

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(**Н И У « Б е л Г У »**)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННЫХ
ЗОН ГОРОДА**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки
05.04.06. Экология и природопользование
очной формы обучения, группы 81001613
Козлова Максима Александровича

Научный руководитель
д.г.н., доцент
Голеусов П.В.

Рецензент
заведующий кафедры географии,
геоэкологии и безопасности
жизнедеятельности НИУ «БелГУ»,
профессор, доктор геогр. наук
Корнилов А.Г.

БЕЛГОРОД 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Городские почвы: функции, генезис, классификация.....	5
1.1. Геосистема города и её поверхностные образования.....	5
1.2. Условия и факторы формирования городских почв.....	9
1.3. Систематика и диагностика городских почв.....	13
1.4. Экологические функции городских почв.....	15
Глава 2. Характеристика объектов и методов исследования почв рекреационных зон.....	18
2.1. Характеристика объектов исследования.....	18
2.2. Методики исследования свойств почв рекреационных зон.....	27
Глава 3. Экологическое состояние, поддержание экологических функций и экологическая реабилитация почв рекреационных зон.....	32
3.1. Анализ валового (общего) содержания микро- и макроэлементов в почвах рекреационных зон.....	32
3.2. Рекомендации по устранению негативных параметров почв города, влияющих на ее экологические функции.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Городские почвы являются антропогенно-измененными почвами, который имеет в своей структуре созданный в результате антропогенной деятельности поверхностный слой мощностью более чем 50 см, полученный в результате насыпания, погребения или перемешивания материала урбаногенного происхождения, а также наличием строительного-бытового мусора [3].

Актуальность. Интенсивное антропогенное воздействие в городской среде на окружающую природную среду, приводит к ощутимым и часто непоправимым ее изменениям: значительно изменяется гидрографическая сеть и рельеф, природная растительность сменяется на антропогенные фитоценозы, формируется новый тип микроклимата. В конечном счете, в результате увеличения площадей искусственных покрытий и застройки нарушается или сильно видоизменяется почвенный покров. В конечном итоге все эти причины влекут за собой формирование особых почв и почвоподобных тел. Городские почвы интересны тем, что в них происходит процесс накопления загрязняющих веществ, а также они являются уместными объектами для осуществления экологического мониторинга [3]. Такие почвы являются важной составной частью городских геосистем, которые реализуют конкретные фитосанитарные функции в городах [17].

Цель работы: выявить эколого-геохимическое состояние почв рекреационных зон, испытывающих комплексное техногенное воздействие на примере парков городов Белгорода и Алматы.

Задачи исследования:

- 1) изучить экологические функции и геохимические особенности функционирования городских почв;
- 2) исследовать почвы рекреационных геосистем с точки зрения их геохимических особенностей;

3) дать оценку ключевым факторам геохимического воздействия на почвы рекреационных зон разных городов;

4) разработать меры по поддержанию экологических функций и экологической реабилитации почв рекреационных зон.

Предмет исследования: эколого-геохимическое состояние почв рекреационных зон.

Объекты исследования: почвы парков на территории городов Белгорода и Алматы.

В работе использованы следующие **методы исследования:** экспериментальный (проведено геохимическое обследование модельных и фоновых объектов), методы лабораторного анализа (элементный анализ проведён ренгенофлуоресцентным методом), описательный, картографический с элементами ГИС-технологий (построение карт распределения свойств почв в программе Surfer), сравнительный, методы математической статистики.

Практическое значение результатов работы состоит в выявлении тенденций изменения химического состава исследуемых городских территорий.

Структура магистерской диссертации включает: введение, три логически взаимосвязанные главы, заключение, список использованных источников.

Первая глава содержит описание подходов к классифицированию свойств почв урбогенных территорий.

Во второй главе дана характеристика объектов и методов исследований.

В третьей главе был проведен анализ валового (общего) содержания микро- и макроэлементов в почвах рекреационных зон, предложены рекомендации по поддержанию экологических функций и экологической реабилитации почв рекреационных зон.

Глава 1. Городские почвы: функции, генезис, классификация

В результате усиленной антропогенной деятельности в пределах городов происходит значительное изменение практически всех элементов природной системы: происходит изменение гидрографической сети, рельефа, микроклимата, а также естественной растительности. Застройка территорий и создание искусственных покрытий приводит к полному уничтожению, либо сильному изменению почвенного покрова города, населенного пункта.

1.1. Геосистема города и её поверхностные образования

В настоящее время имеет большое значение проблема урбанизации, где из года в год происходит увеличение площадь городских территорий [41]. Существенная трансформация компонентов природной системы, например, загрязнение, парниковый эффект, аридизация, деградация почвенного покрова и растительности мира, образование кислотных дождей, осуществляются на, преимущественно, урбанизированных территориях [4].

Термин урбанизация следует рассматривать рост и развитие городов, исторический процесс увеличения роли городов и городского образа жизни в процессе развития общества. Увеличение числа городов-гигантов дает толчок к явному увеличению человеческого воздействия на окружающую природную среду. В большинстве случаев, площадь воздействия городской среды превосходит его территорию в 25-40 раз, окраинные территории оказываются загрязненными твердыми, жидкими и газообразными отходами, образованные на территориях жилой застройки и промышленных зонах [2, 3]. По этой причине, в значительной степени возникает проблема низкой обеспеченности городов природно-ресурсным потенциалом, в результате чего идет образование негативных геодинамических процессов (подтопление, карстово-суффозионные, оползневые процессы и т. д.),

загрязнении воздушной и водной сред и в остродефицитных зонах зеленых насаждений [36]. В результате этих причин происходит увеличение степени экологического риска для всех элементов природной системы, сокращение устойчивости территорий: растительности, воздуха, воды и грунтов; повышению абиотичности системы, почвы, [18, 20].

В Австралии, Северной и Западной Европе, а также Новой Зеландии располагаются одни из наиболее урбанизированных регионов. В данных регионах доля городского населения превышает 80%. в Южной Европе городское населения составляет примерно 66%, а в Восточной Европе около 66-68%, соответственно.

В ходе процесса урбанизации образовывается специфическая урбоэкосистема. Под термином урбоэкосистема следует понимать нестабильная природная и антропогенная система, которая искусственно создана и поддерживается человеком [38]. Все изменения в результате человеческой в функциональности круговороте а городской территории зависят от источника и вида человеческого воздействия, от факторов нагрузки, от качества среды, которое порождает за собой к числу определенных последствий, включая также и отрицательные [26]. Такие экосистемы имеют малую рекреационной ценность, в отличие от ненарушенных экосистем, в них происходит нарушение биокруговорота, сокращение биоразнообразия. Трансформация и разрушение круговорота приводят к тому что, происходит появление новых болезней, идет снижение качества питьевой воды; происходит ухудшение условий проживания населения; идет накопление поллютантов в организме человека, происходит миграция в трофических цепях, а также происходит загрязнение воздуха.

В настоящее время исследование почвенного покрова на территории городских зон является в достаточной степени молодым направлением в науке [7]. Бокгейм впервые ввел термин «городские почвы» и рассмотрел его как почвенный материал, содержащий в нем созданный в результате

человеческой деятельности специфический слой урбаногенного происхождения и имеет мощность более 50 см, который был сформирован в результате загрязнения земной поверхности или перемешивания в городской и внегородской зонах [34].

В данный момент понятие «городские почвы» определяется как антропогенно измененные почвы, который имеет в своей структуре созданный в результате антропогенной деятельности поверхностный слой мощностью более чем 50 см, полученный в результате насыпания, погребения или перемешивания материала урбаногенного происхождения, а также наличием строительного-бытового мусора [3].

К настоящему моменту наиболее интенсивно вырабатывают теоретические компоненты учения о урбоэкосистемах и их роли в почвенном покрове. По данному направлению было опубликовано достаточно работ [29].

Характерные черты почв городских территорий:

- материнская порода – насыпные, перемешанные или намывные грунты, а также культурный слой;
- особые физико-механические свойства почв (повышенная объемная масса, пониженная влагоемкость, повышенная каменистость и уплотненность);
- увеличение верхнего горизонта за счет постоянного привнесения разного рода материалов и значительного эолового напыления
- в значительной степени загрязненность тяжелыми металлами и нефтепродуктами;
- щелочная или нейтральная реакция (характеризующая и в лесной зоне)
- включение бытового и строительного мусора в верхних горизонтах почвы [3].

Одно из главных особенностей почв городских территорий заключается в том, что в таких почвах имеется диагностический горизонт, получивший название как «урбик».

Горизонт «урбик» - поверхностный насыпной и перемешанный органо-минеральный горизонт, включающий в себя урбоантропогенные материалы (превышая 5 % промышленных отходов, строительного и бытового мусора), имеющий мощность более 5 см [29].

Отличительные черты горизонта урбик:

- Возраст и расположение - формируются в урбанизированных городах и населенных пунктах на протяжении длительного времени, а также может быть образован в результате содания скверов, газонов и т.д.
- Почвообразующим материалом является культурный слой, перемешанные или насыпные фрагменты и фунты (осколки) природных почв.
- Доля гумуса имеет высокое содержание (5-10%), состав гумуса чаще гуматный, превышает 2-я фракция гуминовых кислот
- Цвет – разного рода оттенки темно-бурых тонов.
- Гранулометрический состав - характеризуется легким, а также может быть облегчен за счет включений.
- Имеется значительная вариабельность свойств в горизонте по плотности сложения, по обилию включений, по химическим свойствам, текстуре.
- Характеризуется нарастанием горизонта вверх за счет выпадений из атмосферы пылевых частиц и антропогенного добавления материала.
- Сложение – рыхлый, слоистый; верхний горизонт почвы обычно значительно уплотнен из-за интенсивной рекреационной нагрузки.
- Имеет слабую структуру.
- Показатель рН имеет значение более 7.

- Каменистость - включает строительно-бытовые материалы, сконцентрированные в верхних слоях почвы [3].

