

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

*№ 12 неавтоматический
верный*

Таблица заполняется жюри

№ задания	Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итого
1	2	<i>[Signature]</i>	2	<i>Bh</i>	2
2	3	<i>[Signature]</i>	3	<i>Bh</i>	3
3	5	<i>[Signature]</i>	5	<i>Bh</i>	5
4	2	<i>[Signature]</i>	2	<i>Bh</i>	2
5	4	<i>[Signature]</i>	4	<i>Bh</i>	4
6	1	<i>[Signature]</i>	1	<i>Bh</i>	1
7	1	<i>[Signature]</i>	1	<i>Bh</i>	1
8	3	<i>[Signature]</i>	3	<i>Bh</i>	3
9	4	<i>[Signature]</i>	4	<i>Bh</i>	4
10	4	<i>[Signature]</i>	4	<i>Bh</i>	4
11	2	<i>[Signature]</i>	2	<i>Bh</i>	2
12	1	<i>[Signature]</i>	1	<i>Bh</i>	1
13	2	<i>[Signature]</i>	2	<i>Bh</i>	2
14	2	<i>[Signature]</i>	2	<i>Bh</i>	2
15	3	<i>[Signature]</i>	3	<i>Bh</i>	3
16	3	<i>[Signature]</i>	3	<i>Bh</i>	3

ШИФР				
1	1	0	9	

Уважаемый участник! Перед выполнением конкурсной работы заполните аккуратно и разборчиво, без помарок и зачёркиваний

42

ЛИНИЯ ОТРЕЗА ✂

Внимание!

Оценивание работ конкурсантов производится **ЦЕЛЫМИ** числами. Дробные числа для оценивания работ как теоретического, так и проектного туров **НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ**.

Максимальное количество баллов за сообщение - 18

Всего количество баллов за проектный тур - 38

ФИО Сагитов Руслан Зуфарович

Территория, ОО: Пермь


Название работы: Комплексная оценка экологического состояния парь рекреационных зон г. Перми

шкала оценки сообщений

Показатели		Градация	Баллы
выступление	1. Соответствие сообщения заявленной теме, цели и задачам проекта	соответствует полностью	2
		есть несоответствия (отступления)	1
		в основном не соответствует	0
	2. Структурированность (организация) сообщения, которая обеспечивает понимание его содержания	структурировано, обеспечивает	2
		структурировано, не обеспечивает	1
		не структурировано, не обеспечивает	0
	3. Культура выступления - чтение с листа или рассказ, обращенный к аудитории	рассказ без обращения к тексту	2
		рассказ с обращением к тексту	1
		чтение с листа	0
	4. Доступность сообщения о содержании проекта, его целях, задачах, методах и результатах	доступно без уточняющих	2
		доступно с уточняющими вопросами	1
		недоступно с уточняющими	0
5. Целесообразность, инструментальность наглядности, уровень её использования	целесообразна	2	
	целесообразность сомнительна	1	
	не целесообразна	0	
6. Соблюдение временного регламента сообщения (не более 7 минут)	соблюден (не превышен)	2	
	превышение без замечания	1	
	превышение с замечанием	0	
дискуссия	7. Чёткость и полнота ответов на дополнительные вопросы по существу сообщения	все ответы чёткие, полные	2
		некоторые ответы нечёткие	1
		все ответы нечёткие/неполные	0
	8. Владение специальной терминологией по теме проекта, использованной в сообщении	владеет свободно	2
		иногда был неточен, ошибался	1
		не владеет	0
	9. Культура дискуссии - умение понять собеседника и аргументировано ответить на его вопросы	ответил на все вопросы	2
		ответил на большую часть вопросов	1
		не ответил на большую часть вопросов	0

Всего баллов:

Проверил:

32 

14

Внимание! Оценивание работ конкурсантов производится ЦЕЛЫМИ числами. Дробные числа для оценивания работ как теоретического, так и проектного туров НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ.

Максимальное количество баллов за рукопись проекта - 20

<i>шкала оценки рукописи проекта</i>			
<i>Показатели</i>	<i>Градации Баллы ^</i>		
1. <i>Обоснованность и актуальность темы проекта - целесообразность аргументов, подтверждающих актуальность темы проекта</i>	обоснована; аргументы целесообразны	2	2
	обоснована; целесообразна часть	1	
	не обоснована, аргументы отсутствуют	0	
2. <i>Конкретность, ясность формулировки цели, задач, а также их соответствие теме проекта</i>	конкретны, ясны, соответствуют	2	2
	неконкретны, неясны или не соответствуют	1	
	цель и задачи не поставлены	0	
	явно нецелесообразна или отсутствует	0	
3. <i>Теоретическая значимость обзора - представлена и обоснована модель объекта, показаны её недостатки</i>	модель полная и обоснованная	2	2
	модель неполная и слабо обоснованная	1	
	модель объекта отсутствует	0	
4. <i>Значимость работы для оценки возможного экологического риска в рассматриваемой области</i>	приведена оценка экологического риска	2	2
	оценка экологического риска частична	1	
	нет оценки экологического риска	0	
5. <i>Значимость работы для снижения возможного экологического риска в рассматриваемой области</i>	предлагаются мероприятия для снижения	2	1
	снижение риска рассматриваются фрагментарно	1	
	снижение риска не рассматривается	0	
6. <i>Обоснованность методик доказана логически и/или ссылкой на авторитеты и/или приведением фактов</i>	применение методик обосновано	2	2
	методики обоснованы не достаточно	1	
	методики не обоснованы	0	
7. <i>Наглядность (многообразие способов) представления результатов - графики, гистограммы, схемы, фото</i>	использованы все возможные способы	2	2
	использована часть способов	1	
	использован только один способ	0	
8. <i>Дискуссионность (полемичность) обсуждения полученных результатов с разных точек зрения, позиций</i>	приводятся и обсуждаются разные позиции	2	1
	разные позиции приводятся без обсуждения	1	
	приводится и обсуждается одна позиция	0	
9. <i>Соответствие содержания выводов содержанию цели и задач</i>	соответствуют; гипотеза оценивается	2	2
	частично; гипотеза только упоминается	1	
	не соответствуют; гипотеза не оценивается	0	
10. <i>Оформление рукописи (введение, лит. обзор, материалы и методы, результаты, обсуждение, выводы, литература)</i>	грамотно структурирована (все разделы)	2	2
	имеются не все разделы, неуд.список лит-	1	
	оформлена небрежно	0	


18

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

Задание 1

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1.	Современная экология перестала быть исключительно изучением взаимоотнош. организмов друг с другом и их сив. природой. На данный момент это понятие вклю- чает в себя аспекты физики, геогр, биол, химии, экономики. Так, например, с ней тая связаны дисциплины, такие как: экологич. эконом., экологич. право, антропоэкология и др. биологич.
2.	С естественными науками экология связана непосредственно, т.к. только в совокупн. они позволяют изучать взаимоз. орг. (геогр-организм и среда, химич. про- цессы внутри экосистем)
3.	В социальном плане, экология соотносится с развитием про- мышленности, размерами предприятий, ее является основ- ным фактором гос-ва, определяющим уровень его соц. развития

Балл:	2 2	Проверил:	B.H	
-------	-----	-----------	-----	---

Задание 2

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1.	В естеств. экосистеме численность особей вида претерпевающего трофич. уровню регулируется особыми видами более высокого порядка
2.	Антропогенное вмешательство и введение новых видов приводит к их распространению, нарушению трофиче-

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

ких связей и, следовательно, к перенаселению

Балл:

3 3

Проверил:

В.К.



Задание 3

Приведите два положения. За положение от 0 до 2 баллов. Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1. Прогресс, характеризующийся инновационными и новыми условиями или генерацией

2. Прогресс, характер. сокращением ареала, численности особей и исчезнов. вида

3. Смена оптимальна возможна за счет эволюции видов и изменения их потребностей.

Балл:

5 5

Проверил:


В.К.



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

Задание 4

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1.	при увелич.: сокращается кол-во особей более низкого троп. уровня, возрастает кол-во особей более высокого троп. уровня ($K_1 \uparrow \Rightarrow P \downarrow K_2 \uparrow$) Однако, если, к примеру, $P \downarrow$, то и $K_1 \downarrow \Rightarrow$ и $K_2 \downarrow$, что приведет к стабилизации численности
2.	при уменьш.: увел. кол-во особей более низкого троп. уровня, уменьш. более высокого ($K_1 \downarrow \Rightarrow P \uparrow K_2 \downarrow$) Однако, если $P \uparrow$, то K_1 возрастет \Rightarrow возрастет и K_2 , что опять приведет к стабилизации
Балл:	2 2
Проверил:	В.И. 

Задание 5

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 8 баллов.

1.	Сезон в течение времени года
2.	Основная причина - глобальное потепление, критический которого свл. парниковый эффект
3.	Вероятнее всего нарушается цикличность изменения климата, как регулярного абсолютного фактора, что приводит к изменению климата внутри

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

Экоцитиры

4. Это связано с тем, что определенное строение природы не способно функционировать в определенное промежуток времени года

Балл:

4 4

Проверил:

B.H



Задание 6

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1.

Огранич. более узкой: размер, распространённость, количество потребляемых веществ, место обитания

2.


Огранич. более широкой: размер, распространённость, количество особей вида

Балл:

1 1

Проверил:

B.H




ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

Задание 7

Ответьте на вопрос. За вариант от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1.	конкуренция за возможные источники питания, территорию
2.	скрещивание особей, приводящее к образованию новых генотипов

Балл:	1 /	Проверил:	B.W	
-------	-----	-----------	-----	--


Задание 8

Ответьте на вопрос и приведите три условия. За ответ на вопрос и каждое положение от 0 до 2 баллов. Всего за задание 8 баллов.

1.	искусственно внесенной особи вида данного при- водит к перенаселению, нарушая исходную струк- туру сообщества
2.	Условие: искусственная регуляция численности особей вида
3.	Условие: поддержание условий жизни вида

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

4.


Балл:	3 3	Проверил:	В.И.	
-------	-----	-----------	------	---

Задание 9

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. На ранних этапах преобладал хемосинтез из-за отсутствия фотосинтезирующих организмов у первых пробионтов

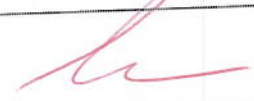
2. В ходе эволюции у бактерий начали развиваться фотосинтезирующие организмы, что в итоге привело к окончательному преобладанию фотосинтеза на поздних этапах эволюции

Балл:	4 4	Проверил:	В.И.	
-------	-----	-----------	------	---

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС


Задание 10
Ответьте на вопрос. Приведите три положения. За положение от 0 до 2 баллов.
Всего за задание 6 баллов.

1. Снижаются уровни интродуцируемого кислорода растением, произрастающим на обочинах
2. Осушение приводит к исчезновению видов, характерных и адекватных к этой экосистеме
3. Осушение приводит к "высыханию" почвы, потеря ее свойств и функций.

Балл:	4 4	Проверил:	B.h	
-------	-----	-----------	-----	---

Задание 11
Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

Белый муравей и пчел являются консументами высшего порядка в своей экосистеме, отчего уменьшилось в низших трофических структурах будут отражаться на них.

Балл:	2 2	Проверил:	B.h	
-------	-----	-----------	-----	---

Э-11-09

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

Задание 12
Приведите два положения. За положение от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1.	<i>Биологическое разнообразие уменьшается при движении к более высоким областям</i>
2.	

Балл:	<i>1</i>	<i>✓</i>	Проверил:	<i>ВН</i>	<i>[Signature]</i>
-------	----------	----------	-----------	-----------	--------------------

Задание 13
Приведите два положения. За положение от 0 до 2 баллов. Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1.	<i>наиболее благоприятный климат</i>
2.	<i>отличие водных ресурсов</i>

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

3. Центральная Азия представляет собой единую экосистему таежного леса с ее самым биологически климатом (высокие температурные перепады), что не способствует обильности биоразнообразию

Балл:

2 2

Проверил:

В.И.



Задание 14

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. Страны сталкиваются с экологическим кризисом при индустриализации

2. Кризис можно избежать, если вести исключительно аграрной тип хозяйства

Балл:

2 2

Проверил:

В.И.




ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

Задание 15

Приведите три положения. За положение от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1.	потребность в сохранении мирового биоразнообразия, т.к. шивне суиц-ва не принадлежат структуре государства
2.	Отсутствие средств на подобные мероприя- тия у развивающихся стран.
3.	Возможность наладить отношения со стра- ной-получателем.


