более позднее время для поддержания декоративной функции газонов или обновления отсыпки гравийных дорожек.

Принадлежность почвы к различным структурно-функциональным компонентам парка определяет различия в технологии создания почв, что отражается в строении почвенного профиля. Условные схемы строения основных типов почвенных профилей представлены на рисунке 5.

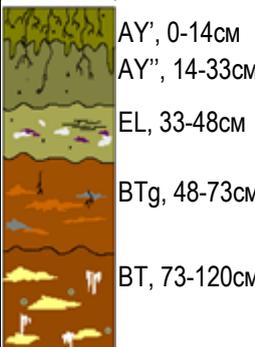
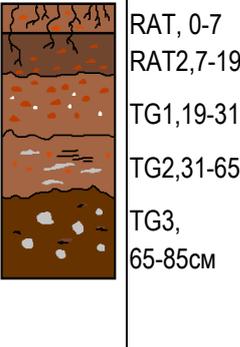
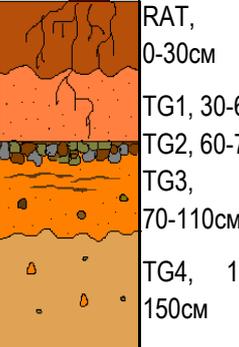
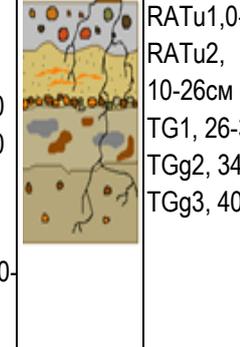
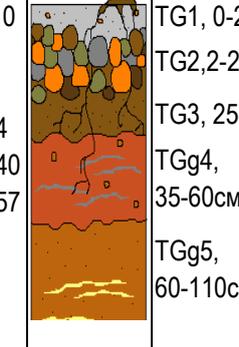
Пейзажная часть парка	Регулярная часть парка			
	Газон в боскете	Партерный газон	Биндаж	Дорожка главная 1
Сосново-липовый массив	Урбиквазизем	Органолитострат	Органолитострат	Литострат
Постагрогенная дерново-подзолистая почва на покровном суглинке, подстилаемом мореной				
 AY', 0-14см AY'', 14-33см EL, 33-48см BTg, 48-73см BT, 73-120см	 RAT, 0-7 RAT2, 7-19 TG1, 19-31 TG2, 31-65 TG3, 65-85см	 RAT, 0-30см TG1, 30-60 TG2, 60-70 TG3, 70-110см TG4, 110-150см	 RATu1, 0-10 RATu2, 10-26см TG1, 26-34 TGg2, 34-40 TGg3, 40-57	 TG1, 0-2см TG2, 2-25см TG3, 25-35 TGg4, 35-60см TGg5, 60-110см

Рисунок 5. Условные схемы строения постагрогенных и сконструированных почв парка музея-усадьбы «Архангельское».

Постагрогенные дерново-подзолистые почвы сосново-липового и липово-соснового массивов характеризуются большой мощностью гумусового горизонта более 30см (табл.5), который дифференцирован на два подгоризонта. Почвы елово-липового массива имеют гумусовый горизонт, не превышающий по мощности 6см.

Таблица 5. Мощности подгоризонтов AY' и AY'' и общая мощность горизонта AY постагрогенных дерново-подзолистых почв сосново-липового и липово-соснового массивов парка «Архангельское».

Статистические параметры	Сосново-липовый массив			Липово-сосновый массив		
	AY'	AY''	общая	AY'	AY''	общая
средняя мощность, см (n=15)	14	21	35	14	16	30
стандартное отклонение	3,0	5,1	4,4	2,6	3,5	3,0

Согласно морфологическому описанию почвы регулярной части парка отнесены к техногенным поверхностным образованиям (Шишов и др., 2004).

Почвы периферийной зоны регулярного парка были отнесены к урбиквазиземам. В верхних органоминеральных горизонтах РАТ и нижележащих горизонтах ТГ урбиквазиземов многорядных посадок, газона в боскете (рис.5) и аптекарского огорода присутствуют антропогенные включения стекол, кирпича и камней разных размеров более 5%.

Почвы газонов центральной зоны регулярной части парка представлены органолитостратами. Необходимо отметить, что под горизонтами РАТ в обоих газонах размещаются искусственно созданные техногенные горизонты ТГ до глубины метр и более.

Почвы партерного газона (рис.5), в отличие от остальных сконструированных почв не содержит включений мусора и характеризуется более качественным подходом формирования почвенного профиля на основе технологии слоистых конструкций. Под мощным органоминеральным горизонтом РАТ партерного газона располагается серия горизонтов ТГ, включающих прослойку песка мощностью 30см и 10-ти сантиметровую прослойку плоских камней. Данные слои предусмотрены для улучшения дренажа верхней части почвенного профиля (Теодоронский, 2003).

Биндаж выполняет двойную функцию: с одной стороны это дорожка, по которой осуществляется движение посетителей внутри крытой аллеи, с другой стороны сама крытая аллея формируется из лип, в связи с чем почва биндажа должна характеризоваться свойствами благоприятными для произрастания деревьев. Почва биндажа, как и почвы газонов, относится к органолитостратам. Верхняя часть представлена двумя органоминеральными горизонтами РАТ, содержащими включения мелких камней антропогенного происхождения. Ниже располагаются техногенные горизонты ТГ, в профиле имеется дренаж из камней мощностью 8 см.

В связи с технологическими особенностями создания дорожек их почвы представлены только техногенными горизонтами. Это позволило отнести их к подгруппе литостраты.

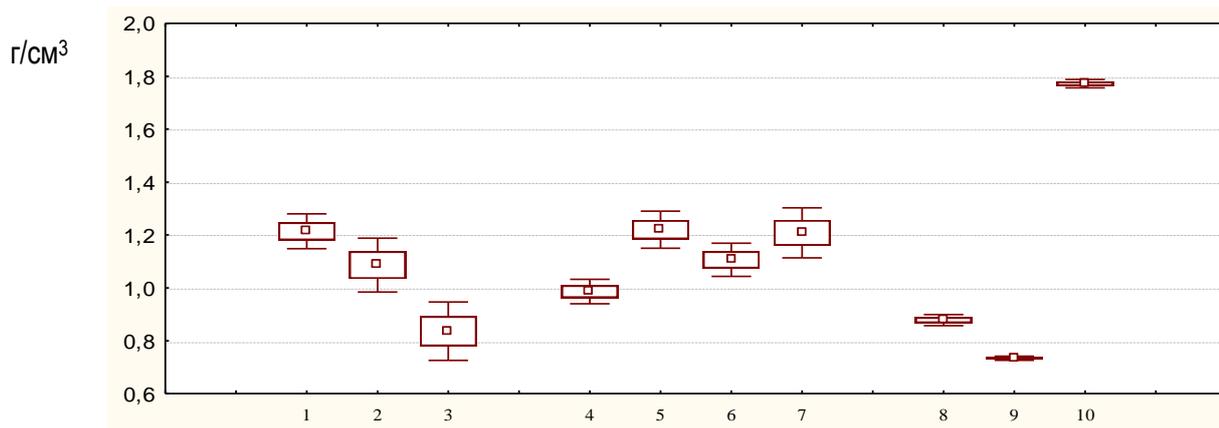
3.2 Физические свойства верхних горизонтов почв.