1.2. Условия и факторы формирования городских почв

Развитие урбоэкосистем, по сравнению с природными, поддерживается не только за счет простейших естественных процессов, но также и за счет человеческого воздействия. В конечном итоге, в городской системе проявляется существенное изменение всех факторов почвообразования (климата, рельефа, почвообразующих пород и растительности) [12]. Почти во всех городах природного почвенного покрова уже просто не осталось вовсе.

Особенности климата. Развитие больших городов существенно повлияло не только на естественные ландшафты, но и на климат в целом. Различные ученые отмечают о необходимости включения разновидности климата, как городской.

В крупных городах можно заметить отсутствие или резкое изменение показателя снежного покрова и длительности его формирования. В разных районах города снег утаптывается, убирается, происходит насыпание выше нормы деятельностью ветра и человека. В результате, формируются микроландшафты со специфическим микроклиматом [28]. В среде, обнажаемых от снега, идет формирование сухой холодной пустыни, которым в таком состоянии являются примитивные, скелетные, дефлируемые, почвы и разреженная растительность в «накипной» и «подушечной» формах [37]. На территориях, где большое количество снега, в особенности затененные участки, образовывается сезонный режим и микроклимат, имеющие сходства с лесными и лесолуговыми ландшафтами с их особыми почвообразующими процессами. В тех и других случаях могут возрастать солифлюкционные оплывания и процессы мерзлотного пучения почвы и грунта, в отличие от литологических и топографических условий [37]. Все перечисленные процессы главным образом влияют на состояние дорожной сети любого

города. Все особенности климатических факторов можно рассмотреть в любом крупном городе, но их действие нарастает с увеличением площади агломерации и накладывает свой отпечаток на природные условия.

Почвообразующие породы. На территории города почвообразующие породы включают: намывные и насыпные грунты, естественные субстраты а также культурный слой, [1].

Культурный слой является исторически сложившейся системой напластований, образовавшаяся в ходе человеческой деятельности [3]. Показатель культурного слоя может варьироваться от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров. Образуется культурный слой в результате поверхностного дифференциального рода материала на основании деятельности человека. В новых городах культурный слой состоит из различных обломочных материалов: строительного мусора, битых кирпичей, заброшенных фундаментов зданий. асфальтовых покрытий. Строительный мусор имеет наибольшую долю среди всех перечисленных отложений.

Грунты. Наиболее распространенным в окружающей природе являются рыхлые и осадочные отложения. Также встречаются и горные породы в городской среде. В зависимости от типа грунта идет отличие на различные свойства почв и почвообразовательные процессы.

Городские почвы (урбаноземы) образуются различными способами:

1. почва на размывных, насыпных или перемешанных грунтах;
2. почва на возобновленных насыпных грунтах;
3. почва на культурном слое [29].

Процесс трансформации грунтов в городах происходят в результате: перерыва, насыпания, а также в результате перемещения [2]. В результате насыпания грунты становятся рыхлыми. При формировании почв на насыпных грунтах проявляется глубочайшее проникание по профилю

питательных веществ (особенно фосфатов), органических (а также некоторых опасных соединений), и тяжелых металлов. Природные почвы, в свою очередь, содержат много питательных веществ только в верхних горизонтах [14].

Геоморфологические особенности. В следствие хозяйственной и строительной деятельности человека в течение многих веков существенно трансформировался естественный рельеф городской среды. В результате этого произошло выравнивание и перепланировка поверхности, исчезла долинно-балочная разветвленная сеть, а также сформировался новый рельеф [17]. Очевидно, что на территории древних городских поселений имеется значительное повышение уровня земной поверхности, называемое «тель». Тель возвышается над окрестностями на 8-10 м, она сформировалась вследствие систематического добавления различного рода субстратов на городскую поверхность земли.

В городской среде довольно часто происходит карстово-суффозионные просадки и оседание толщи грунта и вследствие повышения расхода подземных и артезианских вод, снижается объем почвенно-грунтовой массы, которое происходит по причине выщелачивания растворимых солей. На заключительном этапе вследствие отрицательного воздействия карстовых и суффозионных процессов часто происходит сокращение почвенно-растительного комплекса. В результате отрицательного воздействия суффозионных и карстовых процессов происходит деградация растительного комплекса.

Характерными чертами городской флоры являются:

1) изобилие флористического состава, которое изначально обусловлено экотонным эффектом;

2) флористическая разнородность города, которая обусловлена его географической, экологической, а также возрастной неоднородностью [20].

При перемещении от пригорода к центру происходит закономерное сокращение число видов флористического состава.

Д.Н. Кавтарадзе и М.И. Игнатъева (1986), М.И. Игнатъева (1993) создали классификацию городских растительных сообществ, применившие термин «урбанофитоценоз» (УФЦ, в основу которой установлены происхождение УФЦ и доминирующая жизненная форма растений, представленная в таблице 1.1 [18].

Зеленые насаждения хорошо влияют на здоровье человека вследствие выделения в атмосферу фитонцидов и кислорода.

Выбросы от предприятий и транспорта, а также токсичные вещества в почве наиболее сильно воздействуют на флору. В результате негативного воздействия происходит:

- 1) сокращение линейного увеличение оси ветвей и ствола;
- 2) изменение габитуса молодых деревьев и т.д;
- 3) интенсивное отмирание ветвей определяющей части кроны;
- 4) истощение побегообразования путем отмирания почек [20].

Таблица 1.1

Урбанофитоценозы и их комплексы [18]

Сообщества с доминированием деревьев и кустарников	Сообщества травянистых растений	Садово-парковые комплексы, т.е. сочетание фрагментов древесной, кустарниковой и травянистой растительности
А. естественного происхождения		1. Парки (сады) 2. Скверы 3. Межквартальные насаждения 4. Бульвары 5. Специального назначения (насаждения больниц, детских садов, институтов, промышленных зон) 6. Уличные посадки
Древесные массивы лесопарков и парков	Луга лесопарков Болота лесопарков	
Б. Искусственно сформированные		
Древесные массивы и группы парков Живые изгороди	Газоны Цветники	
В. Стихийно возникшие		
	Пустыри	

1.3. Систематика и диагностика городских почв

Невзирая на долгое изучение городских почв отечественными и также зарубежными учеными, можно утверждать, что в данный момент так и не создали единый подход к проблеме образования генетической классификации городских почв.

М.Н. Строгонова разработала свою классификация почв и почвоподобных тел городов южно-таежной зоны Европейской зоны России. Данная классификация составлена на особенностях морфологического строения профиля почвы и почвообразующих пород. Исходя этой классификации, можно с уверенностью сказать, что вся территория города представляется открытыми, а также частично озеленёнными участками и закрытыми заасфальтированными и застроенными [3]. Первый вид территорий, в свою очередь, может подразделяться на различные группы почв.

Поверхностные тела первого типа территорий, в свою очередь, могут включать следующие групп почв: естественно ненарушенные, естественно-антропогенные поверхностно-преобразованные (естественные нарушенные), антропогенные интенсивно преобразованные почвы - урбаноземы и искусственно созданные почвоподобные образования - техноземы, а также на открытых поверхностях города находятся непочвенные образования - насыпные, перемешанные, намывные, техногенные и природные грунты. [37].

На асфальтированных территориях второго типа под асфальтобетоном или других покрытий формируется особая группа тел - почвы «экраноземы» и запечатанные фунты [37].

В *природных ненарушенных* почвах удерживается свободное расположение горизонтов природных почв.

Антропогенно-поверхностно-преобразованные естественные почвы имеют в верхнем горизонте почвы слой урбик мощностью, достигаемый не больше 50 см, а также ненарушенную срединную и нижнюю часть профиля.

Антропогенно-глубоко-преобразованные почвы образуют группу урбаноземов, которые включают горизонт урбик мощностью уже более 50 см.

Урбаноземы подразделяют на следующие подгруппы:

Механические преобразованные почвы:

Урбаземы. В них почвенный профиль состоит как из одного, так и из нескольких горизонтов урбик. Такие почвы образуются на культурном слое и на грунтах различного происхождения.

Культуроземы. Данные почвы демонстрируют собой городские почвы садов и огородов. Такие почвы характеризуются более мощным гумусовым горизонтом, составляющий более 50 см. Они формируются на культурном слое, на нижней иллювиальной части почвенного профиля, а также на грунтах многообразного происхождения.

Некроземы. Они включают почвы городских кладбищ. Мощность перемешанности составляет более 200 см.

Химически-преобразованные почвы:

Индустриземы. Они распространены на промышленно-техногенных зонах. Такие почвы характеризуются сильным загрязнением тяжелыми металлами и различными токсичными веществами. Химическое загрязнение почв, ведет к дальнейшему ее сокращению [4].

Интруземы – такие почвы формируются в местах автозаправочных станций, автомобильных стоянок транспортных аварий. В таких местах в почву постоянно проникают нефтепродукты.

Почвоподобные тела:

Реплантоземы – это почвы, которые имеют маломощный гумусовый слой, органико-минерального вещества или торфо-компостная смесь. Данные

почвы формируются на территории промышленных новостройках, а также на новых газонах.

Конструктоземы. Так почвы образованы путем формирования профиля по образу природной почвы. Они включают несколько слоев грунтов насыпного гумусированного слоя. Кроме почвоподобных поверхностных образований, имеют распространение участки с безгумусными естественными и техногенными открытыми группами, а также территории мусорных свалок со слабогумусированными или негумусированными минеральными грунтами, в некоторой степени задерновывающиеся [16]. Эти почвы имеют рыхлый, а также грубообломочный состав. Промышленные грунты, городского происхождения, характеризуются твердыми бытовыми отходами и токсичными отходами промышленного предприятия [27].

Еще стоит выделить отдельную группу почв, запечатанных под каменными и покрытиями, - экраноземы. Такие почвы характеризуются сильной уплотненностью, в них происходят изменения в тепловом, газовом, водном режимах. При укладке асфальта, происходит разрушение верхней части профиля.