Балл:	3 3	Проверил:	В.н	
-------	-----	-----------	-----	---

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД
11 КЛАСС

Задание 16

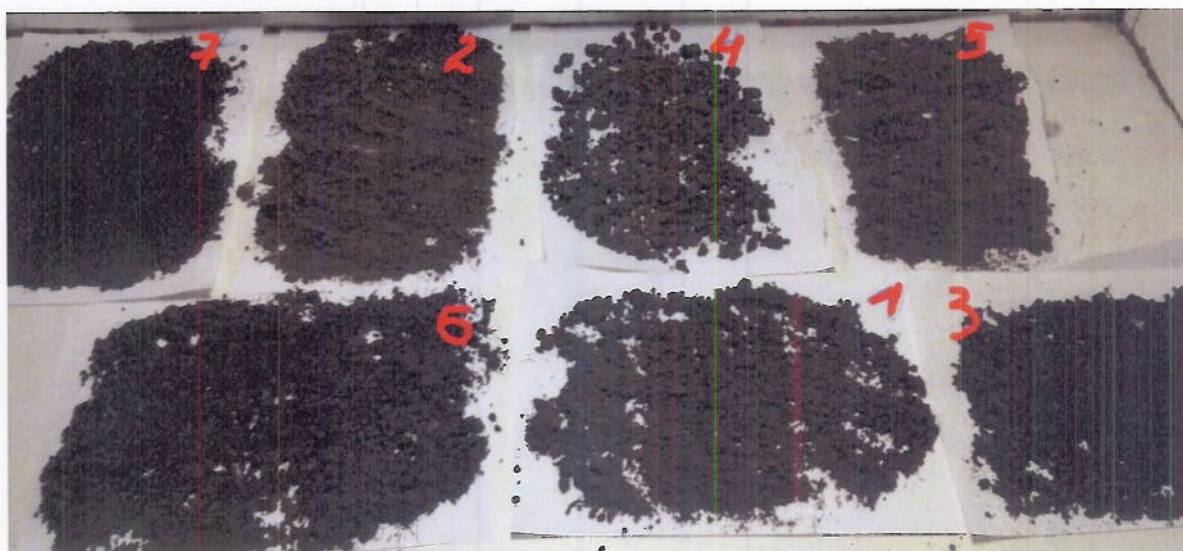
Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1.	Относительно роста доходов можно отметить, что обеспеченный человек понимает, какой ущерб приносит экологические проблемы экономике государства
2.	Образованный же человек понимает, что решение экон. проблем - рациональный ход, что при наличии этих самых проблем ^{их} жизнь ухудшится

Балл:	3 3	Проверил:	В.К.	
-------	-----	-----------	------	--

МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ГИМНАЗИЯ № 3 ГОРОДА ПЕРМИ»

Научно-исследовательская работа
«КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДА ПЕРМИ»



Пермь – 2018

МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ГИМНАЗИЯ № 3 ГОРОДА ПЕРМИ»

Научно-исследовательская работа
«КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДА ПЕРМИ»

Выполнил:

Садыков Руслан Эдуардович,
учащийся 11 класса
МАОУ «Гимназия № 3 г. Перми»

Руководитель:

Белова Вера Михайловна,
учитель биологии
МАОУ «Гимназия № 3 г. Перми»
города Перми

Научный консультант:

Родимова Екатерина Владимировна,
к.б.н., доцент кафедры биологии
Пермского военного института войск
национальной гвардии РФ,
г. Пермь

Пермь – 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Литературный обзор	6
1.1. Экологические функции почв	6
1.2. Почвы городов	7
1.3. Почвы города Перми	10
1.4. Методы оценки экологического состояния почв	12
2. Материалы и методы	16
3. Результаты исследования	20
Заключение	41
Список литературы	43

ВВЕДЕНИЕ

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Вмешательство человека в природу резко усилилось с появления высокоиндустриального общества, объем этого вмешательства, с каждым годом многообразнее, с угрозой глобальной опасности для живого, в том числе, для человечества.

Уникальным типом природно-технических геосистем являются урбанизированные территории, в которых сконцентрировано максимальное разнообразие видов воздействия на окружающую среду, в том числе, на почву. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (2002) определил одним из важнейших принципов государственной экологической политики экологическое образование и просвещение, что особенно актуально для сохранения почвенных ресурсов России. Недооценка значения почв в биосфере и жизни человека недопустима (37).

Почва – слой вещества, лежащий поверх горных пород земной коры, особое, специфическое природное образование, основной компонент любых наземных экосистем (5; 33).

Состояние почвы городских территорий требует особого внимания, так как влияние транспорта, промышленности, процессов строительства приводит к «компрессии» почвенной системы, что ведет к изменению практически всех ее компонентов, начиная с агрохимических и физических свойств и заканчивая микробиологическими и биохимическими показателями, лишая почвенный покров в городах способности выполнять важные экологические функции. Микробиота и биохимические параметры почвы под влиянием антропогенного воздействия изменяются в первую очередь, поэтому считаются многими исследователями наиболее чувствительными к загрязнению показателями состояния почвенного покрова.

В состав городских земель могут входить земельные участки, отнесенные в соответствии с градостроительными регламентами к следующим территориальным зонам: жилые, общественно-деловые, производственные, инженерные и транспортные инфраструктуры, рекреационные, сельскохозяйственного использования, специального назначения, военные объекты и иные территориальные зоны.

Актуальность

Качество и эколого-экономическая безопасность городских почв – актуальная проблема городского хозяйства, так как почвы города испытывают высокое давление со стороны антропогенного и природного воздействия, в результате чего происходит их изменение, почвы теряют свои функции, становятся небезопасными. Особое место среди городских почв занимают зоны рекреации – парково-рекреационные урболандшафты. Они испытывают, в отличие от лесопарковых массивов, значительный техногенный прессинг, и имеют большую реактивность в отношении изменения городской геохимической обстановки и, как следствие, более чувствительны к происходящим негативным изменениям. Зачастую признаки деградации почв сложно распознать на внешнем визуальном уровне, из-за чего изменения этой составляющей биосферы не вызывают всякого беспокойства ни у населения, ни, отчасти, у специалистов, и именно живые компоненты почвы могут сказать многое об изменениях экологической ситуации на данной территории в целом.

Цель:

Комплексная оценка экологического состояния почв, входящих в состав рекреационных зон территорий города Перми.

Исходя из цели, поставлены задачи:

1. Изучить литературу по теме работы.
2. Изучить некоторые морфологические, химические и биологические свойства почв с помощью органолептических, химических, биологических методов.

3. Исследовать степень загрязнения и уровень плодородия почв методом биоиндикации, путем высадки растения кресс-салата.

4. Проанализировать полученные результаты, дать сравнительную оценку экологического состояния рекреационных территорий города Пермь.

1. Литературный обзор

1.1. Экологические функции почв

Почвы занимают важнейшее место в структурно-функциональной организации биогеоценозов и представляют собой одну из самых сложных среди всех известных больших систем. Нелинейная и чрезвычайно переменчивая почвенная система включает бесконечное множество разнообразных химических и биологических составляющих, которые необходимо изучать на разных иерархических уровнях - от атомарного до глобального, используя принципы и методы из смежных дисциплин, таких как биохимия, микробиология, физиология растений, динамика жидкостей, химия поверхностных процессов и др. Стимулом для изучения всех составляющих почвы является не только установление зависимостей между свойствами почв, но и разработка долговременных и эффективных приемов контроля за качеством окружающей среды во всех аспектах, касающихся почвенных ресурсов (22; 34; 48).

Почва, является неотъемлемой частью любого биогеоценоза и биосферы в целом. При этом, она выполняет ряд экологических функций, в т.ч. глобальных биосферных, обеспечивающих стабильность биосферы и саму возможность существования жизни на Земле (15; 17; 28).

В настоящее время принято деление экологических функций почвы на две большие группы: экосистемные (биогеоценозические) функции почвы и глобальные (биосферные) функции почвенного покрова.

Так, Е.Д. Никитин (8; 28) вывел комплексную схему категорий и типов биогеоценозических (экосистемных) функций почвы, от которых зависит ее плодородие. Глобальные функции почвы обширны, но в целом характеризуют почву как важнейшую планетарную систему.

Одной из важнейших проблем современности, связанных с ухудшением качества окружающей среды – загрязнение и потеря плодородия почвен-

ного покрова Земли. Особую тревогу, как в международном масштабе, так и в отдельных странах, вызывает загрязнение почвы нефтепродуктами и твердыми бытовыми отходами, изменение ее кислотности, ведущие к распаду экосистем. Эта проблема характерна и России, и ее городам (6; 7; 11; 36).

Российское законодательство предусматривает необходимые меры по охране почвенного покрова нашей страны. Одним из важнейших путей регулирования рационального природопользования является требование обязательной экологической экспертизы любых проектов, связанных с использованием природных ресурсов и наличием экологических паспортов уже действующих предприятий. Этого требует Конституция Российской Федерации, Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. и целый ряд других подзаконных актов (1).

Таким образом, функции почвы на планете глобальны, поэтому нарушение этих функций по разным причинам, прежде всего, связанным с ее загрязнением, грозит существованию всей биосферы.

1.2. Почвы городов

Урбанизация приводит к образованию искусственных экосистем, которые обладают меньшей средоформирующей ценностью, нарушением биологического круговорота, сокращением биоразнообразия, резким усилением давления на почвы (17). В городской среде экологические функции почв имеют не меньшее значение, т.к. обеспечивают устойчивость зеленых насаждений, трансформацию техногенных веществ, обеззараживание патогенной микрофлоры и др. Недооценка средоформирующей значимости почв и непонимание необходимости бережного отношения к почве в городе приводят к негативным последствиям. В урбоэкосистемах уничтожение почв и интенсивное сокращение почвенных ресурсов делают невозможным формирование благоприятной для человека устойчивой среды, ведет к тому, что население городов будет существовать на территориях малопригодных для жизни (47).

Данные о качестве почв вносились в специальные описания земель «Джифанчижи», которые велись в Китае около 2000 лет, начиная с III века нашей эры. Первые банки данных по связаны с банками данных земель, возникших в связи с необходимостью их учета, распределения, экономической оценки, налогообложения, - земельными кадастрами. Банки почв урбанизированных территорий имеют другое значение, так как почва в городе формируется не только под действием подстилающих пород, климата, растительных и животных организмов, строения материнских горных пород, рельефа местности и возраста страны, но и, в основном, антропогенной деятельностью, что делает генезис городских почв достаточно специфичным.

В конце 1980-х годов в советском почвоведении впервые пришло осознание того, что почвы города, которые ранее считались почвоподобными телами и почвогрунтами, по своей временной организации и структурно-функциональной роли в урбогеосистеме представляют собой новый объект научного исследования. Хотя городские почвы и слабо подходят под классическое определение почвы, однако они остаются многофазной поверхностной биокосной системой, выполняющей базовую роль урбогеосистемы, которая осуществляет ряд важнейших экологических функций и определяет формирование условий жизни человека в городском пространстве.

В целом в городах выделяют почвы следующих основных категорий землепользования:

– земли городской и сельской застройки – жилая часть (внутридворовые пространства, скверы, детские сады и школы, газоны вдоль транспортных магистралей);

– земли общего пользования – промышленная зона (заводы, фабрики, автохозяйства, ТЭЦ, склады, АЗС, автомагистрали, аэропорты, железные дороги);

– земли природно-рекреационной и природоохранной зон (городские леса, лесопарки, парки, бульвары, скверы, памятники природы и т. д.);

– земли сельскохозяйственного назначения (пашни, фермы, питомники, опытные поля) – земли резерва (пустыни, свалки, карьеры, неудобья) (19; 20; 26).

В городских почвах, в отличие от исторически сложившихся почв, начинают формироваться как новые вещественные и энергетические связи, так и новые компоненты, присущие только урбанизированным экосистемам.

Формирующиеся в городских экосистемах почвы играют роль базиса, замыкающего биохимический круговорот веществ, аналогично с естественными почвами. Как и вне городской среды, в урбанизированных почвах происходит биохимическое преобразование культурного насыпного слоя, трансформация поверхностных вод в грунтовые, они являются питательным субстратом для растений. Почва служит банком семян, регулятором газового обмена и многое другое, связанное с ее многочисленными экологическими функциями (12; 45).

Среди основных экологических функций почв городской среды можно отметить продуктивность, т.е. пригодность для произрастания зеленых насаждений, способность сорбировать в толще загрязняющие вещества, способность удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды, способность препятствовать поступлению илесто-пылеватых частиц в городской воздух.

Роль почвы в городе существенна и разнообразна. Выполняя важные средообразующие функции, почва изменяет химический состав атмосферных осадков и подземных вод, она является универсальным биологическим адсорбентом, поставщиком и регулятором содержания CO_2 , O_2 , N_2 в воздухе.

В крупных городах, в частности, промышленных центрах, происходит серьезная деградация экологических функций городских почв.

Почва в городе является хорошим поглотительным барьером газовых примесей, в том числе поступающих от автотранспорта, ТЭЦ, заводов и т.д., она также регулирует газовый состав атмосферы путем выделения и поглощения газов (метан, аммиак, углекислый газ и др.) (4; 17).

За счет определенных биогеохимических свойств и высокой активной поверхности тонкодисперсной части почва превращается в «депо» токсичных соединений и при этом становится одним из важнейших биогеохимических барьеров для большинства соединений (ТМ, излишки минеральных удобрений, пестициды, нефтепродукты и т.д.) на пути их перехода из атмосферы города в грунтовые воды и речную сеть.

Неорганизованные и неозелененные городские территории выступают дополнительным источником твердого вещества, поступившего в атмосферу, усиливая запыленность воздуха городов токсичными веществами.

При максимальном химическом загрязнении почва теряет способность к продуктивности и биологической саморегуляции, происходит потеря экологических функций и деградация урбосистемы. Изменяется состав, структура и численность микрофлоры и мезофауны (40).

Таким образом, выполняя общие экологические, а в городах еще и санитарные, и рекреационные функции, почва определяет сами условия жизни человека в городской среде (41).

1.3. Почвы города Перми

В состав территории города Перми входят земли природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения (7; 29).

Земли общего пользования в городе используются в качестве путей сообщения (улицы, переулки, дороги, набережные, площади), для удовлетворения культурно-бытовых потребностей населения (парки, скверы, сады, бульвары, водоемы, пляжи и т.д.), для хранения, переработки и утилизации промышленных и бытовых отходов, размещение объектов, необходимых для населенного пункта в целом. Значительная часть этих земель за конкретными пользователями не закреплена, а находится в общем свободном пользовании населения.