3.2.1 Плотность почв.

Исследования верхних горизонтов почв структурно-функциональных компонентов парка показали, что значения плотности колеблются в широких пределах от 0.8 до 1.8 г/см³ (рис.6, табл.6), что соответствует диапазону плотности почв городских территорий, и в частности почв парков и садов (Строганова и др., 2008; Pouyat et al., 2010).

Для верхнего горизонта РАТ сконструированных почв газонов центральной зоны регулярной части парка была отмечена низкая плотность 0,8г/см³. Такая плотность сходна с плотностью новообразованных горизонтов, формирующихся на начальной стадии конструирования газонов (Экологические функции городских почв, 2004; Ильяшенко, 2008). Необходимо отметить, что такая же невысокая плотность была отмечена для верхнего органоминерального горизонта постагрогенной дерново-подзолистой почвы елово-липового сообщества, расположенного в пейзажной части парка.

Почвы биндажа характеризуются наибольшей плотностью, и величина эта значительна – 1,8г/см³, что связано, с одной стороны, с технологическими приемами его формирования, которые предусматривают укатывание верхнего горизонта почвы, а с другой, с повышенной рекреационной нагрузкой при использовании биндажа.



Постагрогенные почвы
пейзажной части парка

- 1 – Сосново-липовый массив
- 2 – Липово-сосновый массив
- 3 – Елово-липовый массив

Сконструированные почвы регулярной части парка

- Периферийная зона
- 4 – Аптекарский огород
 - 5 – Многорядные березово-липовые посадки
 - 6 – Многорядные липовые посадки
 - 7 – Газон в боскете

Центральная зона

- 8 – Газон обыкновенный
- 9 – Газон партерный
- 10 – Биндаж

Рисунок 6. Плотность почв структурно-функциональных компонентов музея-усадьбы «Архангельское».

Технологическими приемами создания объясняется значительная однородность плотности верхних горизонтов сконструированных почв как в биндаже, так и в почвах газонов. Для последних предъявляются повышенные требования к декоративности газонного покрытия. Создание однородного травяного покрова требует однородности почвенных свойств верхнего слоя, в том числе и плотности, что обуславливает минимальное варьирование этого свойства в данных почвах.

3.2.2 Агрегатный состав

Показатели, характеризующие агрегатный состав изучаемых почв представлены в табл.6. Значения коэффициентов структурности свидетельствуют о хорошей структуре гумусового горизонта почв всех структурно-функциональных компонентов парка, за исключением партерного газона. Пониженное содержание агрономически ценных агрегатов в почве партерного газона свидетельствует о несоблюдении технологий при его формировании и о нарушении агротехнических приемов в процессе дальнейшего ухода.

Важной характеристикой структуры почв является ее водоустойчивость. Оценка водоустойчивости по суммарному количеству агрегатов >0.25 мм при мокром просеивании на основании классификации Н.А. Качинского (Шеин и др., 2001) показала, что у большинства изучаемых почв она отличная и избыточно высокая.

Анализ полученных данных показал, что сконструированные почвы регулярной части парка характеризуются лучшими характеристиками почвенной структуры по сравнению с постагрогенными дерново-подзолистыми почвами пейзажной части парка, что связано как с благоприятными аргофизическими свойствами почвогрунтов насыпных горизонтов РАТ сконструированных почв, так и с последующим уходом за почвами под регулярными древесными посадками и газонами.

Таблица 6. Физическое состояние органоминеральных горизонтов постагрогенных дерново-подзолистых и сконструированных почв парка «Архангельское» (n=5).

	Название объекта	Горизонт	Плотность		Содержание агрономически ценных агрегатов, %		Коэффициент структурности Кстр		Оценка водоустойчивости агрегатов по сумме агрегатов >0,25мм, %		
			\bar{X}^* , г/см ³	S г/см ³							
Пейзажная часть парка	Сосново-липовый массив	AУ	1,2	0,08	61	удов.	1,7	хор.	63	отл.	
	Липово-сосновый массив	AУ	1,1	0,12	70	хор.	2,5	хор.	58	хор.	
	Елово-липовый массив	AУ	0,8	0,13	76	хор.	3,2	хор.	60	отл.	
Регулярная часть парка	Периферийная зона	Аптекарский огород	RAT	1,0	0,05	71	хор.	2,5	хор.	63	отл.
		Многорядные березово липовые посадки	RAT	1,2	0,08	84	хор.	5,6	хор.	73	отл.
		Многорядные липовые посадки	RAT	1,1	0,07	80	хор.	4,4	хор.	76	избыточно высокая
		Газон в боскете	RAT	1,2	0,11	76	хор.	3,6	хор.	76	избыточно высокая
	Центральная зона	Газон обыкновенный	RAT	0,9	0,02	77	хор.	3,3	хор.	73	отл.
		Газон партерный	RAT	0,7	0,01	59	удов.	1,5	удов.	76	избыточно высокая
		Биндаж	RAT	1,8	0,02	88	хор.	2,2	хор.	65	отл.
		Дорожка главная 1	TG	-	-	71	хор.	2,5	хор.	-	-
		Дорожка главная 2	TG	-	-	76	хор.	3,3	хор.	-	-

* \bar{X} - среднее значение, S - стандартное отклонение

3.2.3 Механическая прочность агрегатов

Большинство изученных почв пейзажной части парка и сконструированных почв регулярной части парка характеризуются более низкими величинами механической прочности агрегатов (рис.7), чем приводимые в литературе данные по механической прочности агрегатов дерново-подзолистых почв (Зубкова, 1998; Моисеев, Романов, 2004). Исключением являются почвы партерного газона, характеризующиеся более высокой механической прочностью агрегатов — до 26кПа.