1.4. Экологические функции городских почв

Безусловно можно сказать, что все почвообразовательные процессы – являются результатом воздействия на почву различных природных сред (живое вещество, грунт, атмосфера), изменения и перемещения веществ в почве [24].

Почвы, образованные в урбоэкосистеме, как и природные почвы, осуществляют роль основной составляющей, в них ограничиваются биогеохимические круговороты веществ, возникает биохимическое

реконструирование культурного насыпного слоя, превращение поверхностных вод в грунтовые, а также могут служить питательным субстратом для растений [6].

Городские почвы играют одну из главных ролей и выполняют разнообразные экологические функции. Основными экологическими функциями являются: способность сорбировать в толще загрязняющие вещества продуктивность (приспособленность к произрастанию зеленых насаждений), способность удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды и способность препятствовать поступлению пылеватых частиц в городскую среду [16].

На урбанизированных территориях происходит существенное изменение экологических функций городских почв [22].

Также почва может обладать хорошей поглотительной способностью, поглощая газы и примеси, которые поступают от автотранспорта, предприятий и т.д.

Для большого города широкое распространение имеет подтопление. В результате этого происходит формирование оплывин и оползней на склонах, происходит нарушение органического профиля и происходят процессы оглеения [3]. Подтопление приводит изменению химического состава подземных вод.

Кроме подтопления городские почвы также подвержены и иссушению. Иссушение возникает вследствие особенностей теплового баланса каменных поверхностей. В результате происходит разрушение дернины, исчезновение растительного покрова, а также снижение продуктивности [38].

Практически все почвы запечатаны асфальтобетонным или промышленными постройками. Это приводит к тому, что часть загрязненных осадков проходит почвенное тело и выходит в водоем через канализацию. Асфальтобетонное покрытие характеризуется основной защитой от основного почвенного загрязнения, не давая проникнуть дождевым осадкам.

Но в результате запечатывания почвы происходит парниковый эффект [3].
Без естественной аэрации почвы переувлажняются.

Глава 2. Характеристика объектов и методов исследования почв рекреационных зон

2.1. Характеристика объектов исследования

Для определения валового содержания элементов в почве с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа были отобраны почвенные образцы на территории двух городских парков (парк Победы и парк Есентай), расположенные в городах Белгород и Алматы. В качестве фоновых объектов были также отобраны почвенные образцы на территории Архиерейской рощи и лесного массива «Белая гора», расположенные в городе Белгород.

В качестве объекта исследования парк Победы был выбран, в связи с проявлением проблемы заболачивания территории и деградации его древесных насаждений. Необходимо провести анализ валового (общего) содержания микро- и макроэлементов в почвах городского парка и выявить возможные причины заболачивания территории парка, также предложить рекомендации по поддержанию экологических функций и экологической реабилитации почвенного покрова.

Урочище «Белая гора» и Архиерейская роща имеют разный уровень антропогенного (рекреационного) воздействия: территория Белой горы расположена на отвале, а Архиерейская роща в балке реки. Среди анализируемых объектов города Белгорода наименьшее воздействие имеет Архиерейская роща, так как находится в зоне жилых массивов; затем идет «Белая гора» расположенная севернее силикатного завода. Наибольшее воздействие имеет городской парк Победы, где почвы парка представляют собой насыпные грунты, которые при рекультивации после Великой Отечественной Войны были привезены в город и засыпаны поверх строительного-бытового мусора. Такие почвы более загрязнены тяжелыми

металлами, нефтепродуктами, промышленными выбросами; имеют тенденцию к подщелачиванию, а также имеют различия в физико-механических свойствах (малая влагоемкость, большая плотность, каменистость и т.д.).

Территория городского парка Есентай расположена в совершенно другой природной зоне и имеет другой климат. Также территория города Алматы находится в зоне повышенного испарения (аридная зона). Рельеф парка Есентай, в отличие от парка Победы, имеет склоновый характер со значительными перепадами высот. Два городских парка, расположенные в разных природных зонах были выбраны в качестве объектов исследования для выявления общих тенденций в изменении свойств почв рекреационных зон.

Ниже приведем характеристику объектов, на которых проводили полевые исследования и отбор почвенных образцов для дальнейшей лабораторной диагностики.

Городской парк Победы (г. Белгород).

Город Белгород расположен на южной окраине Среднерусской возвышенности, на берегах реки Северский Донец. Территория города находится в подзоне типичной лесостепи и имеет умеренный климат [35]. Для города Белгорода характерен баланс между увлажнением и испарением, т.е. коэффициент увлажнения близок к 1. Основные проблемы, характерные для почв города, – это подщелачивание и загрязнение тяжелыми металлами (ТМ), связанное с деятельностью автотранспорта. Накопление поллютантов в почве происходит вследствие сорбции ею пылевых выпадений из атмосферы и осадков.

Парк Победы является природно-рекреационным комплексом. Парк Победы находится в центре города Белгорода, вдоль левого берега реки Везелка. Его площадь составляет 11,6 га. Парк с запада ограничивают ул.

Богдана Хмельницкого и территория гипермаркета, с севера к парку примыкает жилое здание по ул. Победы, с востока ул. Попова, с юга река Везелка.



Рис 2.1 Фото объекта – парк Победы

Парк по функциональному значению является мемориальным и сконструирован в регулярном стилевом направлении [19].

Лучевые дорожки, которые идут от памятника, связывают регулярную часть с пейзажной. Рельеф парка имеет выровненный тип, имеет перепады высот до 1,5 м. Парк имеет преимущественно прямоугольный тип.

На территории парк выделяют пять функциональных зон: зона детского отдыха, зона тихого отдыха, культурно-просветительская и зона физической культуры и спорта мемориальная зона.

Наибольшую площадь парк занимает зона отдыха (63 %). Она расположена преимущественно в центральной, южной и юго-западной частях. На долю культурно-просветительной (северо-восточная часть) и мемориальной (северо-восточная часть) зон приходится по 14 % и 12 %

площади соответственно. Доля физической культуры и спорта, находящаяся в северной части (9 %). Зона детского отдыха имеет наименьшую площадь (2 %), которая расположена в западной части.

Облик парка Победы за последние годы сильно изменился. Здесь появились спортивные и детские площадки, поблизости построили целый жилой район. Но в ходе благоустройства парк начал превращаться в болото. Ниже на рис. 2.2 представлена карта подтопления городского парка Победы.

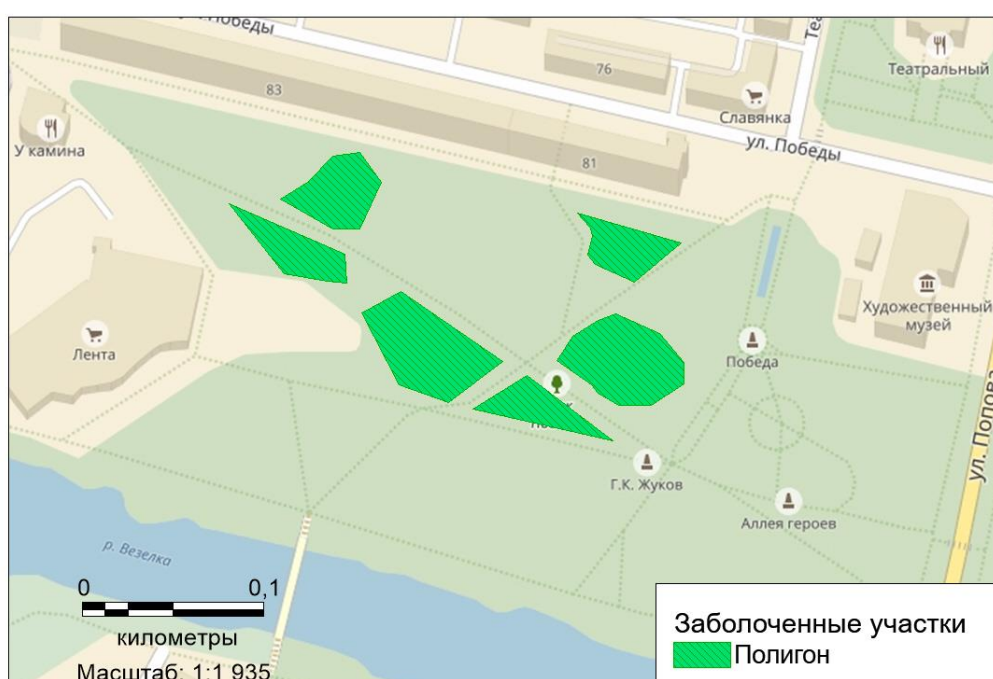


Рис. 2.2 Карта подтопления парка Победы

Часть, которую затапливало, находится в самом центре, неподалёку от аллеи Героев и 9-этажного жилого дома на ул. Победы. На залитый водой перебирались утки и лягушки из Везёлки и плавали среди деревьев и скамеек, на месте луж появлялись болотные растения такие как рогоз и ряска, а на более возвышенных участках – ива и ветла. С увеличением площади заболоченных территорий начало расти количество комаров, которые, помимо того, что являются раздражающим фактором для людей, могут

переносить опасные заболевания. Взрослые деревья на данном участке парка — тополя и клёны — погибли. Часть их уже спилили. На месте болота погибли более 50 деревьев. Для парка Победы подтопление не редкость. Несколько лет назад это случилось только после сильных ливней, затем вода высыхала. В последние годы вода стала стоять постоянно. Даже если лужи высыхали, земля в этом месте была всегда мокрая и вязкая, пружинила под ногами.

В прошлом году на территории Парка построили дренажную систему для отвода грунтовых вод. Лучевую дренажную систему водопонижения построили рядом с детской площадкой. Она представляет собой колодец и фильтры длиной 80 метров. Дренажная система уже показала свою эффективность: те места, которые были заболочены в предыдущие годы, на сегодняшний день практически полностью осушены. Но все равно, остались участки, которые по-прежнему залиты водой.