Почвенный период внеселитебных территорий г. Перми представлен серыми лесными, дерново–подзолистыми, дерново–бурыми, дерново–глеевыми, болотными, пойменно–аллювиальными, пойменно–болотными и почвами склонов и днищ логов (47).

Имеются нарушенные, перерытые и замусоренные почвы.

Серые лесные почвы развиты по всей территории города. Занимают пологие и покатые склоны. Являются наиболее плодородными из вышеперечисленных.

Дерново–подзолистые почвы распространены на значительной площади. Более плодородные из них, дерново–слабоподзолистые почвы, сформировались на пологих склонах. Дерново–среднеподзолистые почвы встречаются на пологих склонах и выровненных участках водоразделов. Малопродуктивные дерново–сильноподзолистые почвы располагаются на увалах и выпуклых пологих склонах, сформированных на элювии твердых известняковых пород и пермской глины. По сравнению с дерново–подзолистыми почвами являются более плодородными.

Коричнево–бурые почвы приурочены к верхним частям пологих склонов. У слабо–смытых коричнево–бурых почв гумусовый горизонт незначительный по сравнению с нормальными почвами. Плодородие этих почв резко снижено. Темно–коричневые почвы имеют ограниченное распространение. Занимают вершины холмов. По потенциальному плодородию лучшие среди дерново–бурых.

Дерново–глеевые почвы различных разновидностей занимают отрицательные (пониженные) элементы рельефа. Образование их связано с постоянным влиянием грунтовых вод. Обладают высоким естественным плодородием.

Болотные почвы занимают отрицательные элементы рельефа, постоянно переувлажнены. Грунтовые воды залегают высоко. Эти почвы по потен-

циальным запасам являются богатыми, но в силу переувлажнения нуждаются в осушении.

Пойменно-аллювиальные почвы занимают центральную часть поймы. По агрохимическим показателям избыточно – увлажненные почвы мало чем отличаются от нормально увлажненных.

Пойменно-болотные почвы занимают небольшие понижения центральной поймы и притеррасовую часть. В хозяйственном отношении эти почвы ценности не представляют.

Почвы логов, их склонов и днищ представлены слитыми и дерново - луговыми намытыми почвами. Смытые почвы обладают низким естественным плодородием. Дерново – луговые намытые почвы приурочены к днищам оврагов и балок. Почвы богаты питательными веществами.

1.4. Методы оценки экологического состояния почв

Необходимость мониторинга состояния почвы несомненна. Многим исследователями изучаются разнообразные аспекты антропогенного вмешательства в состояние окружающей среды, в том числе, почвы. В настоящее время не теряет своей актуальности и диагностика состояния почв разных урбосистем, так как динамика развития городов, их промышленности, жилой застройки, вторично и более изменяет почвенный покров крупных городов. В городах специфика почвенного покрова отличается неоднородностью, что свидетельствует о вариативных способностях почв выполнять важные экологические функции (47). В связи с чем, существует реальная необходимость изучения, поддержания и восстановления свойств, необходимых почве как важнейшей экологической составляющей.

Наиболее часто под оценкой экологического состояния почв понимается индикация степени ее загрязненности разнообразными методами. Показателями часто выступают:

прямые показатели загрязнения почв: наличие и количество загрязняющих веществ, подвижных видов загрязнителей, степень загрязнения по мощности измененных почвенных слоев;

биологические свойства почв: ферментативная активность, скорость микробиологических процессов, численность и структура микроорганизмов, содержание подвижных соединений азота и фосфора, фитотоксичность и др.; Биологическая активность почвы выражается суммарным проявлением активности биохимических процессов и характеризует размеры и направление преобразования веществ и энергии в почве, происходящего под действием живых организмов (2; 6; 11; 12; 34);

показатели устойчивости почв к загрязнению: емкость почвенного поглощающего комплекса, содержание и запасы гумуса, щелочно-кислотные условия, окислительно-восстановительные условия и др. (9; 16; 30);

Особое место в мониторинге состояния почвы принадлежит методу биоиндикации. Биоиндикация – метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям, развития организмов – биоиндикаторов. Живые организмы тесно связаны с условиями среды. И потому об изменениях этих условий — загрязнении, повышении или уменьшении влажности почвы, ее засолении, изменении климата и т.д. часто можно судить по реакции отдельных организмов и их популяций или по составу экосистем. Оценка среды по состоянию организмов и видовому составу экосистем называется биологической индикацией (биоиндикацией) (3; 10; 15). Достоинство биологической индикации в том, что организмы могут характеризовать не только состояние среды в данный момент, но и ее изменения за длительное время. Существуют разные биологические индикаторы. О наличии некоторых загрязнителей можно судить по внешним признакам растений или животных. Например, по ширине годичных колец сосен в окрестностях химического предприятия можно определить, в какие годы завод особенно сильно загрязнял среду. Можно достаточно точно определить, сколько солей содержится

в почве, если в экосистеме появились растения-индикаторы почвенного засоления (подорожник солончаковатый, шведка, солерос, бодяк бесстебельный, ситник Жерарда и др.). О действии некоторых факторов можно судить по особенностям формы листьев или по высоте растений. Можно назвать массу примеров. Конечно, биоиндикация не заменяет детальных анализов. Разные загрязнители часто действуют одинаково, они могут усиливать действие друг друга. Тем не менее, во многих случаях оценивать действие экологических факторов методами биоиндикации очень полезно. Для такой оценки не нужны дорогостоящие приборы, возможно осуществление оперативного наблюдения (мониторинга) за состоянием условий среды и, в особенности за режимом загрязнения атмосферы, воды и почвы. Кроме того, полный анализ почвы требует много времени и труда. Однако многие особенности почвы, в том числе и плодородие, можно определить по населяющим ее растениям-индикаторам. Есть отдельное направление на стыке экологии и ботаники – фаунистическая биоиндикация. Одним из проверенных и наиболее доступных экспресс-методов определения загрязнения почвы основан на оценке изменения всхожести, энергии прорастания и других показателей постэмбрионального развития целого ряда растений, известных своими биоиндикационными свойствами. Например, однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта – кресс-салат. Это растения весьма удобно использовать по многим критериям (31; 32; 42).

В целом, выбор показателей для мониторинга эколого-функционального состояния почв, должен основываться на следующих критериях: информативность и малое варьирование показателя, его чувствительность, воспроизводимость результатов, небольшая ошибка опыта, малая трудоемкость и высокая скорость метода определения, распространенность метода и его соответствие принятым стандартам.

Выбор показателей для мониторинга и диагностики эколого-функционального состояния почв должен проводиться в зависимости от целей и задач исследования, вида антропогенного воздействия на почву, имеющейся лабораторно-аналитической базы и других критериев. Целесообразно определять набор показателей, достаточно объективно отражающих последствия загрязнения. Из большого количества показателей следует выбрать наиболее чувствительные и наименее переменные (34).

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили почвы рекреационных зон города Перми. Материал для исследования был получен с семи точек города (рис. 1, 2) осень 2018 года:

- 1 – Парк культуры и отдыха «Балатово» (ООПТ г. Перми «Черняевский лес»), точка – около остановки «Больничный городок» по ул. Шоссе Космонавтов;
- 2 – ООПТ г. Перми «Черняевский лес», точка – в глубине парка;
- 3 – Историко-природный комплекс «Сад им. А.М. Горького»
- 4 – Сад им. Свердлова (Райский сад) – в глубине парка;
- 5 – Парк культуры и отдыха им. А.П. Чехова;
- 6 – микрорайон Гайва, лесной массив – за ост. Кабельный;
- 7 – Комсомольский проспект, аллея, около Пермского строительного колледжа.



Рис. 1. Картосхема города Перми с нанесенными точками
– местами отбора почвенных проб

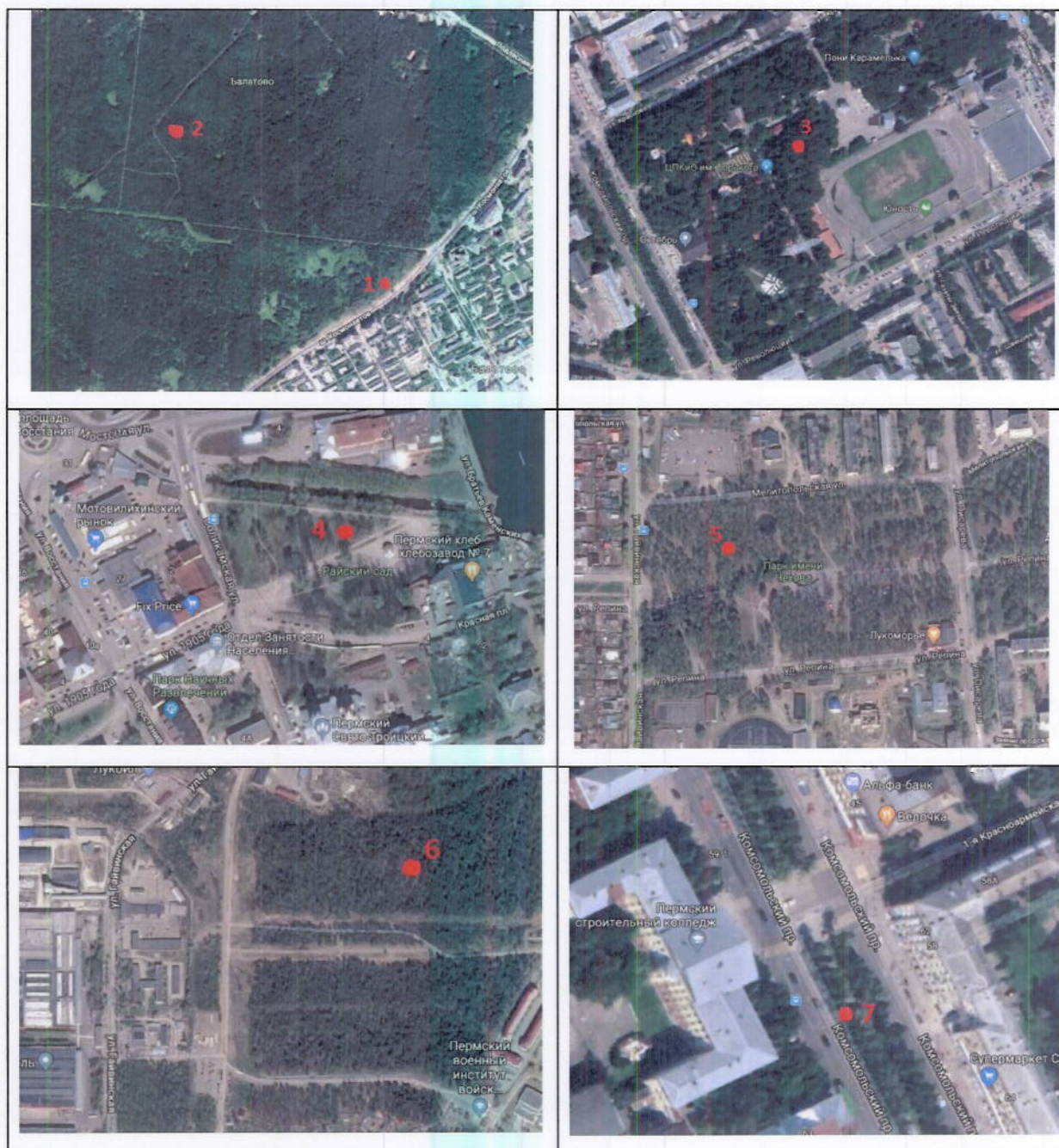


Рис. 2. Уточнение картосхемы

Данные зоны выбраны как зоны рекреации горожан, точка № 6 – для сравнения, как контрольная зона с меньшей, чем в других точках, антропогенной нагрузкой – удаленная от крупных промышленных объектов и жилых массивов.

Почвенные образцы были получены после удаления листьев, корней, мусора с поверхности почвы из почвенного разреза с глубины ориентировоч-

но 20-30 см, из прикорневой зоны в объеме, 0,5 кг смешанного характера. Как пишут ученые, так как городские почвы в зонах коммуникационной инфраструктуры, заложить полнопрофильный разрез проблематично, поэтому наиболее удобным способом исследования почв является закладка прикопок глубиной до 20–40 см (45). После сбора образцы помещали в полиэтиленовые пакеты для предотвращения высыхания, с этикетировкой номера.

Почву делили на части.

В свежей почве, освобожденной от корешков и животных, органолептическими методами определяли следующие показатели:

1. Морфологические свойства почв: цвет оценивали визуально после приготовления мазка на листе белой бумаги, по цветовой пирамиде; влажность на ощупь; механический состав методом «шнура», тип сложения (21).

2. Количество гумуса, (% гумусового горизонта) измерением линейкой после оседания взвеси в воде (14).

3. Активность уреазы для определения биохимического потенциала почв экспресс-методом (2; 6; 11; 12; 13).

4. Биоиндикация кресс-салатом. В чашки Петри согласно рекомендациям (35; 42) высевали для биоиндикации семена кресс-салата (по 100 семян в каждой пробе) и на водной основе – контроль. В течение 10 дней наблюдали за прорастанием и ростом проростков кресс-салата, подсчитывая их количество и измеряя длину растений, оценивая их. На десятые сутки, были проведены замеры окончательные замеры растений и оценка их морфологии. В зависимости от результатов опыта субстратам присваивали один из четырех уровней загрязнения: **1) Загрязнение отсутствует.** Всхожесть семян достигает 90-100%, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы. **2) Слабое загрязнение.** Всхожесть 60-90%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные. **3) Среднее загрязнение.** Всхожесть 20-60%. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства. **4) Сильное загрязне-**

ние. Всхожесть семян очень слабая (менее 20%). Проростки мелкие и уродливые.