Вид зависимости механической прочности от размера агрегатов для изучаемых почв разный. Для почв сосново-липового и липово-соснового массивов пейзажной части парка механическая прочность агрегатов монотонно убывает с увеличением их размера. Для почв регулярной части парка общая тенденция сохраняется, но зависимость носит более сложный характер.

Для почв елово-липового массива пейзажной части парка, вид зависимости механической прочности от размера агрегатов такой же, что и у почв регулярной части парка, что указывает на насыпной характер гумусового горизонта этих почв.

Выявленные различия для естественных и сконструированных горизонтов также свидетельствуют о том, что для формирования насыпных органоминеральных горизонтов искусственных почв не применялись срезанные гумусовые горизонты естественных почв, а использовались смеси, включающие материал различного агрегатного состава.

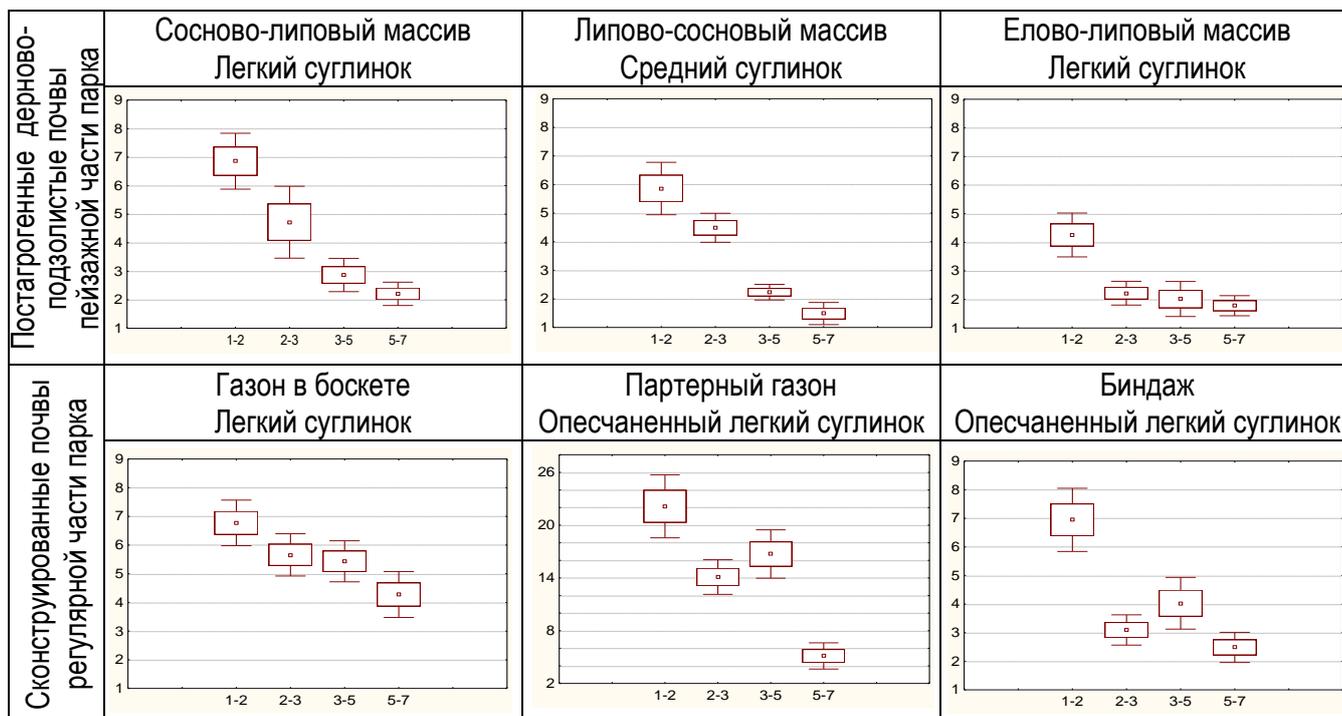


Рисунок 7. Механическая прочность на раздавливание почвенных агрегатов размером 1-2, 2-3, 3-5 и 5-7мм, кПа, (n=15).

Гранулометрический состав почв не оказывает существенного влияния ни на величину механической прочности агрегатов, ни на форму графика зависимости механической прочности агрегатов от их размеров.

3.3 Химические свойства верхних горизонтов почв

3.3.1 Реакция среды парковых почв

Результаты определения реакции среды почв структурно-функциональных компонентов парка музея-усадьбы «Архангельское» представлены на рисунке 8.

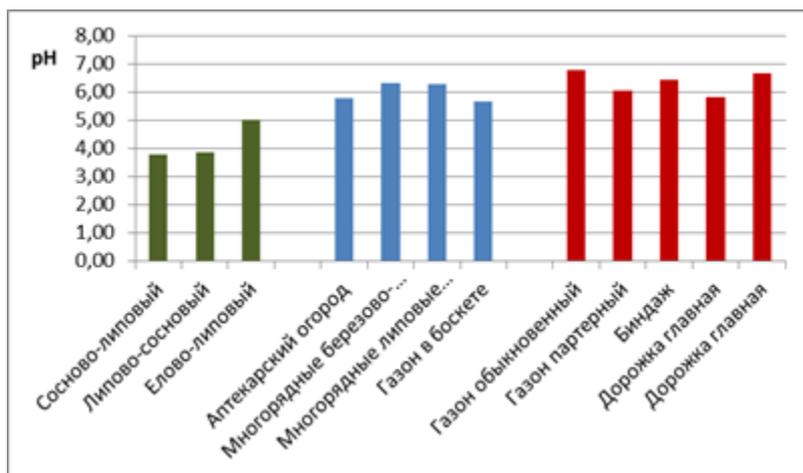


Рисунок 8. Реакция среды гумусового горизонта постагротенных дерново-подзолистых почв пейзажной части и сконструированных почв регулярной части парка «Архангельское» (n=10).

По величине значений pH изученные почвы делятся на две группы. Постагротенные дерново-подзолистые почвы пейзажной части паркового массива, характеризуются как кислые (pH от 4 до 5), что согласуется с данными о реакции среды дерново-подзолистых почв (Подзолистые почвы., 1980, Литвинович и др., 2009). Почвы регулярной части парка, как центральной зоны, так и периферийной, относятся к слабокислым и нейтральным почвам, что определяется исходными свойствами насыпного грунта

и наличием карбонатных антропогенных включений (Якубов, 2005; Ильяшенко, 2008). Для городских и парковых почв характерен большой разброс значений актуальной кислотности от 3,7 до 8,5 (Киреев, 1999; Строганова и др., 2008). Выявленные различия кислотности естественных почв пейзажной части и сконструированных почв регулярной части парка являются статистически значимыми.