Рис 2.3 Строительство лучевой дренажной системы

По сведениям средств массовой информации, второй этап реализации проекта также предусматривает строительство ещё одного колодца и шести фильтров в длину по 80 м. Дренажная система будет находиться вблизи гипермаркета «Лента». В зоне расположения второго этапа там ещё имеются локальные участки заболоченности.

Городской парк Есентай (г. Алматы).

Город Алматы расположен в центре Евразийского континента, на юго-востоке Республики Казахстан у подножья гор Заилийского Алатау – самого северного хребта Тянь-Шаня – на высоте от 600 до 1650 метров над уровнем моря. Территория города находится в сухостепной подзоне с резко-континентальным климатом. Характерной чертой климата является повышенное испарение– это аридная зона. Основные проблемы, характерные для почв города, – это засоление, накопление ТМ в результате деятельности предприятий и автотранспорта. В Алматы сосредоточено больше промышленных предприятий, чем в Белгороде и больше насыщенность автотранспортом, следовательно, выделение поллютантов происходит более интенсивно.

Парк Есентай расположен на окраине города Алматы. Вдоль западной части парка протекает река Есентай, также ее называют Весновка. Вся территория городского парка составляет 5 гектар. Вдоль северной, южной и восточной частях, проходит дорожная сеть. Недалеко от парка располагается самый крупный в Центральной Азии торговый центр люкс и премиум класса. Рельеф парка имеет склоновый характер со значительными перепадами высот. Парк является относительно молодым парком; образован был примерно 2-3 десятка лет назад. Здесь почти вся площадь занята зоной отдыха и лишь незначительная часть выделена под зону физической культуры и спорта. Зона физической культуры и спорта представляет собой спортивную площадку оборудованной турниками, лестницей, канатом и др. Также на территории парка находится точка проката велосипедов. Примерно

половина всего городского парка занимает древесная и кустарниковая растительность. На территории парка произрастают основные породы деревьев такие как, осина, карагач, сосна клён, ель, берёза, тополь.



Рис. 2.4. Фото объекта – городской парк Есентай (г. Алматы)

Урочище «Архиерейская роща» (г. Белгород).

Урочище расположено в городе вдоль ул. Губкина – площадь 46 га.

Архиерейская роща расположена на правобережной балке бассейна реки Гостенки, где произрастает байрачный лес и склоны балки местами и русло временного водотока прорезаны оврагами. Архиерейская роща характеризуется смешанным лесом. Смешанного лес по своей структуре многоярусен. Основные древесные породы: ясень, клен, дуб. Кустарники: бузина и акация. Травянистые растения: лопух, крапива, чистотел, звербой, и др. Основными источниками загрязнения и деградации почвы являются высокая степень загрязнения отходами и завалы из упавших деревьев [23]. е Со стороны частного сектора Лесной улицы на опушке расположены 4 контейнерные площадки. Около контейнеров имеются несанкционированные свалки.

В прошлом роща являлась частью Архиерейского леса. В дальнейшем Архиерейский лес сокращался в размерах, который сжимался сначала малоэтажной застройкой 50-х годов XX века, наступавшей на вековые дубы с севера и северо-востока, а потом и многоэтажными застройками 1980-90-х годов из типовых панельных домов, зажавшими лес с запада.



Рис. 2.5. Фото объекта - Архиерейская роща

Оставшийся участок леса площадью 46 га сохранился отчасти потому, что представлял собой ущелье с достаточно крутыми склонами, малопригодными для массовой застройки. Сегодня Архиерейская роща ограничена улицами Губкина, Красной, Лесной и Архиерейской.

Перед активным строительством в южном микрорайоне Харьковской горы, овраг на склоне не был еще сформирован. Все поверхностные воды (талые, ливневые) поглощались корнями от произраставших здесь растительности. Затем, в ходе строительства дома и прокладки сливной трубы и деградации растений этот фактор исчез и наступил процесс уничтожения (эрозии) и смыва почвенного слоя вниз по склону. Снизить процесс эрозии можно лишь только восстановив растительность на склоне [15].

Урочище «Белая гора».

Урочище «Белая гора» представляет собой обрывистый меловой склон, расположенный в северо-восточной части города Белгорода.

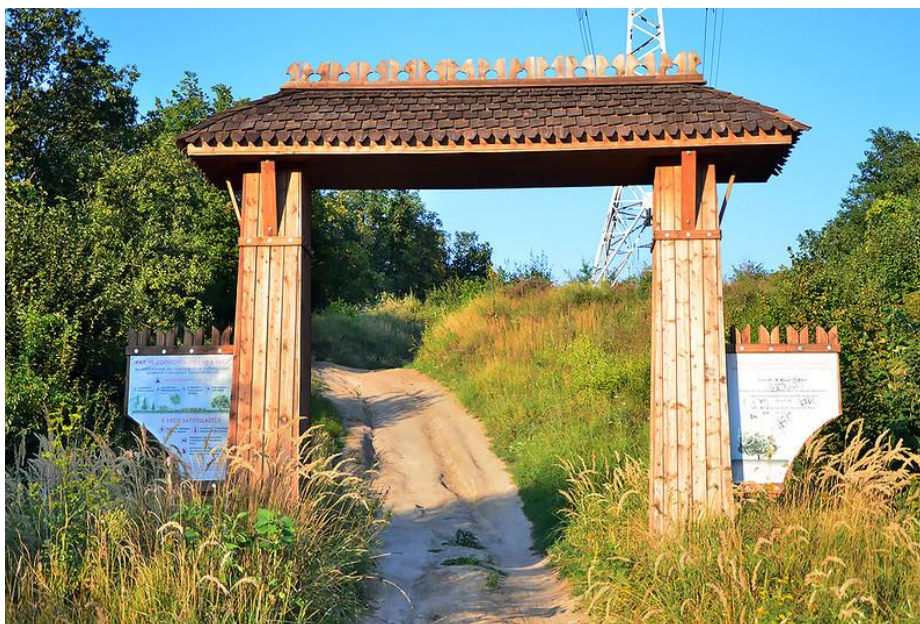


Рис. 2.6. Фото объекта – урочище «Белая гора»

Данное урочище имеет историческую значимость, где в 1956 году была построена первая Белгородская крепость - узел Белгородской оборонительной черты. Сама крепость находилась на скалистой меловой горе по правой стороне береговой линии Северского Донца. В прошлом Белая гора представляла собой живописное сочетание меловых обнажений и нагорной дубравы. В настоящий момент на территории горы находятся отвал и отработанный карьер. Южнее горы располагается силикатный завод АО "Стройматериалы", которое оказывает влияние на близлежащие территории. В результате Великой отечественной войны в значительной степени пострадала дубрава, которая и в настоящий момент начинает сокращаться. Господствующей высотой данного урочища является отвал, который был сформирован вскрышными рыхлыми породами.

Со стороны улицы Студенческой у пологого склона располагаются символические ворота, где на щитах отсутствует подробная информация о данном урочище, но подробно изложены правила пожарной безопасности (рис. 2.5). Тропы на территории горы широкие и очищенные, пригодные для пеших прогулок.

Лесной массив расположен на равнинной территории, подлесок почти отсутствует, только на опушках имеется обильный кустарник. Восточная часть леса сплошь изрыта траншеями и окопами.

Узкое окончание леса на восточном склоне сейчас прорезано объездной автотрассой. Выше неё, рядом с зеленым массивом обустроена совсем маленькая церковь Святой Троицы.

2.2. Методики исследования свойств почв рекреационных зон

В полевых условиях на территории двух городских парков методом конверта отбирались почвенные образцы в слое 0-5 см. для дальнейшего определения валового содержания элементов в почве с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа. Метод конверта является общеизвестным способом отбора почвенных образцов и применяется для исследования почвы гумусового горизонта. Точки отбора устанавливаются через каждые 50 метров. Сущность данного метода состоит в том, что с обследуемого участка отбирают 5 образцов почвы. Точки отбора должны быть расположены так, чтобы при мысленном соединении этих точек прямыми линиями получался рисунок запечатанного конверта. Вес почвенного образца каждой точки должен составлять около 200-300 г. Затем почву насыпают в полотняные или полиэтиленовые мешочки и прикладывают к ним этикетки, где указывается номер точки, название объекта, год, и т.д. С помощью GPS-приемника фиксируют координаты точек отбора.

Валовое содержание элементов в почве определяется с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа на приборе «СПЕТРОСКАН-МАКС-GV» в соответствии с методикой измерения массовой доли металлов и их оксидов в порошковых образцах почв [21]. Спектрометр предназначен для определения содержания химических элементов в различных веществах, находящихся в твердом, порошкообразном или растворенном состояниях, а также нанесенных на поверхности и осажденных на фильтры.



Рис. 2.7. Фото прибора – СПЕТРОСКАН-МАКС-GV

Подготовка почвы к анализу. Отобранные в полевых условиях почвенные образцы, подвергаются ручному отбору включений, корней из образца, затем квартуют, измельчают в фарфоровой ступке с пестиком и пропускают через сито диаметром отверстий 1 мм. Из фракции 1 мм, отбирают пробу примерно одну столовую ложку (25 г.) для анализа валового содержания элементов в почве [33]. После квартования, из почвы удаляют

органические остатки при помощи стеклянной или эбонитовой палочкой, намагниченной куском шерстяной ткани. Подготовленную таким образом почву растирают в ступке и целиком пропускают через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. Полученная проба измельчается с помощью дискового истирателя или агатовой ступки до состояния пудры.

В кювету, поставляемую со спектрометром, засыпают материал пробы и уплотняют до формирования плоской поверхности, находящейся вровень с краями кюветы. Кювету закрывают полиэтилентерефталатной плёнкой толщиной 5 мкм. Плёнка закрепляется кольцами, входящим в комплект кюветы.

Кювету или таблетку помещают в прободержатель и далее в спектрометр. Анализ образцов выполняется автоматически по заданной программе.