Для химического анализа почвы высушивали до воздушно-сухого состояния, растирали и пропускали через сито с отверстиями в 1 мм. Имевшиеся в образцах включения после просеивания фотографировали и оценивали их структуру.

В воздушно-сухой почве на кафедры биологии Пермского военного института определяли следующие показатели с помощью химического анализа:

1. рН почвенных вытяжек (актуальную в водной, гидролитической с ацетатом натрия, и солевую, с хлоридом калия) с использованием универсальной индикаторной бумаги и потенциометрически рН-метром «Cheker».

2. В водной вытяжке определяли (15; 16; 18-20; 22-24):

- уровень гидрокарбонатов в водной вытяжке методом титрования с соляной кислотой;

- уровень кальция в водной вытяжке комплексонометрически с трилоном Б;

- ионы солей, качественными реакциями (карбонат-ионы с соляной кислотой, сульфат-ионы с хлоридом бария, сульфит-ионы со спиртовым раствором йода, хлорид-ионов с раствором нитрата серебра);

- ионы тяжелых металлов, качественными реакциями (ионы свинца – с йодидом калия, ионы меди – с избытком раствора аммиака; ионы железа – с роданидом калия);

- по капле водной вытяжке наносили на чистое обезжиренное предметное стекло, высушивали в течение суток при комнатной температуре и микроскопировали дегидратированные капли с целью выяснения типа солей по кристаллам.

Результаты заносили в протоколы исследования, анализировали, применяли корреляционный анализ.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как указано И.Е. Шестаковым (47), на территории Пермского региона – преимущественно дерново-подзолистые почвы. Путем морфологического анализа были оценены физические свойства почв рекреационных территорий города (табл. 1). К числу внешних (морфологических) признаков почвы относятся: цвет, структура, сложение, новообразования, включения, гранулометрический состав, строение и мощность (45).

Как было выяснено, во всех исследуемых пробах почва была разных оттенков бурого цвета, светлых оттенков (50% проб), в трех пробах (№ 4, 6, 7) – темного и насыщенного бурого цветов (табл. 1, рис. 3). Все образцы, кроме участка парка им. Чехова, по механическому составу представляли из себя варианты суглинка, являющегося элювиально-делювиальной основой в доминирующих подзолистых почвах Пермского региона.

Таблица 1

Морфологические свойства почв рекреационных территорий г. Перми

Показатели	Цвет	Влажность	Механический состав	Сложение
1	бледный, светлый оттенок бурого	влажная	средний суглинок	слабо-уплотненное
2	бледный, светлый оттенок бурого	свежая	легкий суглинок	слабо-уплотненное
3	слегка бледный, темный бурый	свежая	легкий суглинок	плотное
4	светлый бурый	влажная	средний суглинок	плотное
5	светлый бурый	сухая	супесь	слабо-уплотненное
6	темный бурый	свежая	легкий суглинок	слабо-уплотненное
7	насыщенный темный бурый	влажная	легкий суглинок	слабо-уплотненное

Исключением стал образец почвы № 5, из парка им. Чехова (м-н Гайва), где состав оказался супесным, что объясняется частично антропогенным происхождением поверхностных слоев почвенного горизонта: парк «обно-

вился» относительно недавно – 8-9 лет назад, при его реконструкции работало большое количество техники, было фактически изменено русло мелкой реки в пределах парка, перекопаны огромное количество площадей, при этом поднимались нижние слои почвы прибрежной зоны и смешивались с верхними, в дальнейшей специального обогащения почвы не было (исключая газонные территории). Основной древостой – береза и осина. С этим коррелировала и то, что почва парка была сухая, при свежести и влажности других проб.

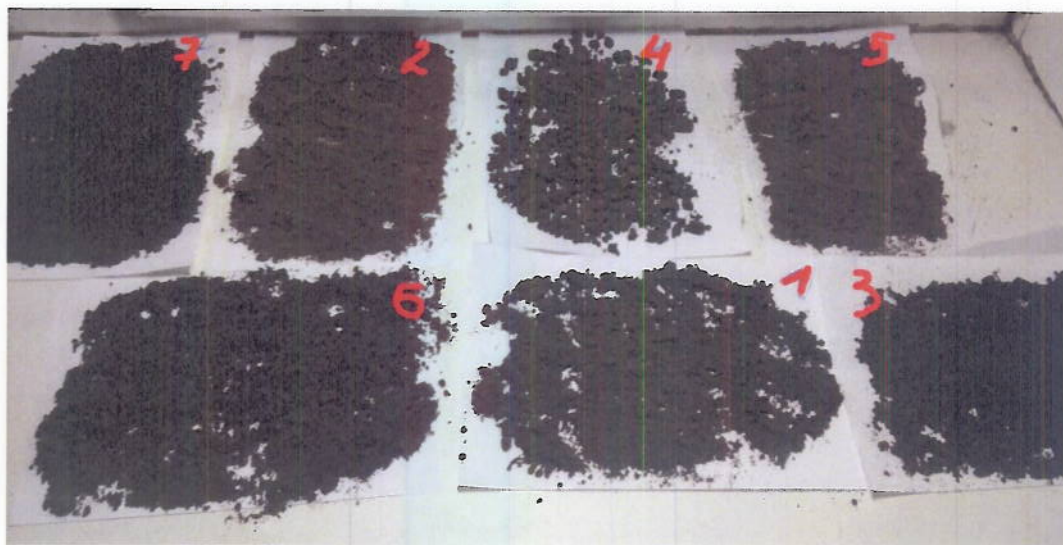


Рис. 3. Образцы почв (видны цвет и сложение)

По сложению только пробы № 3 (Горьковский парк) и № 4 (сад Свердлова) были плотными, остальные – слабо уплотненные.

После просеивания через сито (рис. 4) фактически во всех пробах примеси, свидетельствующие об уплотненности, в пробе 4 – крупные твердые агрегаты. Точное определение гранулометрического состава не проводили, только приблизительно по внешним признакам и на ощупь при просеивании (16; 21)

Можно заключить, что некоторые почвы рекреационных территорий города следует отнести к антропогенно-поверхностнопреобразованным, или – урбопочвам, - так, пробу 5 мы оцениваем как супесчаный урбанозем.

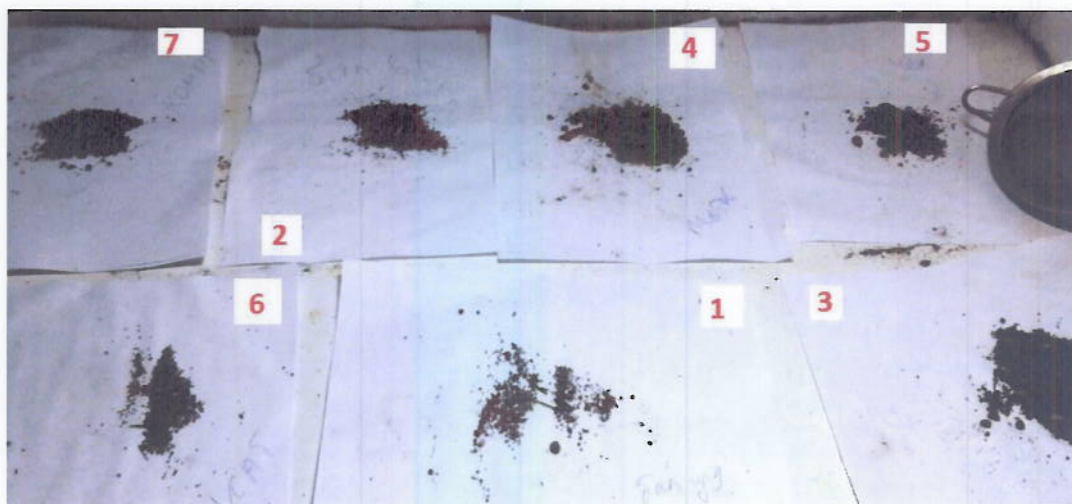


Рис. 4. Остатки после просеивания через сито

Следующий подэтап работы – оценка ферментативной активности почвы. Такой показатель является важным звеном для изучения экологического состояния почвы, это доказано многими авторами (2; 6; 11; 12) Фермент уреазы катализирует распад мочевины до углекислого газа и аммиака, его активность определяет важные этапы превращения азотсодержащих вещества почвы. Антропогенная нагрузка может менять его активность и смещать экологическое равновесие урбоэкосистемы (45). Мы осуществили экспресс-анализ уреазной активности (табл. 2, рис. 5).

Таблица 2

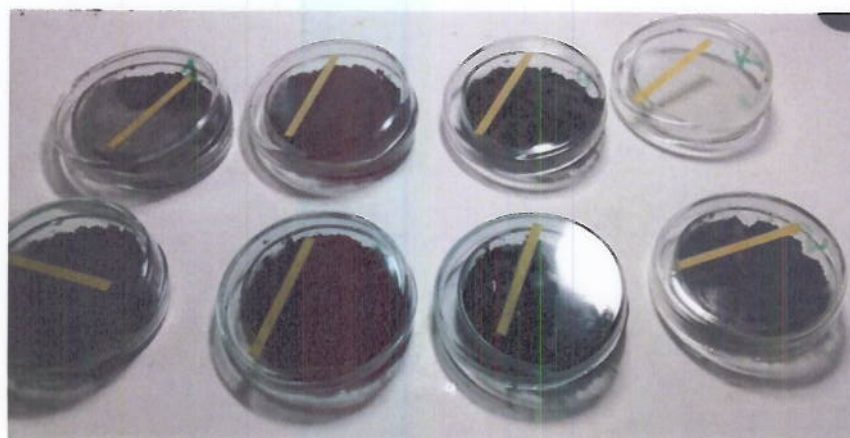
Результаты оценки уреазной активности экспресс-методом

№ пробы	Изменения pH индикаторной бумаги		
	<i>pH 6-7</i>	<i>pH 7-8</i>	<i>pH 8-9</i>
1	2 ч 15 мин	2 ч 55 мин	3 ч 50 мин
2	4 ч 40 мин	7 ч	8 ч 10 мин
3	2 ч 5 мин	4 ч	6 ч 20 мин
4	4 ч 30 мин	5 ч 10 мин	7 ч 15 мин
5	1 ч	2 ч 5 мин	2 ч 40 мин
6	4 ч 30 мин	5 ч 15 мин	7 ч 30 мин
7	40 мин	1 ч 50 мин	2 ч

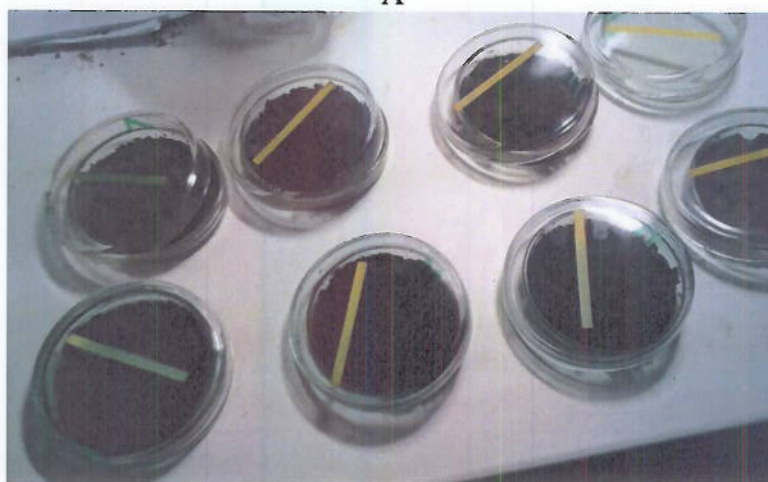
Выяснилось, что защелачивание индикаторной бумаги, измеренное во временном показателе, и свидетельствующее о накоплении в среде над почвой летучей щелочи – аммиака, имеет широкий временной размах. Время защелачивания составило, в начале, от 40 мин до максимума 8 часов 10 минут. Наибольшая скорость разложения мочевины отмечена в пробе, взятой с Комсомольского проспекта, далее – в парке Чехова. Эти величины до 1 ч начала изменения рН могут считаться высокими, свидетельствуя о значительных концентрациях доступного углерода и загрязненности. Вероятно, в центре города это связано с транспортной нагрузкой, а в парке Чехова – с наличием остатков технических масел, как последствия перекопок при реконструкции. Такая почвенная активность обусловлена активностью ферментов-уреаз, обнаруженных у многих видов бактерий, грибов и высших растений, и накапливающейся в почве после их отмирания.

Как пишет О.Н. Забелина (12), многие исследователи рассматривают уреазную активность как показатель самоочищающей способности почвы, а самоочищение – одна из важных экологических функций почвы, которая способна обеспечивать защиту самой почвы и сопредельных сред как от химического, так и от бактериального загрязнения. Интенсивно протекающие процессы разложения мочевины в отдельных почвенных образцах характеризуют их потенциальную самоочищающую способность как высокую.