3.3.2 Содержание и запасы углерода и азота в верхних горизонтах почв

Содержание углерода и азота в изученных почвах сопоставимо с содержанием углерода и азота в дерново-подзолистых почвах, исключением является партерный газон, содержание углерода в котором значительно выше и почвы дорожек, характеризующиеся минимальным содержанием углерода и азота (табл.7).

Таблица 7. Содержание углерода в верхнем гумусовом горизонте постагрогенных и сконструированных почв парка «Архангельское».

	Название объекта	Горизонт	Содержание общего углерода, % (n=15)	Запасы общего углерода в слое 5см, кг/м ² (n=15)	Водорастворимый углерод, % (n=10)	Запасы водорастворимого углерода в слое 5см, кг/м ² (n=10)	Доля водорастворимого углерода от общего, % (n=10)	C/N (n=15)	
Пейзажная часть парка	Сосново-липовый массив	AY	2,5±0,2*	1,5±0,13	0,05±0,004	0,032±0,004	2,1±0,43	13±0,3	
	Липово-сосновый массив	AY	2,0±0,1	1,1±0,04	0,05±0,004	0,029±0,003	2,7±0,33	13±0,2	
	Елово-липовый массив	AY	3,2±0,3	1,4±0,12	0,03±0,003	0,013±0,002	1,0±0,12	13±0,2	
Регулярная часть парка	Периферийная зона	Аптекарский огород	RAT	3,0±0,2	1,5±0,10	0,03±0,002	0,016±0,001	1,1±0,09	13±0,3
		Многорядные березово липовые посадки	RAT	3,1±0,2	1,9±0,11	0,045±0,003	0,028±0,002	1,5±0,14	14±0,3
		Многорядные липовые посадки	RAT	3,0±0,1	1,7±0,06	0,04±0,002	0,021±0,001	1,3±0,07	12±0,2
		Газон в боскете	RAT	2,6±0,2	1,6±0,10	0,04±0,002	0,024±0,001	1,5±0,13	11±0,3
	Центральная зона	Газон обыкновенный	RAT	3,2±0,2	1,4±0,08	0,04±0,003	0,017±0,001	1,2±0,08	12±0,2
		Газон партерный	RAT	4,8±0,2	1,8±0,09	0,05±0,001	0,019±0,002	1,1±0,12	13±0,4
		Биндаж	RAT	1,8±0,3	1,6±0,27	0,03±0,001	0,024±0,001	1,5±0,08	14±0,7
		Дорожка главная 1	TG	0,17±0,3	0,2±0,03	0,001±0,001	0,001±0,0001	0,8±0,02	15±1,4
		Дорожка главная 2	TG	0,07±0,2	0,1±0,02	0,001±0,0002	0,001±0,0001	0,8±0,22	13±1,2

*Среднее ± ошибка среднего

Наличие органического вещества в почвах дорожек можно объяснить тем, что дорожки заглублены относительно общей поверхности почвы. Окруженные газонами, где производится регулярная стрижка травостоя, по-видимому, они в результате латерального стока и ветрового переноса способны накапливать органическое вещество. На аккумуляцию органического вещества в почвах тропинок было указано в работе В.А. Кузнецова (2011).

Сконструированные почвы регулярной части парка характеризуются достаточно высоким содержанием общего углерода и азота и их запасов, что связано с использованием при их формировании органоминеральных смесей, богатых органическим материалом. Это определяет значительное количество сныти обыкновенной в травянистом покрове, выявленное при полевых исследованиях.

Доля водорастворимого углерода от общего в почвах сосново-липового и липово-соснового массивов пейзажной части парка составляет 2.1-2.7%, что статистически значимо выше, чем в сконструированных почвах регулярной части парка.

В группе постагрогенных дерново-подзолистых почв пейзажной части парка выделяются почвы елово-липового массива. В данных почвах содержание, запасы водорастворимого углерода и его доля от общего в гумусовом горизонте ниже, чем в почвах сосново-липового и липово-соснового массивов. Гумусовый горизонт почв елово-липового массива по физическим свойствам (плотность, вид зависимости механической прочности агрегатов от их размера) сходен со сконструированными почвами регулярной части парка, что свидетельствует о его возможном насыпном характере.

Органическое вещество изучаемых почв характеризуется низкой обогащенностью гумуса азотом. Высокое отношение C/N (15) отмечено в почвах дорожек, что согласуется с данными о повышенном содержании C в городских почвах (Строганова, и др. 2008).

3.4 Профильное распределение рНвод и содержания углерода и азота в почвах парка

Изученные постагрогенные дерново-подзолистые почвы пейзажной части парка характеризуются элювиально-иллювиальным распределением реакции среды и регрессивно-аккумулятивным распределением углерода, что соответствует распределению этих свойств в естественных дерново-подзолистых почвах (рис.9) (Почвы Московской области, 2002).

Для большинства сконструированных почв как периферийной, так и центральной части регулярного парка характерно резкое увеличение рНвод с глубиной и неравномерное распределение содержания углерода. Последнее может свидетельствовать о наличии погребенного органического материала или неорганического углерода, например, в составе антропогенного мусора (Никифорова, Лазукова, 1995). Подобное распределение характерно для городских почв (Прокофьева, Попутников, 2010).

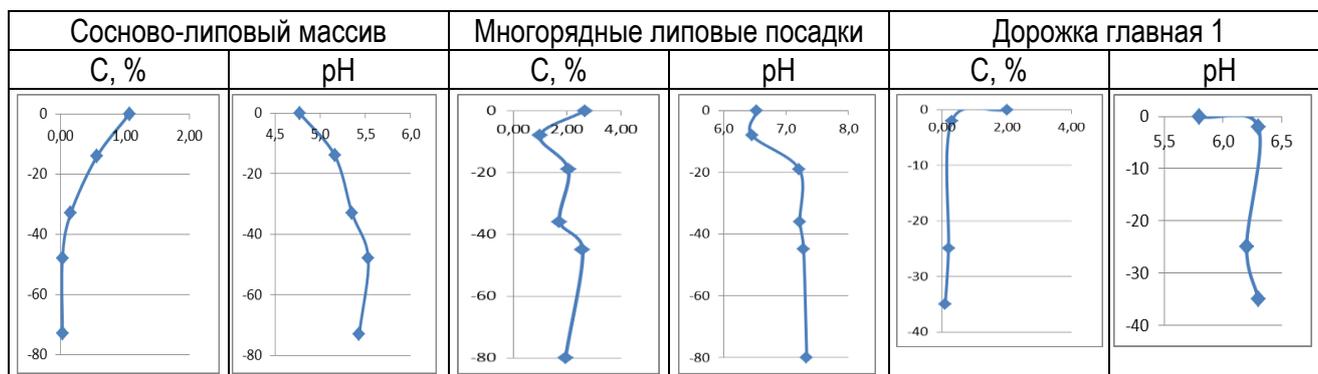


Рисунок 9. Профильное распределение содержания углерода и рНвод в почвах структурно-функциональных компонентов парка.