Диапазоны массовой доли элементов и оксидов, определяемых в соответствии с методикой, приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1

Диапазоны массовой доли макро- и микроэлементов

Определяемый компонент	Единица измерения	Диапазон измерений массовой доли определяемого компонента
MgO	%	0,20 – 3,0
Mg		0,12 – 1,80
Al ₂ O ₃	%	3,0 – 18,0
Al		1,60 – 9,5
SiO ₂	%	50 – 92
Si		23,4 – 43,0
P ₂ O ₅	%	0,035 – 0,21
P		0,015 – 0,09
K ₂ O	%	0,90 – 2,60
K		0,75 – 2,16
CaO	%	0,20 – 12,0
Ca		0,14 – 8,6
TiO ₂	%	0,25 – 1,60

Ti		0,15 – 0,96
V	мг/кг	10 – 180
Cr	мг/кг	80 – 180
MnO	мг/кг	100 – 950
Mn		77 – 736
Fe ₂ O ₃	%	1,00 – 8,0
Fe		0,70 – 5,6
<i>Продолжение таблицы 2.1</i>		
Co	мг/кг	10 – 150
Ni	мг/кг	10 – 380
Cu	мг/кг	20 – 310
Zn	мг/кг	10 – 610
As	мг/кг	30 – 70
As	мг/кг	20 – 70
Sr	мг/кг	50 – 310
Pb	мг/кг	30 – 280

По результатам химического анализа почв на содержание в них валовых форм макро- и микроэлементов была составлена статистическая характеристика химического состава почв, где было определены средние значения, стандартное отклонение, коэффициент вариации. Полученные значения были зафиксированы значения.

При санитарно-гигиенической оценки загрязнения почвенного покрова был рассчитан суммарный показатель загрязнения (Z_c), который рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_c = \sum C_{ci} - (n - 1),$$

где C_{ci} – коэффициент концентрации i -ого элемента в пробе; n – число учитываемых элементов. В качестве фона использовались кларки литосферы по Виноградову (1962). Затем, по суммарному показателю загрязнению тяжелыми металлами по таблице 2.2 был определен уровень загрязнения почвенного покрова.

Таблица 2.2

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю

Категория загрязнения почв	Показатель Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
I. Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимум функциональных отклонений
II. Умеренно опасная	16-32	Увеличение общего уровня заболеваемости
III. Высоко опасная	32-128	Увеличение общего уровня заболеваемости, числа часто болеющих детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционирования сердечно-сосудистой системы
IV. Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детей нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Глава 3. Экологическое состояние, поддержание экологических функций и экологическая реабилитация почв рекреационных зон

3.1. Анализ валового (общего) содержания микро- и макроэлементов в почвах рекреационных зон

На территории двух городских парков суммарно нами было отобрано 48 образцов почв (в парке Победы – 33; в парке Есентай – 15) в слое 0-5 см, и затем определено валовое содержание элементов в почве с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа на приборе «СПЕТРОСКАН-МАКС-GV» в соответствии с методикой измерения массовой доли металлов и их оксидов в порошковых образцах почв[21]. Ниже представлены карты точек отбора почвенных образцов парков Победы и Есентай (рис. 3.1-3.2).

Результаты химического анализа почв на содержание в них валовых форм макро- и микроэлементов представлены в таблице 3.1.

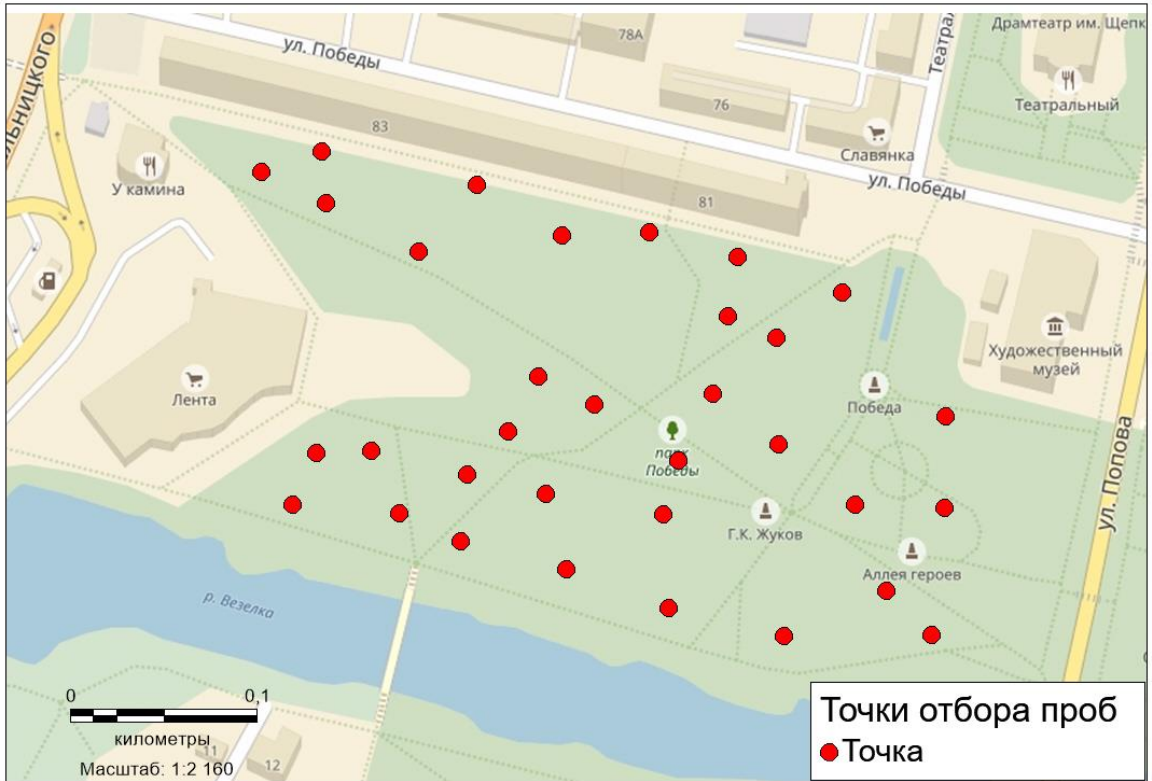


Рис. 3.1. Карта точек отбора почвенных образцов в парке Победы

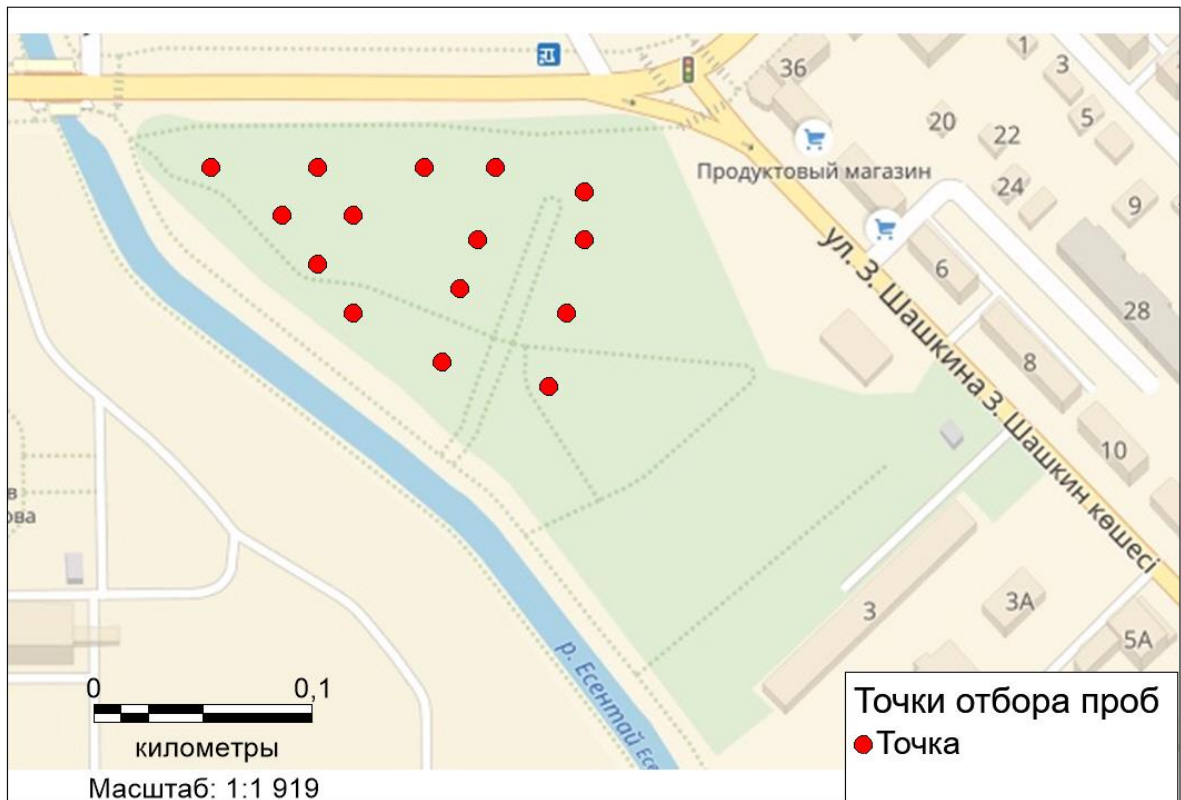


Рис. 3.2. Карта точек отбора почвенных образцов в парке Есентай

Таблица 3.1

**Статистические характеристики химического состава почв
в городах Белгород и Алматы**

Показатели	Единицы измерения	Ср. А.	Ср Б.	S А.	S Б.	V А.	V Б.
TiO ₂	%	0,84	0,60	0,02	0,11	2,00	18,33
MnO		0,12	0,06	0,00	0,01	3,22	21,94
Fe _{общ}		3,83	2,20	0,10	0,56	2,51	25,61
CaO		1,51	2,52	0,06	0,90	4,22	35,76
Al ₂ O ₃		12,68	7,66	0,62	1,45	4,92	18,88
SiO ₂		57,75	69,22	2,41	7,26	4,18	10,48
P ₂ O ₅		0,20	0,17	0,01	0,05	7,21	28,69
K ₂ O		2,67	1,67	0,06	0,25	2,41	15,06
MgO		1,76	0,96	0,14	0,19	7,75	20,12
Na ₂ O		1,42	1,11	0,12	0,20	8,68	17,74
V		мг/кг	88,70	72,59	8,32	16,23	9,38
Cr	92,62		79,20	4,83	12,39	5,22	15,64
Co	23,91		14,86	1,89	4,11	7,90	27,67
Ni	47,07		27,85	1,26	9,13	2,68	32,77
Cu	33,85		16,38	2,03	10,30	5,99	62,87
Zn	137,80		88,30	5,19	19,78	3,77	22,40
Sr	202,61		141,57	14,67	32,74	7,24	23,13
Pb	36,19		27,78	3,84	10,91	10,60	39,28
Rb	125,32		65,03	2,79	17,09	2,23	26,28
Ba	695,41		412,69	20,10	70,28	2,89	17,03
As	9,51		7,82	0,91	1,75	9,60	22,44

Примечания: Ср. – среднее; А. – Алматы; Б – Белгород; S–стандартное отклонение; V – коэффициент вариации.