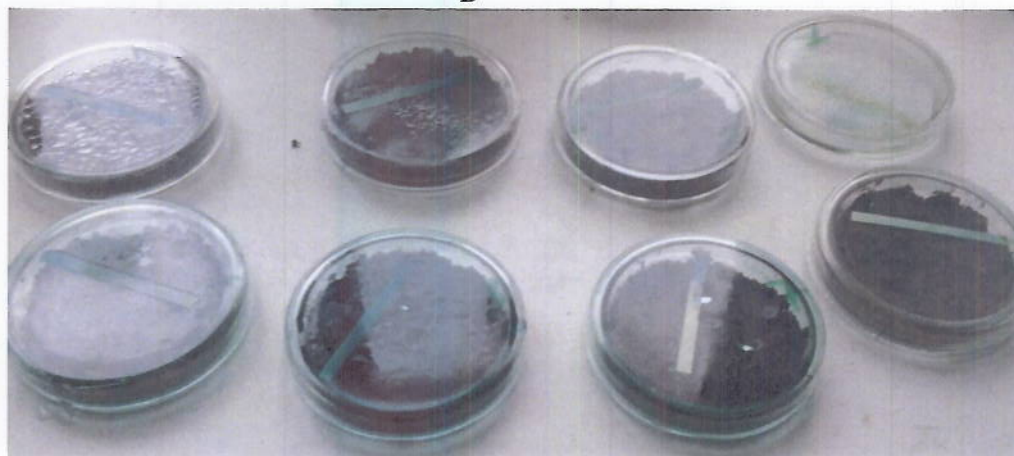
В почвах Черняевского леса у дороги, а также в пробе из Горьковского парка также достаточно интенсивно менялась рН, что также говорит о достаточной скорости распада мочевины. Наилучший результат получен в пробах №№ 2, 4, 6. Такая сравнительная картина убедительно характеризует экологическую ситуацию зон в глубине парков и лесополосе на Гайве как более благоприятную.



А



Б



В

Рис. 5. Этапы постановки опыта на уреазу: А – закладка,
Б – середина опыта, В – через 8 часов

Оценка гумусового профиля по относительной величине слоя в сравнении с глинисто-песчаным осевшим слоем (рис. 6) после перемешивания с водой и суточного отстаивания.

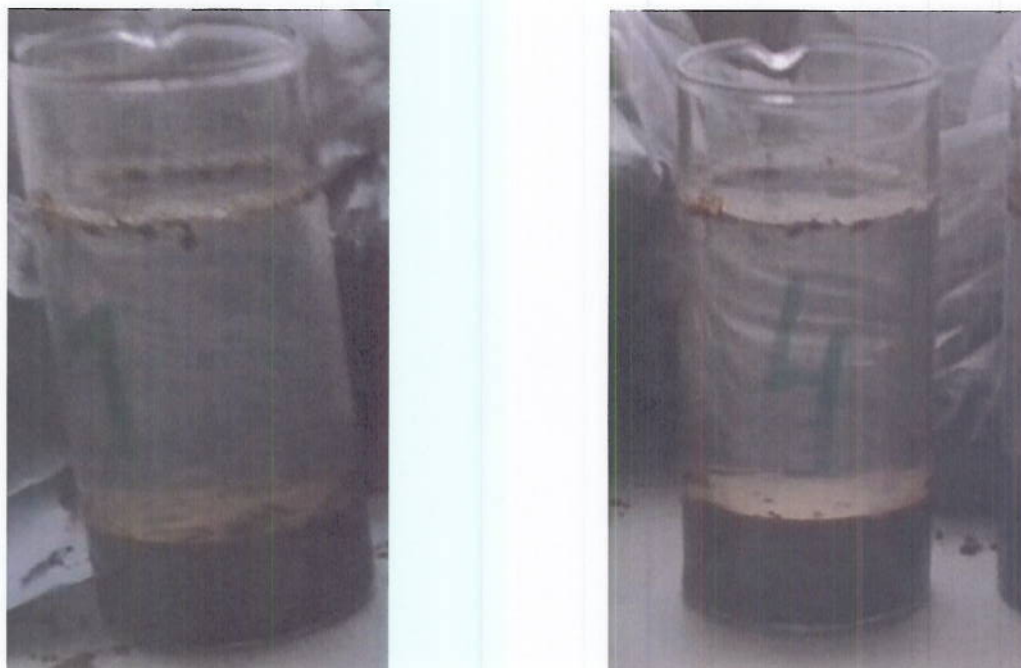


Рис. 6. Постановка проб на выведение содержания гумуса (%)

Гумус в исследуемых образцах составил следующие количества: в пробе 1 – 1,4%, пробе 2 – 3,3%, пробе 3 – 3,5%, пробах 4 и 5 – по 2,0%, пробе 6 – 3,0%, пробе 7 – 3,5%. Как видно, наибольшая мощность плодородной части почвы – в парке Горького и Комсомольском проспекте, но, несомненно, причина этого – регулярное внесение черноземных подкормок, то есть эти варианты характеризуются благоприятным гумусовым состоянием, обеспечиваемым человеком. По данным литературы, в естественных дерново-подзолистых почвах в среднем 2,5% гумуса (18; 19; 20). Величина около 3%, отмеченная в глубине парка Балатово и лесопарке за Кабельным, немного превышает эти значения, но наиболее вероятно, это связано с полуколичественным применяемым методом, а также с «нетронутостью» этих зон агроценозным преобразованием. Пробы Мотовилихи и Гайвнского парка имели более низкое количество гумуса, а наименьшее, что объективно объяснимо высоким техногенным прессом на этой территории – в придорожной зоне Черняевского леса. В среднем, величина $2,67 \pm 0,323\%$ гумуса приближена к такому значению, характерному для типа почв Пермского края.

При изучении химических свойств исследуемых почв мы оценивали важнейшие показатели, расширяющие экологическую характеристику объектов. Оценив реакцию водной, ацетатно-натриевой и солевой вытяжек, мы сравнили данные по визуальному результату и потенциометрические (рис. 7, 8). Универсальная индикаторная бумага показала, что актуальная кислотность во всех пробах – рН между 6 и 7, солевая (обменная, потенциальная) – около 5, гидролитическая – около 7.

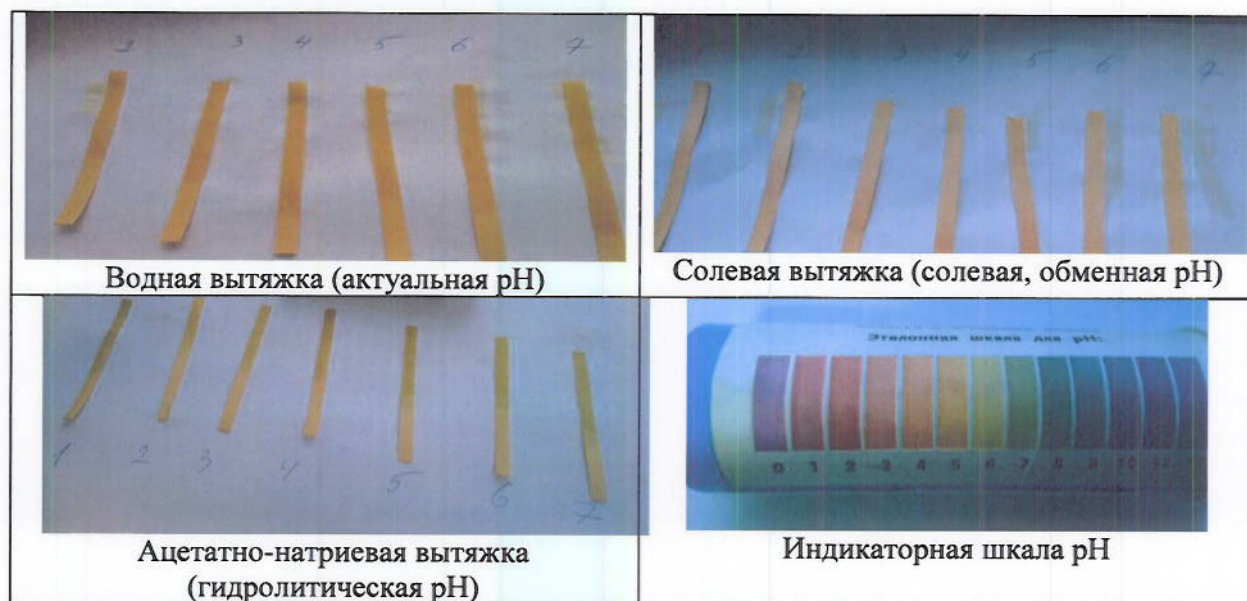


Рис. 7. Полуколичественная оценка рН почвенных вытяжек

Применив более точный метод с использованием портативного рН-метра, мы обнаружили, что по актуальной кислотности почвы являются слабокислыми ($\text{pH } 6,65 \pm 0,097$), этому сопутствовала и кислая солевая рН ($4,57 \pm 0,053$), вариабельность показателей была всего около 3-3,8%.

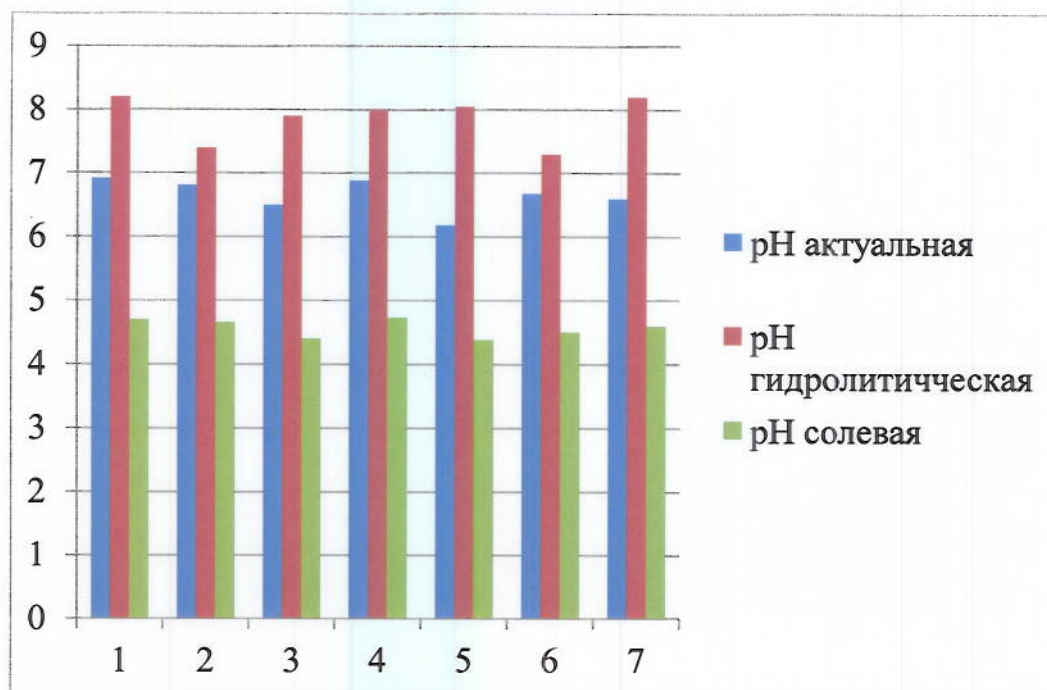


Рис. 8. Кислотность почвенных вытяжек

Как указывают ученые, общая кислотность почв, которая зависит от многих факторов, может иметь как отрицательное, так и положительное влияние на плодородие. Оптимальной величиной, при которой сельскохозяйственные культуры дают наиболее высокие урожаи, являются условия слабокислой или нейтральной реакции среды, т.е. в интервале значений pH от 6 до 7 (27; 30). Следовательно, актуальная pH в наших точках, кроме № 5, можно считать способствующей нормальному приросту растений. Что касается обменной кислотности, то исследователи придерживаются двух разных гипотез (Гедройца, Веча и Дайкухара), но, по мнению отечественных авторов, более вероятна роль обменного Al, соль которого диссоциирует и отдает закисляющие протоны почвенному раствору (30). В нашей работе было четко определено, что обменная кислотность достаточно сильно положительно коррелирует ($r=0,89$) с актуальной, ниже ее, это доказывает, что в растворе (солевой вытяжке) содержались те же самые кислотные компоненты. Конечно, более убедительно это можно было показать при определении фракций кислотных компонентов, но это не входило в наши задачи. Основное значение

определения потенциальной кислотности – это регуляция внесения удобрений в почву для сглаживания закисляющего эффекта. Наряду с этими типами реакций почвенного раствора, определена и гидролитическая кислотность. Как видно из рисунков 7 и 8, гидролитическая кислотность не только ниже первых показателей, но и приближена к щелочным значениям, причины этого неясны, так как именно этот тип реакции должен обосновываться всеми вытесненными из почвенного поглощающего комплекса протонами, и рН соответственно, должна быть ниже. Вероятно, этот артефакт связан с реакцией рН-метра только на ацетат натрия, либо с тем, что по неизвестным причинам не произошло полное вытеснение H^+ из ППК. Единственное, что мы отмечаем, особенно в зонах с высокой транспортной нагрузкой – пробах № 1 и № 7, большие значения рН, меньшие – в Гайвинском, Мотовилихинском и Горьковском парках. Более кислыми гидролитической составляющей оказались почвы лесных массивов (пробы №№ 2 и 6). В сравнении с первыми двумя показателями лимиты по гидролитической рН чуть шире. Следовательно, этот показатель нельзя принимать за информативный.

При коррелятивном анализе выяснилось, что все показатели кислотности взаимосвязаны с уреазной активностью ($r=0,5-0,6$).

На следующем этапе с помощью качественных реакций оценивалось наличие солевых ионов и ионов тяжелых металлов. Наличие карбонат-ионов определялось реакцией почвы с концентрированной соляной кислотой, при ее добавлении наблюдали «вскипание» почвы с разной интенсивностью, что свидетельствует о выделении углекислого газа (рис. 9). Наиболее активно этот процесс протекал в пробах № 2, 4, 5.