Исключением являются почвы многорядных березово-липовых посадок и партерного газона, распределение содержания углерода и рНвод в которых аналогично почвам пейзажной части парка.

Профиль дорожек сильно дифференцирован по содержанию углерода, небольшое количество органического вещества содержится в верхнем горизонте почв дорожек и резко убывает с глубиной.

3.5 Биологические свойства парковых почв

3.5.1 Базальное и субстрат-индуцированное дыхание почв

Верхние горизонты почв функционально-планировочных элементов музея-усадьбы «Архангельское» различаются между собой по величинам базального и субстрат-индуцированного дыхания и по содержанию углерода микробной биомассы (табл.8).

Таблица 8. Показатели биологической активности почв верхних горизонтов функционально-планировочных элементов парка музея-усадьбы «Архангельское».

	Название объекта	Почвы	Индекс горизонта	БД*	СИД	Смик	
				мкг CO ₂ -C/г почвы в час	мкг CO ₂ -C /г почвы	мкг CO ₂ -C /г почвы	
Пейзажная часть парка	Сосново-липовый массив	Постагrogenные дерново-подзолистые	AY	2,4	10,1	225	
	Липово-сосновый массив		AY	2,2	8,6	192	
	Елово-липовый массив		AY	3,2	11,8	263	
Регулярная часть парка	Аптекарский огород	Техногенные поверхностные образования	RAT	2,7	8,6	191	
	Многорядные березово-липовые посадки		RAT	2,4	8,3	185	
	Многорядные липовые посадки		RAT	2,2	7,4	164	
	Газон в боскете		RAT	1,6	7,8	175	
	Газон обыкновенный		квализемы	RAT	1,9	8,8	196
	Газон партерный		урбиквализемы	RAT	0,6	6,4	143
	Биндаж		органолитостраты	RAT	0,9	5,4	121
	Дорожка главная		натурфабрикаты литостраты	TG	0,10	1,2	28
	Дорожка главная			TG	0,03	0,7	17

*БД — базальное дыхание,

СИД — субстрат-индуцированное дыхание,

Смик — углерод микробной биомассы,

Постагrogenные дерново-подзолистые почвы пейзажной части парка аналогичны естественным дерново-подзолистым почвам по содержанию Смик, БД и СИД что в совокупности с физическими и химическими свойствами, определенными ранее, позволяет рассматривать данные почвы в качестве условно-эталонных.

В почвах периферийной зоны регулярной части парка (в почвах аптекарского огорода, многорядных липовых и березово-липовых посадок и газона в боскете) верхние органоминеральные горизонты почв по всем изученным показателям не имели существенных различий с верхними горизонтами постагrogenных почв пейзажной части парка.

Биологическая активность почв центральной зоны регулярной части парка значительно ниже, чем биологическая активность условно-эталонных почв пейзажной части парка и почв периферийной зоны регулярной части парка. Исключение составляет газон обыкновенный, почва которого по показателям биологической активности соответствует условно-эталонным почвам пейзажной части парка.

Наиболее низкие значения показателей биологической активности среди изученных почв регулярной и пейзажной части парка характерны для органоминеральных горизонтов

RAT почв биндажа и партерного газона, что, по-видимому, связано с их неудовлетворительными физическими свойствами.

Особый интерес представляют данные по биологической активности насыпных гравийных дорожек, в верхних техногенных горизонтах которых обнаружено небольшое количество органического вещества. Верхние техногенные горизонты (TG) дорожек по БД 0,03–0,1 мкг CO₂-C/г почвы в час сопоставимы с дыханием пахотных агродерново-подзолистых и городских почв. Значения СИД 0,7–1,2 мкг CO₂-C/г почвы в час и содержания Смк 30 и 50 мкг CO₂-C/г, несколько меньше, чем для пахотных почв (Ананьева и др, 2009; Гончарова, Телеснина, 2010; Гавриленко и др., 2011).

3.5.2 Эмиссия углекислого газа почвами

Величина эмиссии CO₂ почв планировочных элементов музея-усадьба «Архангельское» варьирует в широких пределах, достигая 300 мг CO₂/(м²час) (рис.10).

Эмиссия CO₂ из условно-эталонных постагрогенных дерново-подзолистых почв пейзажной части парка не превышает 200 мг CO₂/(м²час) и, в целом, соответствует эмиссии CO₂ из пахотных агродерново-подзолистых почв, но несколько ниже величины эмиссии из естественных дерново-подзолистых лесных почв (Гончарова, Телеснина, 2010; Умер, Ванькова, 2011).

Почвы центральной зоны регулярной части парка по значениям эмиссии CO₂ различаются между собой. Максимальными значениями эмиссии CO₂ характеризуется горизонт RAT газона обыкновенного (до 300 мг CO₂/(м²час)), что в полтора раза выше, чем эмиссия CO₂ из партерного газона. Эмиссия CO₂ из горизонта RAT биндажа значительно ниже, чем из газонов и в два раза ниже, чем из пахотных дерново-подзолистых почв. Такое низкое значение эмиссии CO₂ из почв биндажа, по-видимому, прежде всего связано с их высокой плотностью.