По результатам химического анализа почв отмечены более высокие значения концентрации большинства микро- и макроэлементов в почвах городского парка Есентай. На основе значений коэффициента вариации можно сделать вывод о том, что варьирование содержания элементов в Парке Победы (Белгород) выражено сильнее.

Содержание макроэлементов определяется минералогическим составом материнской породы. В целом, почвы Парка Победы имеют более песчаный, а парка Есентай – более суглинистый состав.

Перечень макроэлементов, имеющих наибольшую концентрацию в городских парках представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

**Перечень макроэлементов, имеющих наибольшую концентрацию
в городских парках**

Парк Победы		Парк Есентай	
Макроэлемент	Концентрация, %	Макроэлемент	Концентрация, %
Кремний (SiO ₂)	69,22	Кремний (SiO ₂)	57,75
Алюминий (Al ₂ O ₃)	7,66	Алюминий (Al ₂ O ₃)	12,68
Кальций (CaO)	2,52	Железо (Fe _{общ})	3,83
Железо (Fe _{общ})	2,20	Калий (K ₂ O)	2,67
Калий (K ₂ O)	1,67	Магний (MgO)	1,76

В почвах Парка Победы содержится больше кремния, но в почвах парка Есентай – больше алюминия.

Содержание микроэлементов характеризует загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами. Перечень микроэлементов, имеющих наибольшую концентрацию в городских парках представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

**Перечень микроэлементов, имеющих наибольшую концентрацию
в почвах городских парков**

Парк Победы		Парк Есентай	
Макроэлемент	Концентрация, мг/кг	Макроэлемент	Концентрация, мг/кг
Барий (Ba)	412,69	Барий (Ba)	695,41
Стронций (Sr)	141,57	Стронций (Sr)	202,61
Цинк (Zn)	88,30	Цинк (Zn)	137,80
Хром (Cr)	79,20	Рубидий (Rb)	125,32
Ванадий (V)	72,59	Хром (Cr)	92,62

Очевидно, что Парк Есентай больше загрязнен тяжелыми металлами. Это связано, помимо зональных и литологических отличий, с большим промышленным потенциалом города Алматы и транспортом.

Нами были построены гистограммы распределения в почвенном покрове для общераспространенных ТМ (никель, медь, цинк, свинец) (рис. 3.3-3.6).

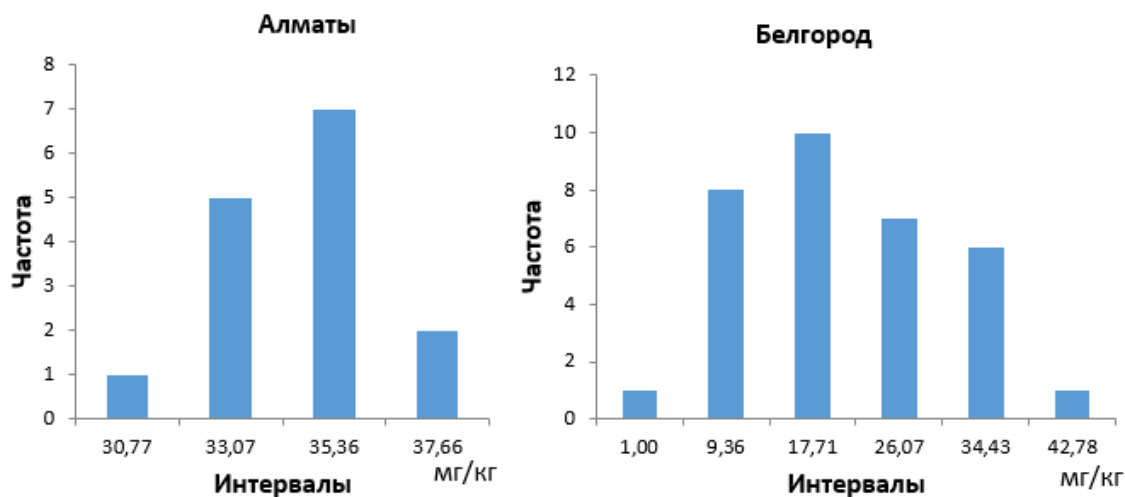


Рис. 3.3. Гистограммы распределения меди (ПДК = 55 мг/кг).

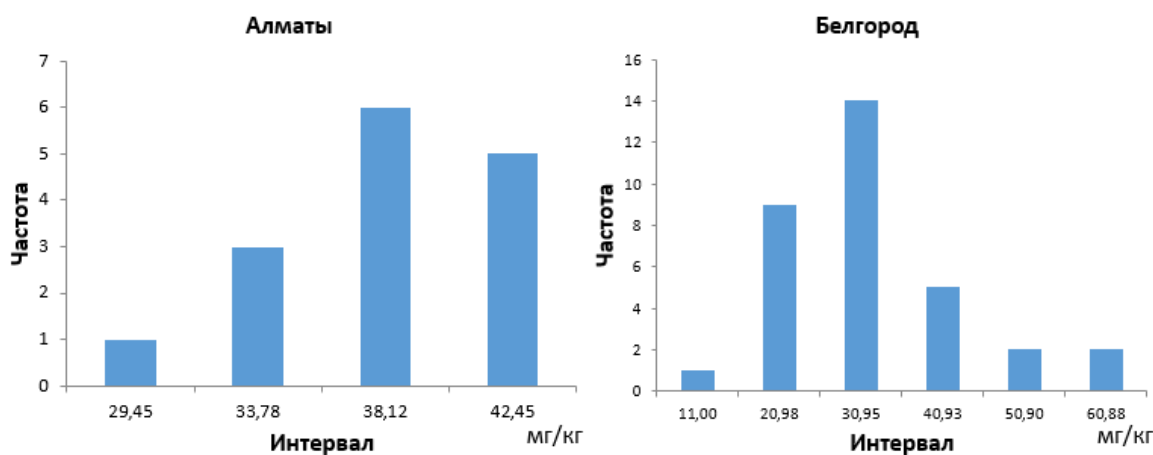


Рис. 3.4. Гистограммы распределения никеля (ПДК = 85 мг/кг).

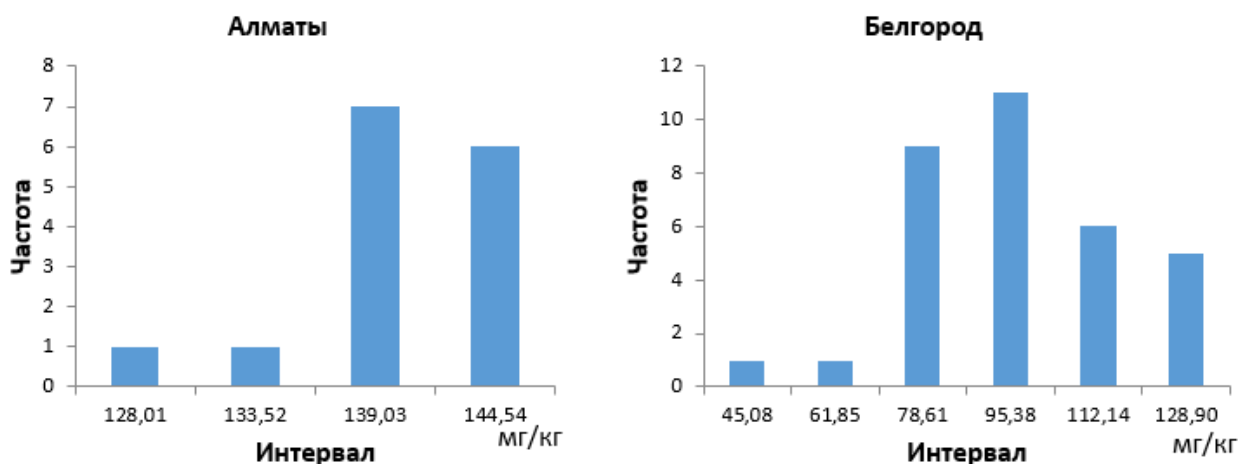


Рис. 3.5. Гистограммы распределения цинка (ПДК = 100 мг/кг).