Постановка качественных реакций в водных вытяжках на сульфаты и хлориды (рис. 10, А), как наиболее часто встречающихся солей почвенного



Рис. 9. Выделение углекислого газа в пробе № 4

раствора (22; 33; 38), дала почти отрицательный результат, наблюдалось лишь легкое помутнение, свидетельствующее о малой концентрации этих ионов (рис. 10, Б). Это говорит об отсутствии засоления суглинков и супеси изучаемых рекреационных зон г. Перми. Но реакция на сульфаты также подтвердилась и при добавлении бихромата, с помощью которого анализировалось наличие сульфитов, во всех пробах реактив потемнел, что в условиях кислой рН говорит о наличии сульфатов, и отрицательной сульфитной пробе, меньше – в почве с Комсомольского проспекта, больше – в первых трех пробах (рис. 10, В).



А



Б



В

Рис. 10. Постановка качественных реакций на ионы солей: А – реактивы; Б – проба на сульфат-ионы (справа – контроль с Cu_2SO_4); В – проба на сульфит-ионы (справа – контроль цвета бихромата с дистиллированной водой)

Определялось наличие почв ионов металлов – свинца, железа, меди. Все реакции оказались отрицательными, что говорит либо об отсутствии загрязняющих металлов в пробах, либо необходимости применения более тонких, количественных методов обнаружения ионов металлов. Как отмечает И.А. Самофалова (38), в почвенных растворах преобладают катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , всегда присутствуют K^+ , NH_4^+ , H^+ , в почвах с кислой реакцией среды – Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} ; в переувлажненных почвах – Fe^{2+} , Mn^{2+} . В незначительном количестве присутствуют редкие и рассеянные химические элементы (Cu, Zn, Pb, Ni, Co и др.). Железо, алюминий и многие микроэлементы в почвенных растворах находятся преимущественно в виде устойчивых комплексных соединений с органическими веществами, поэтому мы и не обнаружили ионы железа, а ионы свинца, вероятно, имеются в небольших концентрациях, хотя, вблизи автодорог (пробы № 1 и № 7) он, вероятно, накапливается.

Чтобы уточнить наличие солей в почвенном растворе, мы апробировали метод микроскопии дегидратированной водной вытяжки. Во всех пробах можно говорить о наличии карбонатов и бикарбонатов натрия, в пробе № 1 – вероятно, сульфатов (рис. 11). Типичной картиной была затемненная периферия и более светлый центр, в котором преимущественно располагалось только большое количество сферических частиц, генез которых требует уточнения.

Наряду с качественным анализом, мы использовали количественное химическое определение гидрокарбонатной щелочности (так как почвы слабокислые, карбонаты не определяли) и концентрацию ионов кальция (рис. 12, 13, табл. 3), как основных ионов, определяющих в совокупности с магнием, жесткость почвенного раствора. В жидкой фазе почв содержатся ионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , H^+ , OH^- . Эта система имеет важное значение для почв при их естественной влажности, определяя кислотно-щелочное равновесие и подвижность многих компонентов почвы.

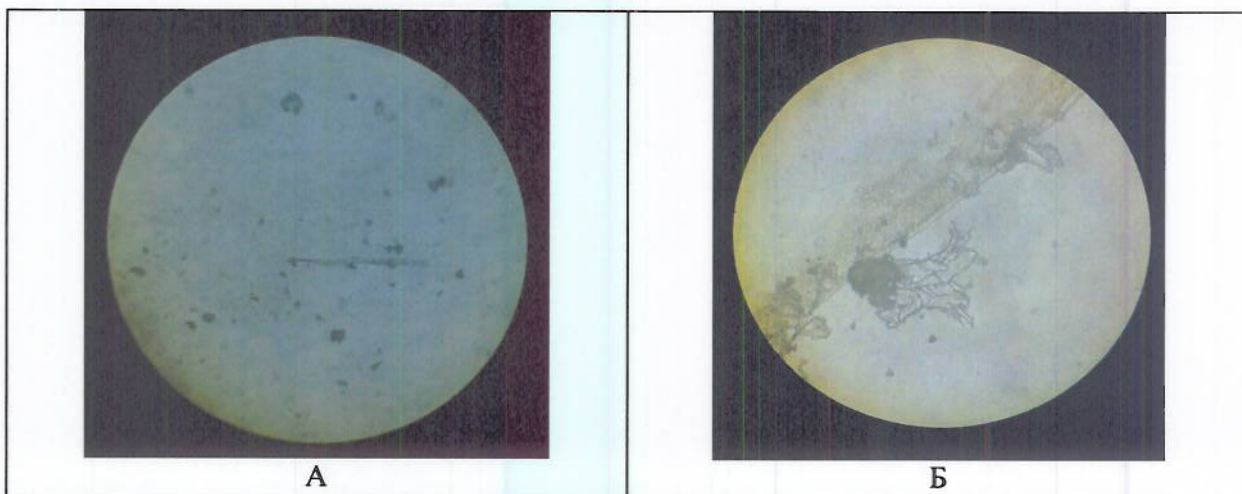


Рис. 11. Центральная и периферическая зона высушенных вытяжек:
 А – предположительно, бикарбонаты натрия;
 Б – предположительно, сульфат кальция

Таблица 3

Показатели щелочности и жесткости почвенной вытяжки

№ п/п	Исследуемый субстрат	Гидрокарбонаты, массовая доля, %	Кальций, мг/дм ³	Кальций, мг-экв/100 г
1	Черняевский лес (у Ш. Космонавтов)	0,06344	56,11	2,8
2	Черняевский лес (в глубине)	0,04392	60,12	3
3	Горьковский парк	0,03172	50,1	2,5
4	Парк им. Свердлова	0,0732	44,09	2,2
5	Парк Чехова	0,03904	60,12	3
6	За ост. Камкабель	0,03416	70,14	3,5
7	Комсомольский проспект	0,06832	74,15	3,7

Бикарбонат- и гидрокарбонат-ионы определяют нормальную щелочность почв (19-20). Эти ионы попадают в почвенный раствор в результате биологических процессов и при выветривании и растворения карбонатных пород. Большая часть (около 80%) поверхностных вод относится к гидрокарбонатному классу (49).



А – титрование на HCO_3^-



Б – комплексометрия на кальций

Рис. 12. Пробы на определение бикарбонатов и кальция

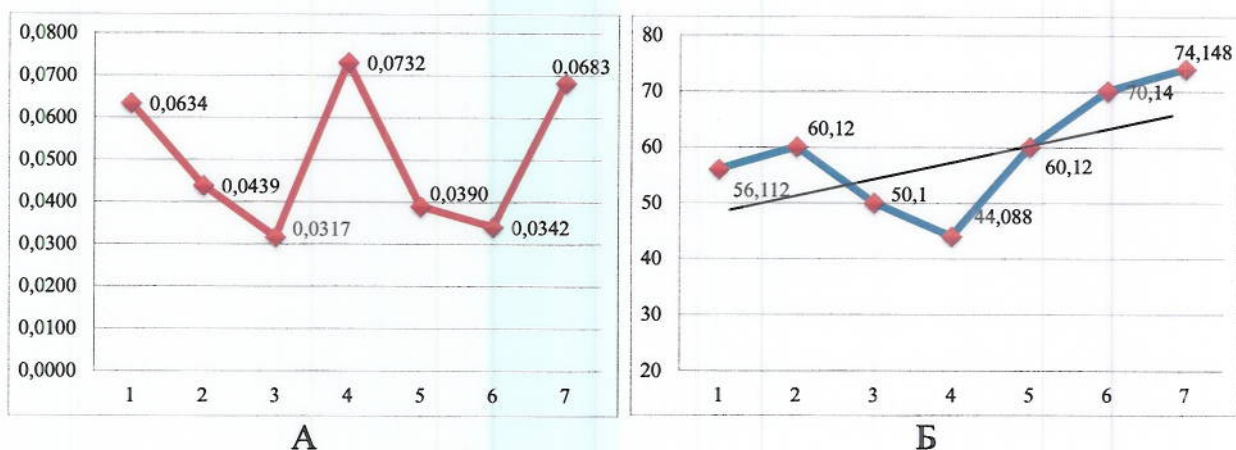


Рис. 13. Уровень бикарбонатов (А) и кальция (Б) в почвенных пробах

Кальций – особый элемент, многие важные агрономические свойства почвы, рост и развитие растений сильно зависят от насыщенности почвенного поглощающего комплекса этим элементом. Его концентрация, особенно в закисленных почвах, имеет важное значение для нейтрализации всех видов кислотности, и, следовательно, для оптимизации роста растений. Как видно из диаграммы (рис. 13, Б), уровень кальция в целом соответствует типологии лерново-подзолистых почв нашего региона, составляя величины от 2,2 до 3,7 мг-экв/100 г почвы. Минимальное значение характерно парку почвам сада им. Свердлова, которые отличились глинистым цветом и наличием крупных агрегатов гранулометрической характеристики. Уровень обменного кальция только на 0,3 ед. коррелировал с показателями кислотности почвы. В целом, такие показатели могут свидетельствовать об умеренной жесткости почвенного раствора.

Финальным был анализ экологического состояния исследуемых почв методом биоиндикации с использованием растения кресс-салата (табл. 4).

Наблюдение за прорастанием семян было начато с первого дня, однако первые всходы были обнаружены лишь на второй день. В субстрате Черняевского леса, как у дороги, так и внутри природной территории, процент проросших семян составил 1; всхожесть в пробах, взятых на территории Комсомольского проспекта, лесополосы за ост. Камкабель и парка им. Свердлова составила по 2%; В субстрате парка им. Горького и парка им. Чехова всхо-

жесть семян составила по 3%. К следующему дню был прослежен резкий скачок (рис. 14) в количестве проросших семян во всех субстратах, кроме первого.

Таблица 4

**Результаты высева семян-кресс-салата, их прорастания
и интенсивности роста**

№ п/п	Исследуемый субстрат	Число проросших семян в %										Высота макс. (мм)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Черняевский лес (около Шоссе Комонантов)	0	1	4	11	15	18	20	20	20	19	55
2	Черняевский лес (в глубине)	0	1	12	16	19	24	25	27	26	28	62
3	Горьковский парк	0	3	13	14	27	35	37	40	40	41	63
4	Парк им. Свердлова	0	2	11	12	17	21	24	32	27	29	60
5	Парк Чехова	0	3	8	8	13	18	27	30	32	32	52
6	За ост. Камкабель	0	2	11	14	20	24	29	33	29	27	60
7	Комсомольский проспект	0	2	7	9	17	24	30	34	34	37	63

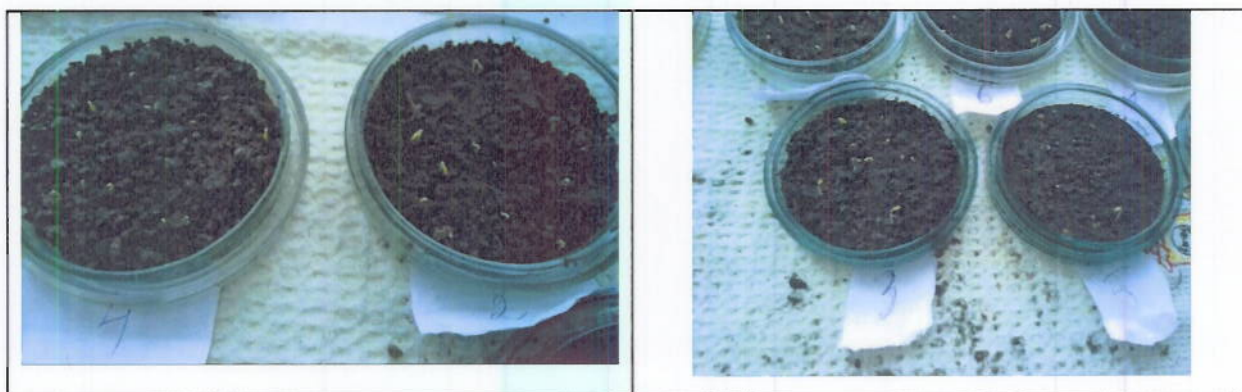


Рис. 14. Проросшие семена к 3-му дню

Плавное увеличение количества проросших (не более 5 новых в сутки) семян до 8 дня наблюдалось у проб 1, 2 и 4, в остальных преобладало волновое увеличение, характеризующееся медленным подъемом на старте и рез-

кими скачками через сутки, и, таким образом, процент проросших семян во всех пробах, кроме 1 и 2, к 8 дню составил от 30. Следует отметить тот факт, что с 5 на 6 сутки в субстрате, собранном в Горьковском парке, произошел крайне резкий – в сравнении с остальными – прирост, составивший 11%, что впоследствии привело к достижению количества всхожих семян на остальных (кроме 1 и 2) субстратах за трое суток до них. К 9 дню увеличение процента всхожести семян наблюдалось только у пятой пробы и составило всего 2. В субстратах 1, 3 и 7 стала прослеживаться остановка прорастания новых семян, а в пробах 2, 4, 6 растения начали умирать, самое большое количество – 5 – погибло в четвертой пробе. К последнему дню процент проросших семян в первой пробе составил лишь 19, что может говорить нам о сильном загрязнении почв данной территории. Число проросших семян в субстратах (%) №2, 4 и 6 составило 28, 29 и 27 соответственно, что говорит нам о нахождении почв данных территорий на приграничном положении между средним и высоким уровнем загрязнения. Процент проростков в пятой пробе также не ушел далеко, 32% свидетельствует об аналогичном положении почв, присущих данной территории. Как и субстрат, взятый в парке Горького, так и субстрат, взятый на Комсомольском проспекте можно назвать наиболее качественным в плане прорастания семян. В обеих пробах шло активное повышение процентного содержания проростков с каждым днем (кроме застоя в 8 и 9 день), а также обе пробы содержат наибольшее количество проросших семян, однако 37% и 41% проростков все равно свидетельствует о среднем загрязнении почвы на данных территориях.