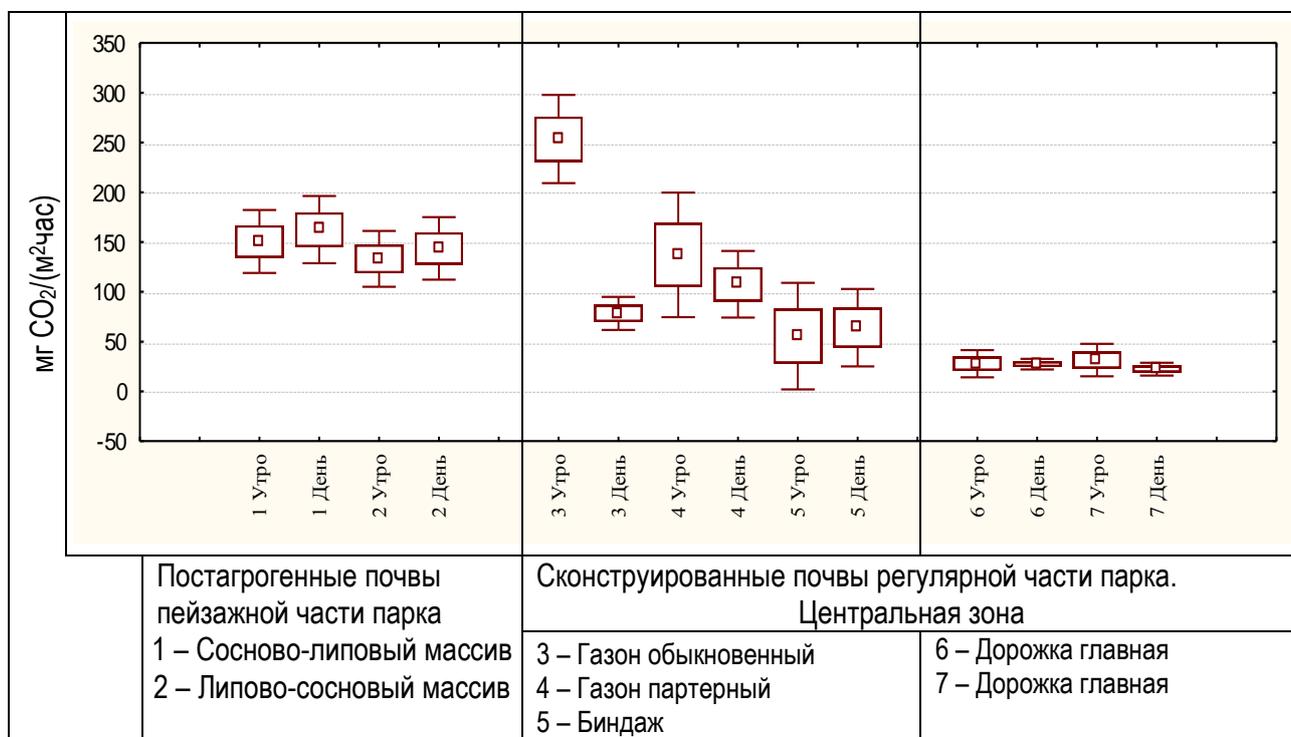


Рисунок 10. Динамика эмиссии CO₂ (мг CO₂/(м²час)) из верхних горизонтов почв функционально-планировочных элементов парка в утренние и дневные часы (n=10).

Техногенные горизонты TG почв дорожек, которые испытывают повышенную рекреационную нагрузку, характеризуются весьма малой величиной почвенного дыхания, в сред-

нем 20–30 мг CO₂/(м²час), что значительно ниже эмиссии CO₂ из пахотных почв (Смагин, 2005; Гончарова, Телеснина, 2010).

Изучение динамики эмиссии CO₂ в почвах (рис.10) показало, что в условно-эталонных постагрогенных дерново-подзолистых почвах отмечается тенденция к увеличению эмиссии CO₂ от утреннего срока измерения к дневному, что соответствует литературным данным (Ларионова, Розонова, 1993; Смагин, 2005; Задорожный и др., 2010). Для сконструированных почв регулярной части парка отмечается обратная закономерность: в утренние часы эмиссия CO₂ выше, чем днем.

При изучении пространственной неоднородности величины эмиссии CO₂, было установлено, что искусственно созданные горизонты РАТ характеризуются наибольшим пространственным варьированием величины эмиссии CO₂. Максимальный размах варьирования величины эмиссии CO₂ характерен для утренних часов, что принципиально отличает функционирование искусственных почвенных объектов от естественных почв.

Полученные различия в динамике и варьировании эмиссии CO₂ между сконструированными почвами газонов, дорожек и биндажа и постагрогенными дерново-подзолистыми почвами лесных массивов пейзажной части парка можно объяснить различиями в типах фитоценоза (травяные и лесные), что определяет различия в микроклиматических условиях, степени освещенности, в температуре и влажности почвы и др.

3.6 Внутрибиогеоценозная вариабельность химических и биологических свойств в парковых почвах

Изучение влияния парцеллярной структуры на свойства почвы (табл.9) показало, что в липово-сосновом массиве значимых различий между парцеллами по содержанию общего углерода и азота не выявлено.

Таблица 9. Варьирование свойств постагрогенных дерново-подзолистых почв в слое 0-5см с учетом парцеллярной структуры выделенных площадей (n=10).

Парцелла	Содержание, %		рНвод	БД	СИД
	углерода	азота		мкг CO ₂ -C/г почвы в час	
Сосново-липовый массив					
Папоротниковая	2,2±0,2 ^{а*}	0,17±0,01 ^а	3,8±0,07	2,3±0,4 ^а	4,0±0,7 ^а
Папоротниково-кисличная	3,0±0,4 ^в	0,22±0,02 ^в	3,9±0,12 ^а	5,2±0,6 ^в	6,4±0,8 ^в
Папоротниково-осоковая	2,4±0,2	0,19±0,01	3,7±0,04 ^в	2,5±0,5 ^а	5,4±0,6
Мертвопокровная	2,5±0,2	0,19±0,01	3,8±0,07	2,9±0,5 ^а	4,9±1,0
Липово-сосновый массив					
Папоротниковая	1,9±0,2	0,15±0,01	3,8±0,04	4,0±0,3 ^а	5,1±0,4 ^а
Осоково-папоротниковая	2,0±0,1	0,15±0,01	3,8±0,07	3,4±0,2 ^в	6,4±0,7 ^в
Кислично-папоротниковая	2,1±0,1	0,16±0,01	3,8±0,04	4,4±0,5 ^а	7,5±1,3
Елово-липовый массив					
Копытнево-папоротниковая	3,3±0,4	0,24±0,02	4,9±0,09 ^а	n/o	
Мертвопокровная	3,2±0,1	0,25±0,01	5,0±0,07 ^{ав}		
Снытьевая	3,3±0,2	0,25±0,01	4,8±0,13 ^с		
Папоротниковая	3,1±0,2	0,23±0,01	5,2±0,13 ^д		

* Среднее ± ошибка среднего

Значения, маркированные разными индексами, значимо отличаются друг от друга.

По показателям биологической активности: БД и СИД, изучаемые парцеллы статистически значимо различаются, наибольшей биологической активностью характеризуется кислотно-папоротниковая.