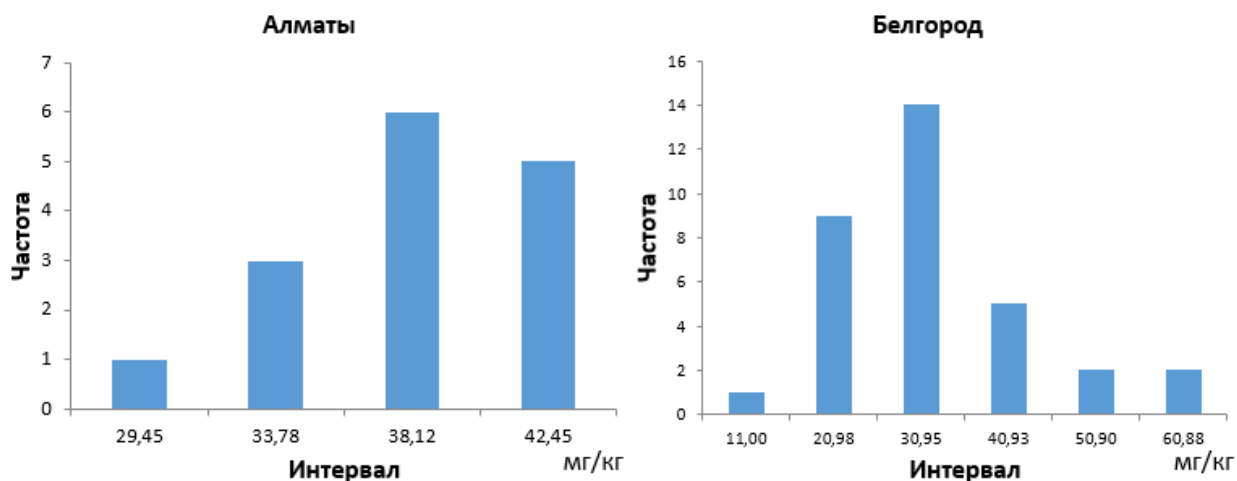


Рис. 3.6. Гистограммы распределения свинца (ПДК = 30 мг/кг).

По полученным гистограммам выявлено, что для парка Есентай характерно распределение со смещением (асимметрией) к большим значениям концентрации, чем для парка Победы по меди, никелю и цинку, в свою очередь для Белгородского парка характерно большее смещение распределения в сторону повышенных значений по свинцу. Для обоих городских парков характерно явное превышение предельно допустимой концентрации по никелю и цинку.

Также были построены карты распределения ТМ в почвенном покрове (никель, медь, цинк, свинец) (рис. 3.7-3.14).