Далее, следует обратить внимание на максимальную высоту растений, полученную к финальному, 10 дню. Максимальная высота во всех субстратах превышает показатель 5 сантиметров, что является показателем слабого загрязнения почвы. Однако стоит отметить тот факт, что максимальная длина растений в 3 и 7 пробе составляет 63 мм и является максимальной, что, опять же, говорит о меньшем уровне загрязнения почв на данных территориях, по

сравнению с другими. Наименьший показатель высоты проявляется у 5 пробы и составляет 52 мм, максимальная высота растения в первой пробе составила 55 мм и в совокупности с малым процентом проросших семян дает право отнести почвы этих территорий к средне-загрязненным. Максимальная высота в пробах 4 и 6 составила по 60 мм, а во второй – 62 мм (рис. 15).

Помимо высоты растений и количества проросших семян следует также учитывать форму стебля и листьев растений. В первой пробе все растения имеют ровный стебель и 2 симметрично расправленных листа (нормальная форма), однако 4 растения имеют короткий раздвоенный стебель и по 3 листа на каждом из ответвлений стебля (шестипалые короткие). Данные растения начали появляться во всех субстратах с 5 дня. В совокупности с максимальной высотой и числом проростков, теперь можно точно назвать почвы Черняевского леса у Шоссе Космонавтов средне-загрязненными. Во второй пробе около 60% выросших растений имеют ровный стебель и 2 листа, 15% имеют длинный ровный стебель, раздваивающийся на конце и по 3 листа на каждом из ответвлений (шестипалый длинный); остальные представляют собой короткие раздвоенные стебли с 3-мя листьями на каждом из ответвлений.

Из всего следует, что почвы внутри Черняевского леса также можно назвать средне-загрязненными. В третьей пробе ситуация аналогична со второй, однако количество двойных трехлистных растений с коротким стеблем превышает количество растений с прямым стеблем и 2-мя листьями, за счет прошлых и этих показателей это говорит нам о среднем уровне загрязнения почв Горьковского парка. В четвертом субстрате 80% растения имеют нормальную форму, 20% растений – шестипалые короткие и 3 растения представляют собой шестипалые длинные. Почвы сада им. Свердлова также имеют средний уровень загрязненности. В пятой пробе 70% растений – короткие шестипалые, остальные имеют нормальную форму.

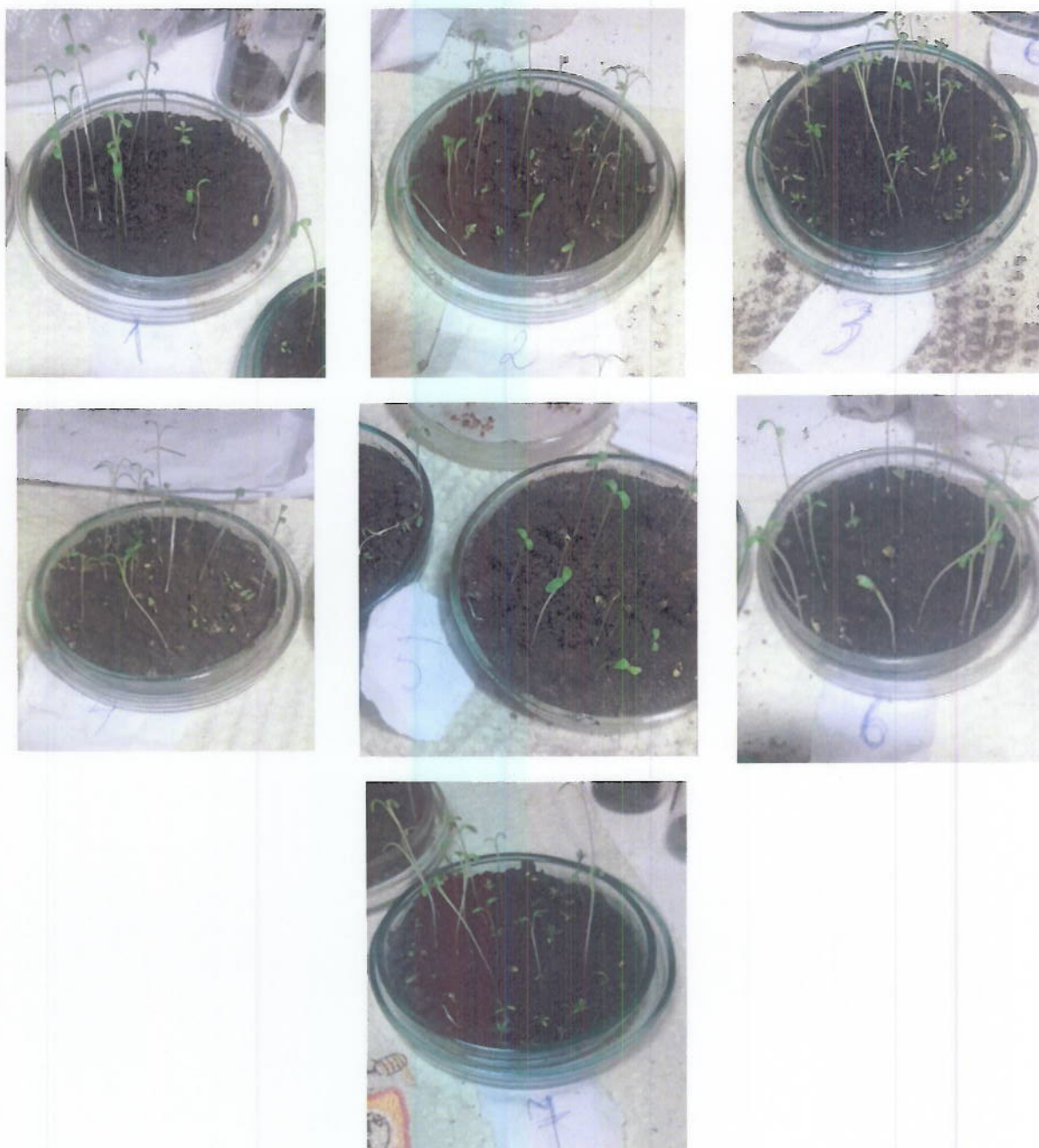


Рис. 15. Растения кресс-салата на 10 сутки опыта

На основе этого и вышеперечисленного, почвы парка им. Чехова имеют средний уровень загрязненности. Субстрат под шестым номером имеет половину длинных шестипалых растений и половину растений с нормальной формой. В совокупности с высотой и количеством взошедших растений, почвы лесополосы за остановкой Камкабель также можно назвать среднезагрязненными. В субстрате №7 60% растений – короткие шестипалые,

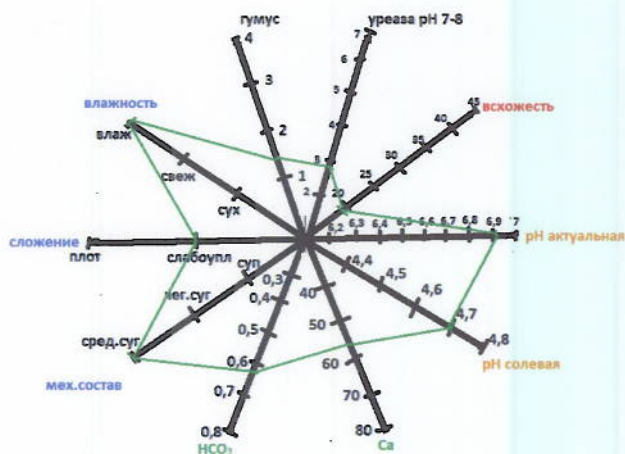
остальные 40% – с нормальной формой, однако присутствуют 3 растения с коротким раздвоенным стеблем, одна из частей которого имеет 3 листа, а вторая 2; и 2 растения с коротким цельным стеблем, но с 4-мя листьями. Как следствие, почвы на территории Комсомольского проспекта рядом с Пермским строительным колледжем являются средне-загрязненными. При этом имеют некоторые особенности в виде выросших растений кресс-салата, имеющих отклонение от нормы (рис. 16).



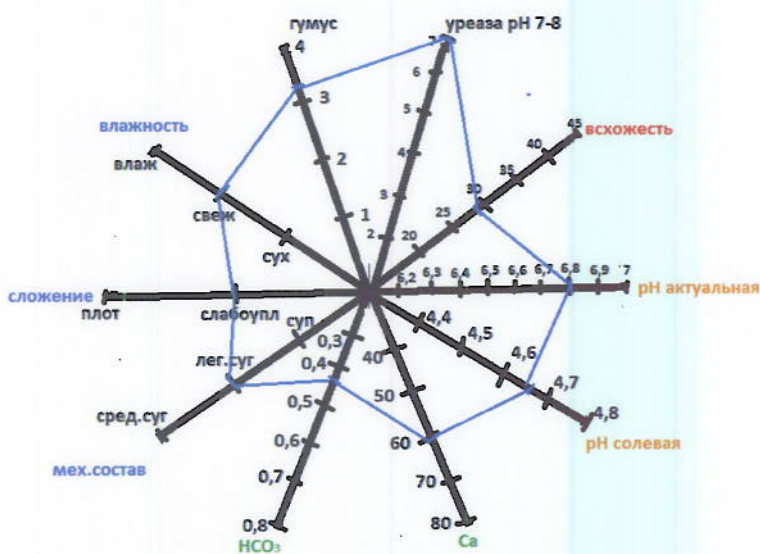
Рис. 16. Формы листьев растений кресс-салата: зеленый – норма; красный – длинный шестипалый; желтый – короткий шестипалый; голубой – короткий пятипалый

Итогом стал тот факт, что почвы всех данных территорий имеют среднюю степень загрязнения. Наивысший уровень характерен придорожной зоне Черняевского леса, наименьшее загрязнение почвы – парке им. Горького, в глубине парка Балатово и Чеховском парке (несмотря на невысокий процент проростков, в этих пробах было дружные всходы и меньше измененных растений), на Комсомольском проспекте, но со значительной долей запоздало проросших семян. В зоне с относительно невысоким техногенным прессом – в лесопарке за Кабельным, были более ровные проростки, с малым количеством отклоняющихся форм.

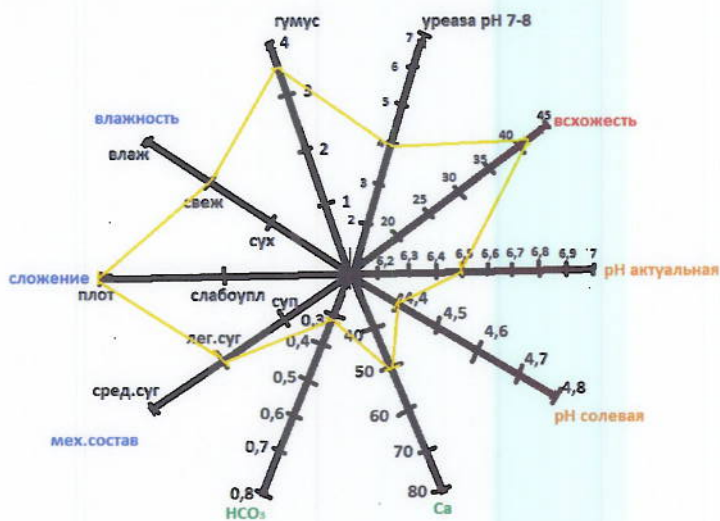
Для визуализации комплексной оценки состояния почв рекреационных зон Перми нами были разработаны лепестковые диаграммы – химико-биологический профиль зон изучаемых территорий (рис. 17, А-Ж).