В сосново-липовом и елово-липовом массивах со сложной объемно-пространственной структурой отмечена более существенная дифференциация. В сосново-липовом массиве папоротниково-кисличная парцелла, занимающая значительную долю пробной площади – 43%, характеризуется не только высоким содержанием углерода и азота, но и максимальной биологической активностью, о чем свидетельствуют данные о БД и СИД (табл.9).

В елово-липовом массиве кислотность верхнего слоя почв зависит от типа парцеллы, наиболее низкими значениями рН отличаются копытнево-папоротниковая и снытиева парцеллы, что свидетельствует о воздействии травянистых растений на кислотность верхних гумусовых горизонтов (Карпачевский, 2005).

В системе подкороново-пристволового пространства в сосново-липовом массиве изученные показатели не имеют статистически значимых различий (табл.10). В то время как в липово-сосновом и елово-липовом массивах отмечены статистически значимые различия рНвод, что позволяет установить достоверное увеличение кислотности почв под действием стволовых вод (Карпачевский, 2005).

Несмотря на то, что статистически значимой разницы в содержании углерода и азота не обнаружено, тем не менее, в липово-сосновом и елово-липовом массивах прослеживается тенденция к увеличению содержания углерода и азота в пристволовом пространстве, что согласуется с литературными данными (Ведрова, 1980; Подвезенная, Рыжова, 2010).

Таблица 10. Варьирование свойств постагрогенных дерново-подзолистых почв в слое 0-5см с учетом подкоронового и приствольного пространства.

	Содержание, %		рНвод	БД	СИД
	углерода	азота		мкг CO ₂ -C/г почвы в час	
Сосново-липовый массив					
подкороновое пространство (n=20)	2,5±0,2*	0,19±0,01	3,8±0,05	3,2±0,4	5,4±0,5
приствольное пространство (n=20)	2,5±0,2	0,19±0,01	3,8±0,07	3,0±0,4	4,8±0,6
Липово-сосновый массив					
подкороновое пространство (n=15)	1,8±0,1	0,15±0,01	3,9±0,03 ^a	4,0±0,3	5,8±0,6
приствольное пространство (n=15)	2,1±0,1	0,16±0,01	3,7±0,05 ^b	3,8±0,3	7,1±0,8
Елово-липовый массив					
подкороновое пространство (n=20)	3,0±0,1	0,23±0,01	5,1±0,09 ^b	н/о	
приствольное пространство (n=20)	3,4±0,2	0,25±0,01	4,8±0,07 ^a		

* Среднее ± ошибка среднего

Значения, маркированные разными индексами, значимо отличаются друг от друга.

При сравнении средних значений БД и СИД выяснилось, что статистически достоверных различий в подкороновом и приствольном пространстве нет ни в сосново-липовом, ни в липово-сосновом массивах.

Практические рекомендации:

1. Для сохранения биоразнообразия в многорядных березово-липовых посадках парка музея-усадьбы «Архангельское», которые характеризуются максимальным количеством видов растений в травяно-кустарничковом ярусе, рекомендуется ввести особый режим охраны.
2. Для улучшения декоративного вида партерного газона парка рекомендуются: подсев стандартной травяной смеси, удаление сорных видов растений, а также улучшение почвенной структуры путем добавления органического вещества и структурообразователей в верхний органоминеральный горизонт.
3. Предлагается включать в перечень особо охраняемых объектов парков не только растения, внесенные в Красную книгу, но и слабопреобразованные биогеоценозы.
4. В древесных посадках парков и городских территорий рекомендуется при уборке опада удалять только листья и ветки, оставляя более мелкие фракции (хвоя, детрит и т.д.).
5. Для диагностики насыпных органоминеральных почвогрунтов рекомендуется использовать анализ зависимости прочности почвенных агрегатов от их размеров.
6. Гравийное покрытие можно рекомендовать к широкому применению при формировании дорожек в парках и внутридворовых пространствах на городской территории, как экологически оптимальное.
7. При оценке экологического состояния городских почв следует учитывать, что органоминеральные горизонты РАТ почв открытых газонов характеризуются пониженной биологической активностью, что может быть связано с экологическими условиями открытых пространств, определяющими особенности функционирования микробных сообществ.

Выводы:

1. На основании проведенных комплексных исследований основных структурно-функциональных компонентов парка были описаны как искусственные биогеоценозы регулярной части парка, так и слабопреобразованные биогеоценозы сосново-липовых и липово-сосновых массивов пейзажной части парка. Последние по растительности, подстилкам и основным почвенным свойствам аналогичны естественным биогеоценозам, что дает основание рассматривать их как условно-эталонные для Московской области.
2. Природоохранное значение музея-усадьбы «Архангельское» определяется наличием в сосново-липовом массиве пейзажной части парка старовозрастных деревьев, имеющих экологическую и историческую ценность, и растений, занесенных в красную книгу (ландыша майского), в елово-липовом массиве и многорядных березово-липовых посадках.
3. Искусственные древесные посадки регулярной части парка отличаются от лесных массивов пейзажной части парка более разреженным древесно-кустарничковым ярусом, наличием в травяно-кустарничковом ярусе наряду с лесными, также луговых видов и увеличением количества и долевого участия сорных видов.
4. Подстилки лесных массивов парка по запасам, структуре и составу детрита соответствуют подстилкам аналогичных естественных биогеоценозов и характеризуются увеличением запасов от листовенных сообществ ($0,5-0,6 \text{ кг/м}^2$) к смешанным ($0,9-1,8 \text{ кг/м}^2$). В условиях частичного отчуждения опада в листовенных насаждениях регулярной части парка запасы подстилки снижаются незначительно, но увеличивается доля детрита (33%), величина которой сопоставима с долей детрита в подстилках смешанных лесов (36-53%).

5. В гумусовом горизонте постагрогенных дерново-подзолистых почв сосново-липового и липово-соснового массивов пейзажной части парка механическая прочность почвенных агрегатов с увеличением их размера монотонно убывает, а для искусственно сконструированных насыпных горизонтов эта зависимость имеет более сложный характер.

6. В постагрогенных дерново-подзолистых почвах пейзажной части парка биологическая активность повышается с увеличением содержания общего углерода и азота, что проявляется как при сравнении парцелл, так и при сравнении лесных массивов между собой. Сконструированные почвы открытых газонов, содержание углерода и азота в которых значительно (4,8% и 0,36%, соответственно), характеризуются низкой биологической активностью органоминеральных горизонтов РАТ.

7. Сконструированные почвы регулярной части парка по отношению к условно-эталонным постагрогенным дерново-подзолистым почвам пейзажной части парка характеризуются нейтральной реакцией среды и пониженной долей водорастворимых углерода и азота от общего (0,8-1,5% по сравнению с 2,1-2,7% в условно-эталонных почвах пейзажной части парка), а также большим пространственным варьированием эмиссии CO₂.

8. Сходство постагрогенных дерново-подзолистых почв елово-липового массива со сконструированными почвами по таким показателям как плотность (0,8 г/см³), доля водорастворимых углерода и азота от их общего содержания (1% и 1,4%, соответственно), а также форма графика зависимости механической прочности почвенных агрегатов от их размера свидетельствует о, вероятно, насыпном характере верхнего горизонта этих почв.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Ильяшенко М.А. Свойства почвогрунтов, используемых для формирования конструктороземов. // Материалы международной научно-практической конференции «Плодородие почв — уникальный природный ресурс — в нем будущее России» и Всероссийской научной конференции XI Докучаевские молодежные чтения «Почва как носитель плодородия» / Под ред. Б.Ф.Апарина. — Спб.; 2008. — С.175-176

2. Ильяшенко М.А. Характеристика верхнего слоя конструктороземов. // Ломоносов — 2008: XV Международная конференция студентов и аспирантов по фундаментальным наукам; секция «Почвоведение»; 8-12 апреля 2008г.; Москва, МГУ им М.В.Ломоносова, факультет почвоведения: Тезисы докладов / Сост. Подвезенная М.А. — М.: МАКС Пресс, 2008. — С.52-53

3. Ильяшенко М.А. Почвы сосновых насаждений музея-усадьбы «Архангельское». // Материалы Всероссийской научной конференции XII Докучаевские молодежные чтения «Почвы и продовольственная безопасность России» / Под ред. Б.Ф.Апарина. — Спб.: Издательский дом С.-Петербургского государственного университета, 2009. — С.54-55

4. Ильяшенко М.А. Некоторые свойства почв сосновых насаждений музея-усадьбы «Архангельское». // Ломоносов — 2009: XVI Международная конференция студентов и аспирантов по фундаментальным наукам; секция «Почвоведение»; 13-18 апреля 2009г.; Москва, МГУ им М.В.Ломоносова, факультет почвоведения: Тезисы докладов / Сост. Подвезенная М.А. — М.: МАКС Пресс, 2009. — С.62-63

5. Ильяшенко М.А. Почвы и растительный покров сосновых насаждений музея-усадьбы "«Архангельское»". // 17 международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. "Ломоносов 2010" Секция почвоведение. Тезисы докладов. 12-15 апреля 2010. — М.: МАКС Пресс, 2010. — С.46

6. Ильяшенко М.А. Эволюция антропогенно-преобразованных почв пейзажной части парка музея-усадьбы «Архангельское». // Материалы Всероссийской научной конференции XIV Докучаевские молодежные чтения «Почвы в условиях природных и антропогенных

стрессов» / Под ред. Б.Ф.Апарина. — Спб.: Издательский дом С.-Петербургского государственного университета, 2011. — С.32-33.

7. Ильяшенко М.А. К вопросу о способах формирования антропогенно-преобразованных почв пейзажной части парка музея-усадьбы «Архангельское» // Ломоносов-2011: Международная конференция студентов и аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам; секция «Почвоведение»; 11-15 апреля 2011 г.; Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения: Тезисы докладов / Сост. Румянцева К.А. – М. МАКС Пресс, 2011. — С. 141-142.

8. Ильяшенко М.А. Пространственная изменчивость почвенных свойств в зависимости от парцеллярного строения напочвенного покрова и с учетом подкронового и приствольного пространства. // Материалы Международной научной конференции XV Докучаевские молодежные чтения «Почва как природная биогеомембрана». / Под ред. Б.Ф. Апарина. — СПб.: ВВМ, 2012. — С. 209-211.

9. Ильяшенко М.А., Дзюра Т.Я. Плотность и структурное состояние постагрогенных и сконструированных почв музея-усадьбы «Архангельское» // ЛОМОНОСОВ-2012: XIX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Секция «Почвоведение»; 9-13 апреля 2012г., Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения: Тезисы докладов / Сост. К.А.Цветнова. — М.: МАКС Пресс, 2012. — С. 106-107.

10. Семенюк О.В., Ильяшенко М.А. Сохранение природного биоразнообразия на территориях исторических парков // Материалы Международной научной конференции "Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство", посвященной 200-летию Никитского ботанического сада, 5-8 июня 2012, Ялта. — Т.1. — С.117.

11. Семенюк О.В., Ильяшенко М.А. Экологические эталоны на территориях исторических парков. // Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева. Всероссийская с международным участием научная конференция «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования» (Петрозаводск – Москва, 13-18 августа 2012 г.). Школа-семинар для молодых ученых «Знания о почве – развитию страны». Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. Кн. 1. — С.70-71.

12. Семенюк О.В., Ильяшенко М.А. Биоиндикация парковых почв усадебного комплекса «Архангельское». // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: Тезисы докладов Международной конференции, Москва 4-6 февраля 2013г. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — С.192.

13. Ильяшенко М.А. Структурное состояние и запасы подстилок объектов садово-паркового искусства // ЛОМОНОСОВ-2013: XX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Секция «Почвоведение»; 8-12 апреля 2013 г., Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения: Тезисы докладов / Сост. Л.А. Поздняков. — М.: МАКС Пресс, 2013. — С.124-125.

14. Семенюк О.В., Ильяшенко М.А. Пространственная изменчивость почвенных свойств разновозрастных сосняков пейзажной части паркового комплекса «Архангельское». // **Вестник Московского Университета. Серия 17. Почвоведение.** 2013. №1. — 23-29с.

15. Владыченский А.С., Семенюк О.В., Ильяшенко М.А. Экологическое значение биогеоценозов исторических парковых территорий в сохранении природного биоразнообразия. // Разнообразие лесных почв и биоразнообразие лесов: Сборник материалов V-ой Всероссийской научной конференции по лесному почвоведению с международным участием, 24-27 сентября 2013г., г.Пушино (Московская обл.). — Пушино, 2013. — С.136-137.

16. Семенюк О.В., Ильяшенко М.А., Бобрик А.Д. Биоиндикация парковых почв усадебного комплекса «Архангельское». // **Проблемы агрохимии и экологии.** 2013. №3. — 35-39с.

17. Ильяшенко М.А., Семенюк О.В. Физические свойства парковых почв объектов ландшафтной архитектуры. // **Вестник Московского Университета. Серия 17. Почвоведение.** 2014. №1. — 26-31с.