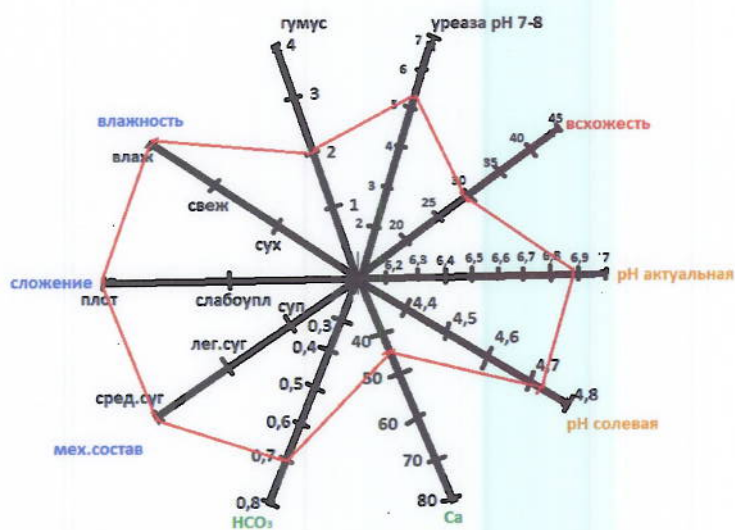
А – придорожная зона Черняевского леса



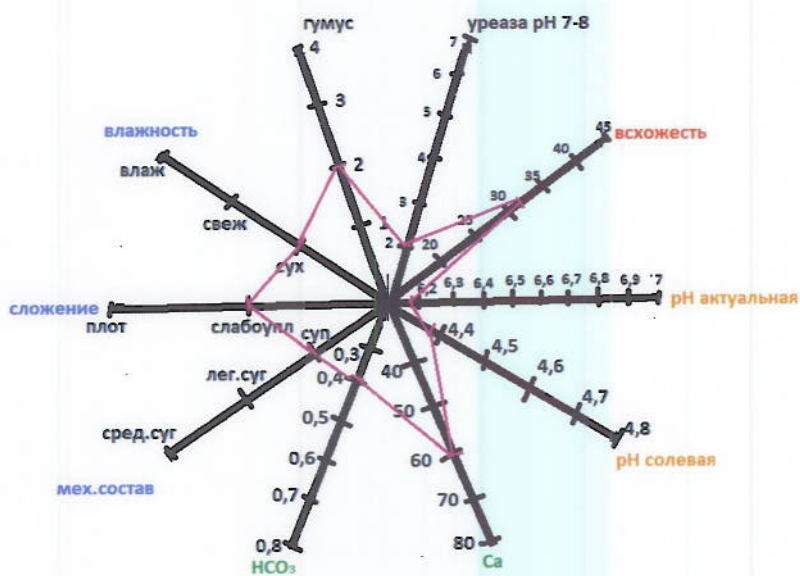
Б – в глубине Черняевского леса



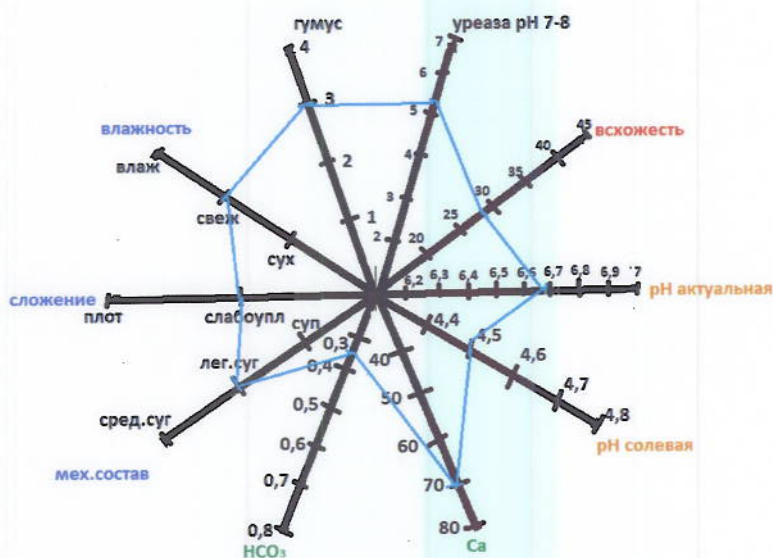
В – парк Горького



Г – сад им. Свердлова



Д – парк им. Чехова



Е – лесопарк за ост.
Кабельный

**Ж – Комсомоль-
ский проспект**

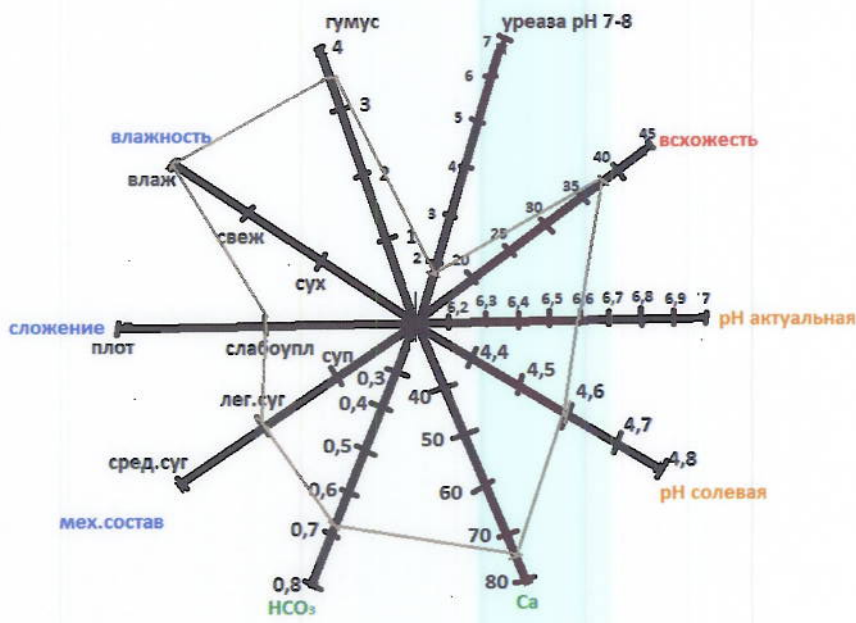


Рис. 17. Химико-биологический профиль зон рекреации города Перми

Заключение

Целью научно-исследовательской работы было изучение и оценка экологического состояния почв некоторых рекреационных территорий города Перми.

Были исследованы почвы разных районов города Перми: 1 – Парк культуры и отдыха «Балатово» (ООПТ г. Перми «Черняевский лес»), точка – около остановки «Больничный городок» по ул. Шоссе Космонавтов; 2 – ООПТ г. Перми «Черняевский лес», точка – в глубине парка; 3 – Историко-природный комплекс «Сад им. А.М. Горького»; 4 – Сад им. Свердлова (Райский сад) – в глубине парка; 5 – Парк культуры и отдыха им. А.П. Чехова; 6 – микрорайон Гайва, лесной массив – за ост. Кабельный; 7 – Комсомольский проспект, аллея, около Пермского строительного колледжа.

Выводы

1. Почвы зон рекреации относятся по морфологическим свойствам к суглинкам, в основном свежим и влажным, имеющим слабо-уплотненную структуру.

2. Уреазная активность почв имеет высокое диагностическое значение в оценке их экологического состояния. По данному показателю наиболее активна работа фермента в зоне Комсомольского проспекта и парке Чехова. Это свидетельствует о высокой очищающей способности данных почв.

3. По уровню актуальной и солевой кислотности почвы являются слабо-кислыми. Гидролитическая кислотность определена недостоверно. Показатели рН коррелируют с биохимической активностью почв.

4. Качественный анализ на ионы солей и металлов выявил только незначительные количества хлоридов и сульфатов, не выявив катионы тяжелых металлов. Это требует уточнения и применения количественных методов анализа.

5. Микроскопия образцов выявила наличие карбонатов, также как и добавка соляной кислоты к пробам, а в придорожной зоне Балатовского парка – нетипичные соли сульфата кальция.

6. Показатели жесткости – бикарбонатная щелочность и уровень обменного кальция в исследуемых почвах соответствуют их типологии. Минимальное количество кальция при максимальной щелочности – в саду Свердлова, более высокие значения этого катиона – в облагораживаемых зонах Комсомольского проспекта и лесных зонах.

7. С помощью метода биоиндикации путем посева семян кресс-салата объективно выяснено, что почвы изучаемых территорий имеют средний уровень загрязнения. Более благоприятны ситуации по плодородию и всхожести в зонах, на которых регулярно производится внесение чернозема – парк Горького и Комсомольский проспект, далее располагаются лесные зоны – за Кабельным и в глубине Черняевского леса, а также Мотовилихинский парк, особо негативна ситуация в парке Балатово в прилегающей зоне около Шоссе Космонавтов, что доказывает весьма высокую загрязненность этой зоны.

Таким образом, доказана актуальность исследования, достигнута цель работы и раскрыта комплексная экологическая характеристика рекреационных зон города Перми.

Список литературы

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды».
2. Аристовская Т.В. Экспресс-метод определения биологической активности почв / Т.В. Аристовская, М.В. Чугунова // Почвоведение. 1989. № 1. – С. 142-147.
3. Биоиндикация как метод оценки состояния окружающей среды. Курсовая работа. 2013 / Электронный ресурс <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=602640>. Библиофонд Дата обращения 15.11.2018.
4. Вальков В.Ф., Елисеева Н.В. Справочник по оценке почв. ГУРИПП «Адынея», 2004. 234 с.
5. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение: Учебник для вузов. Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. 496 с.
6. Вяль Ю.А. Оценка биологической активности почв городских ландшафтов / Ю.А. Вяль, А.В. Шиленков // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. Естественные науки. 2009. № 14 (18). С. 7-10.
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2017 году». Пермь, 2017.
8. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: МГУ, 1986. 137 с.
9. Еремеева В.Г., Плешакова О.В., Эмралиева С.А. Мониторинг почвенного покрова: Методические указания по выполнению лабораторных работ – Омск: Изд-во СибАДИ, 2012.
10. Ермолаева Н.Г. Ваш сад и огород. Справочник садовода-огородника И.: Удмуртия, 1984.

13 июля 2005 г.). / Электронный ресурс <https://studydoc.ru/doc/301786/masterskaya-s.a.zhiganovoj-«issledovanie-pochv>. Дата обращения 28.11.2018

22. Методы контроля качества почвы Учебно-методическое пособие для вузов. / Д.Л. Котова, Т.А. Девятова, Т.А. Крысанова, Н.К. Бабенко, В.А. Крысанов. Воронеж, 2007. 106 с.

23. Методы почвенных исследований: Лабораторный практикум. Пермь: ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2008. 53 с.

24. Мудрых Н.М. Пособие к лабораторным занятиям по агрохимии: Методическое пособие для студентов специальности (направления) 110201.65 «Агрономия», 110202.65 «Плодоовощеводство и виноградарство», 110203.65 «Защита растений», 110400.62 «Агрономия» / Н.М. Мудрых, М.А. Алёшин; ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. – 51 с.

25. Мукинина И.А. Влияние экологических факторов на биологическую активность серых лесных почв // Лесоведение. 2005. № 5. С.41-45.

26. Мухаметгареева А.Р., Пенкина М.В. Химический состав почвы на пришкольном участке. Проектная работа. Уфа, 2010. 46 с.

27. Накаряков А.В., Фуфачева В.М. К характеристике форм кислотности почв Пермской области и их эволюция после известкования // Вестн. Перм. ун-та. 2001. Вып. 4. Биология. С. 55-62.

28. Никитин Е.Д. Почва как биокосная полифункциональная система, разнообразие и взаимосвязь почвенных экофункций. М.: Геос, 1999. С. 74-81.

29. Общие сведения о городе Пермь // Электронный ресурс. <https://mydocx.ru/11-94346.html>. Дата обращения 01.12.2018

30. Определение кислотности и щелочности различных типов вод: методические указания / сост. Т.В. Лапова, А.Н. Павлова, М.Л. Тогидний. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2013. 20 с.

31. Основные положения о кресс-салате /Электронный ресурс: <http://gardenweb.ru/kress-salat>_(Дата обращения 07.10.18).

32. Польза и вред кресс-салата/ Электронный ресурс <http://findfood.ru/product/kress-salat> (Дата обращения 08.10.18)
33. Практикум по агрохимии. М.: МГУ, 1989. 304 с.
34. Разработка методики мониторинга эколого-функционального состояния почвогрунтов. Дипломный проект. 105 с. / Электронный ресурс <http://mirznanii.com/a/330566/razrabotka-metodiki-monitoringa-ekologo-funktsionalnogo-sostoyaniya-pochvogrunтов>. Дата обращения 01.12.2018.
35. Рогожина Е. Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнения почвы. Исследовательская работа. Саранск, 2008. 19 с.
36. Розанов Б.Г., Розанов А.Б. Основные тенденции изменения почвенного покрова земли под воздействием человека. М.: МГУ, 1994. С. 105-126.
37. Рыхликова М.Е., Рахлеева М.Е., Мартыненко И.А. Экологическое почвоведение для средней школы: методы популяризации и инновационные подходы в МГУ // Почвы в биосфере и жизни человека. М., 2012. С. 545–560.
38. Самофалова И.А. Химический состав почв и почвообразующих пород: учебное пособие. М-во с.-х. РФ, ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». – Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2009. 132 с.
39. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Тула: Гриф и К, 2012. 124 с.
40. Строганова М.Н. Городские почвы: генезис, систематика и экологическое значение: Автореф. дисс. ... д-ра биолог.наук. М., 1998. 71 с.
41. Структурно-функциональная роль почвы в биосфере. М.: Геос, 1999. 278 с.
42. Суханов О.Б. ПВИ ВВ МВД России как объект природопользования.-Диплом. Работа.-Пермь, ПВИ ВВ МВД России, 2005.
43. Трубачева Л.В. и др. Методика выполнения измерений содержания ионов кальция в почвах / УГУ, 2010.

44. Трубачева Л.В., Лоханина С.Ю., Антошкина А.А. Применение различных индикаторов для определения содержания ионов кальция в почвенных вытяжках // Электронный научный журнал «Аргіогі. Серия: Тестественные и технические науки», 2014, № 4.

45. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий (учебно-методическое пособие для студентов и аспирантов эколого-биологических специальностей). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 84 с.

46. Химический анализ почв: Лабораторный практикум для вузов. Ч. 2. / Т.И. Прожорина, Е.Д. Затулей. Воронеж: Изд.центр ВГУ, 2009. 31 с.

47. Шестаков И.Е. Экологическое состояние почвенного покрова г. Перми: Автореф. дисс. ...к.б.н. Пермь, 2012. 23 с.

48. Яковлев А.С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв. М.: Почвоведение, 2000. С. 70-79.

49. Электронный ресурс. Гидрокарбонатный ион. <https://studfiles.net/preview/6489827/>. Дата обращения 05.12. 2018.