Рис. 3.7. Карта распределения Si в почвенном покрове парка Победы



Рис. 3.8. Карта распределения Ni в почвенном покрове парка Победы

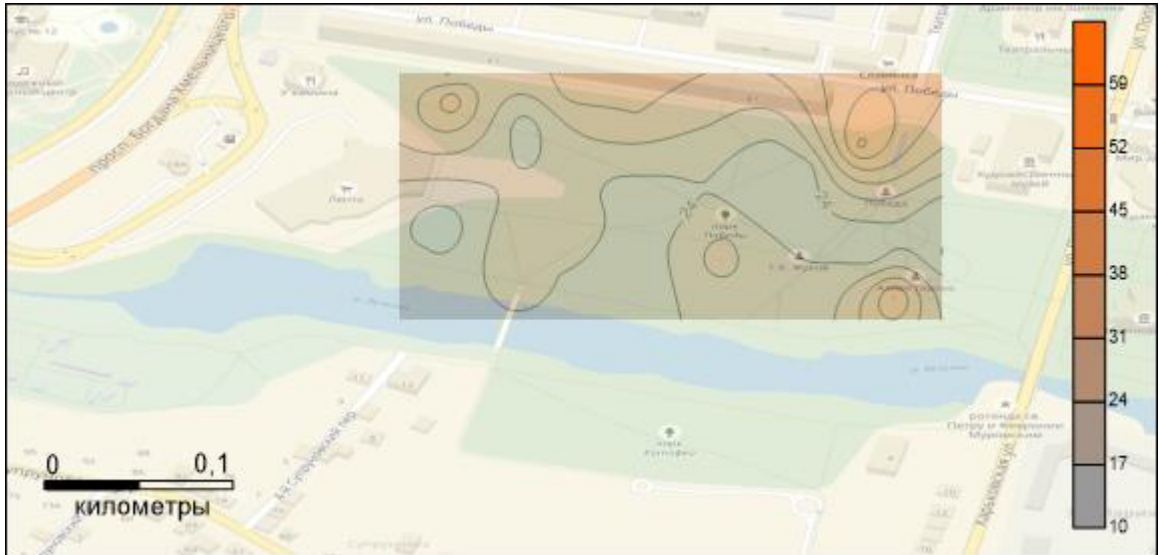


Рис. 3.9. Карта распределения Pb в почвенном покрове парка Победы



Рис. 3.10. Карта распределения Zn в почвенном покрове парка Победы

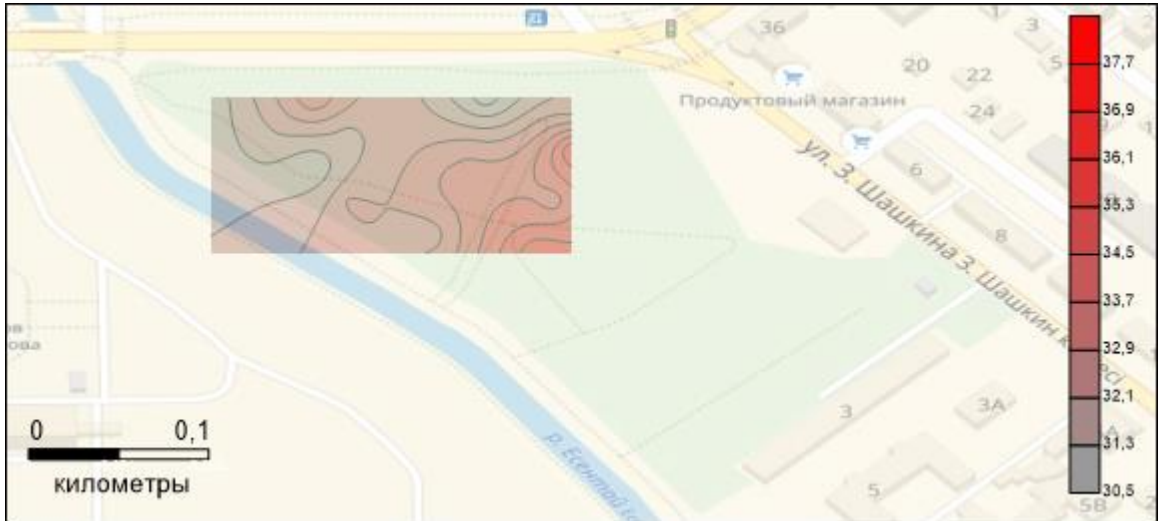


Рис. 3.11. Карта распределения Cu в почвенном покрове парка Есентай

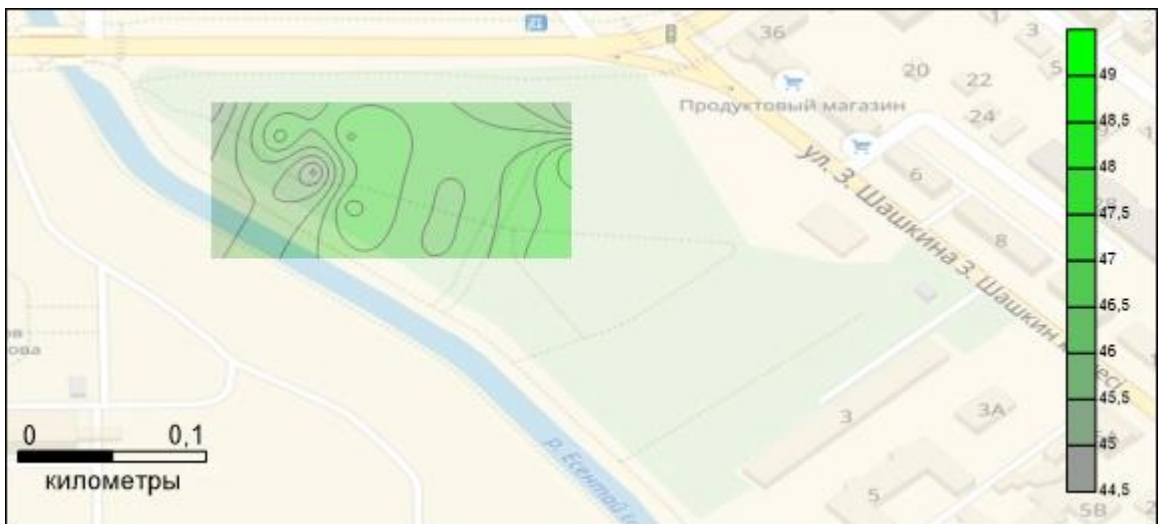


Рис. 3.12. Карта распределения Ni в почвенном покрове парка Есентай

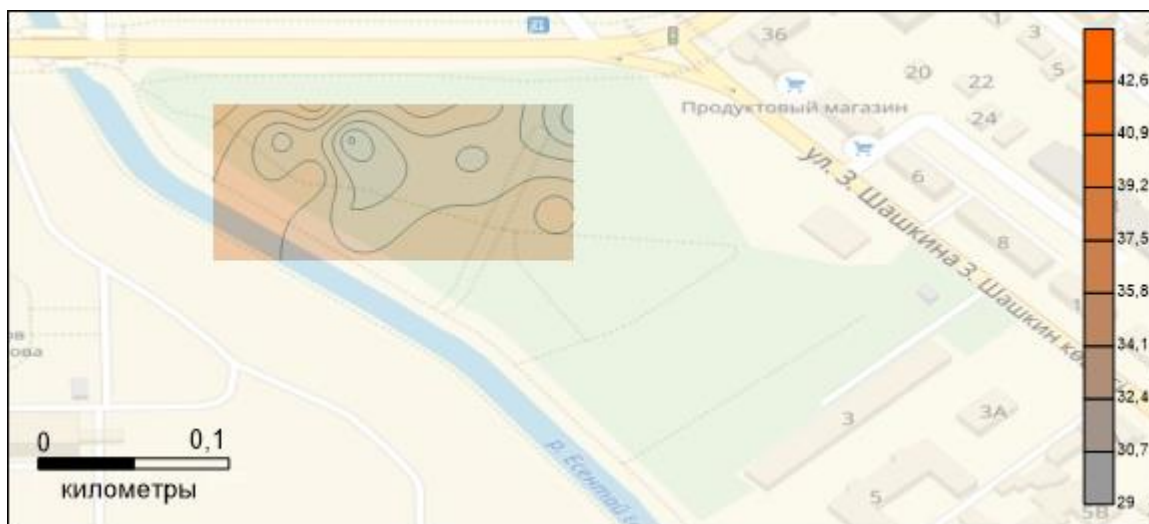


Рис. 3.13. Карта распределения Pb в почвенном покрове парка Есентай

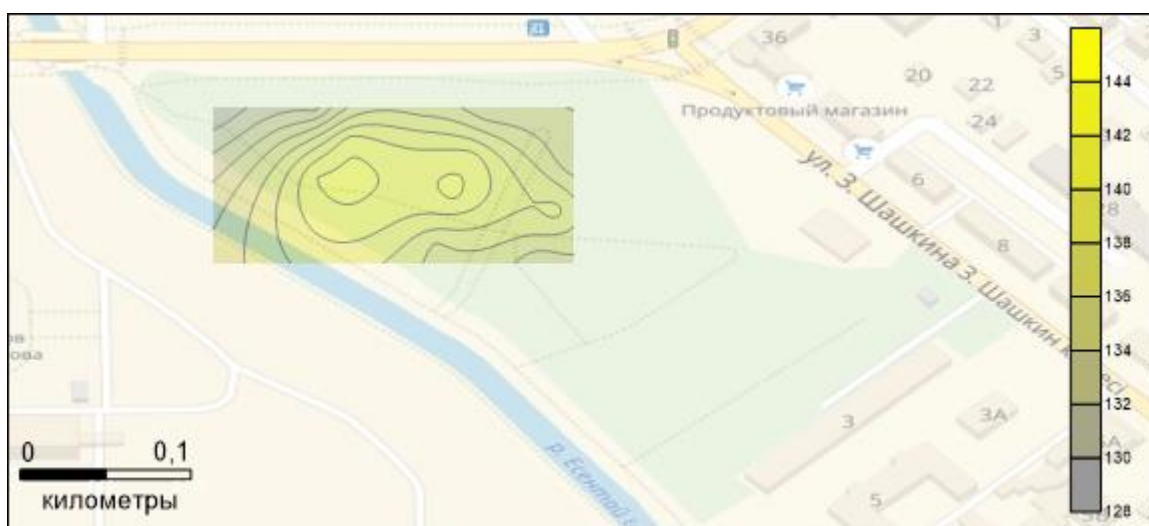


Рис. 3.14 Карта распределения Zn в почвенном покрове парка Есентай

По полученным картам распределения тяжелых металлов в почвенном покрове парка Победы выявлено, что основное содержание меди и никеля сконцентрировано в центральной части парка. Сопоставив, карты подтопления и распределения меди и никеля в почвенном, можно сделать вывод, что максимальное содержание выше перечисленных химических элементов находится в болотистых участках. Следовательно, можно

предположить, что заболачивание территории сказалось на повышение концентрации меди и никеля.

Наибольшая концентрация таких микроэлементов как свинец и цинк характерна для северо-восточной части, где проходит дорожная сеть. Следовательно, можно сделать вывод, что причиной большой концентрации данных микроэлементов является деятельность автотранспорта. Формирование болота в парке также явилось причиной роста концентрации.

Минимальные и максимальные показатели концентрации химических элементов в почвенном покрове парка Победы сильно разнятся. Следовательно, можно сделать вывод о том, что содержание четырех металлов по территории городского парка распределено крайне неравномерно. Есть участки, где практически их нет в почве, а есть участки, где сконцентрировано наибольшая часть.

По полученным картам распределения общераспространенных тяжелых металлов в почвенном покрове парка Есентай, можно заметить более равномерное распределение микроэлементов по территории городского парка. Также минимальные и максимальные показатели содержания тяжелых металлов не сильно разнятся. Исходя из этого, делаем вывод, что парк Есентай характеризуется равномерным накоплением тяжелых металлов.

Сравнивая минимальные и максимальные показатели содержания химических элементов в почве между 2-мя городскими парками можно заметить, явное превышение минимальных показателей концентрации в парке Есентай. Это можно, объяснить тем, что Алматы является более промышленным городом и в нем сосредоточено большее число автомобилей, которые загрязняют почвенный покров городского парка. Также территория парка практически со всех сторон окружен дорожной сетью.

При санитарно-гигиенической оценке загрязнения почвенного покрова был рассчитан суммарный показатель загрязнения (Z_c). В конечном итоге,

были построены карты суммарного показателя загрязнения для парка Победы и парка Есентай.

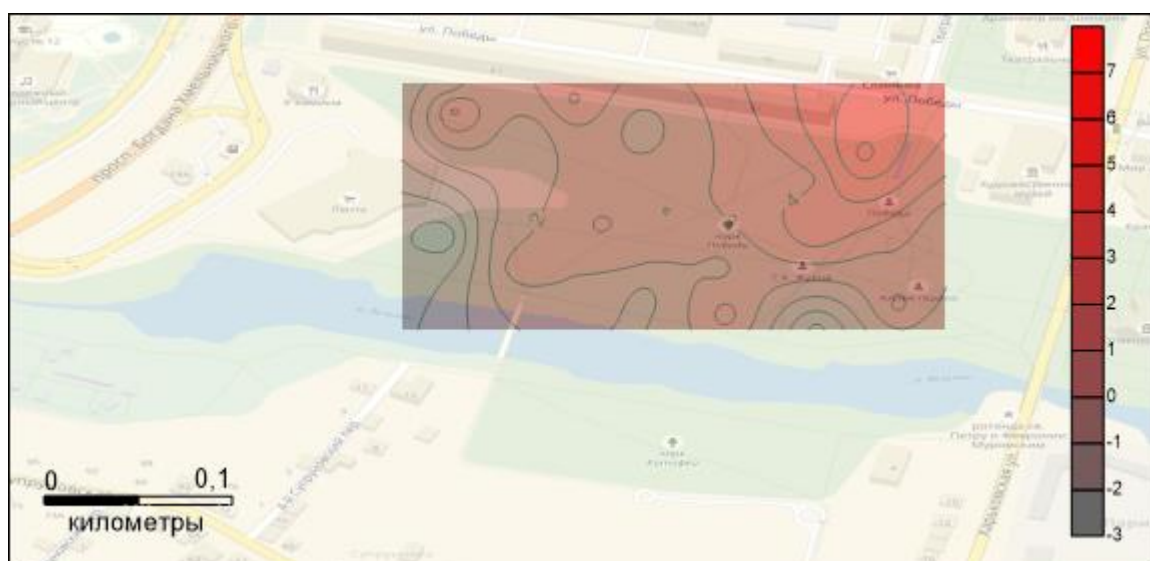


Рис. 3.15. Карта суммарного показателя загрязнения в парке Победы

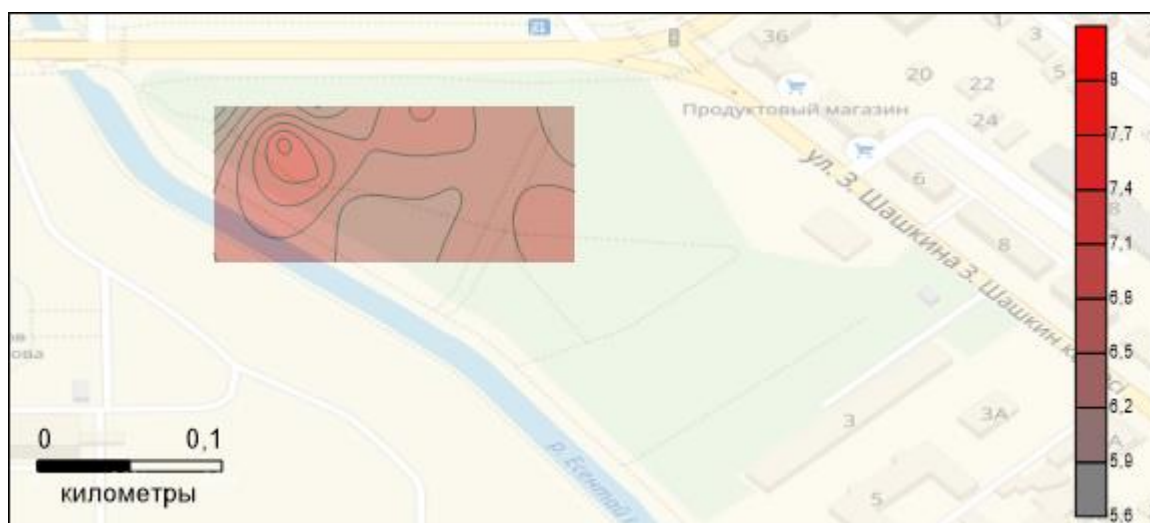


Рис. 3.16. Карта суммарного показателя загрязнения в парке Есентай

Проанализировав полученные карты, можно определить места наибольшего загрязнения городской территории. В парке Победы к участку с наибольшим загрязнением можно отнести северо-восточную часть, где

примыкает дорожная сеть. В парке Есентай, также наибольшее загрязнение характерно для участка, находящегося у дороги. Максимальный показатель загрязнения в парке Победы несколько выше чем в парке Есентай, но эта разница незначительная. По оценочной шкале опасности загрязнения почв по суммарному показателю было определено, что территории двух городских парков относятся к категории допустимого загрязнения почв (показатель $Z_{с}$ составляет менее 16 – наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимум функциональных отклонений).

Таким образом, на основе комплексного анализа валового содержания микро- и макроэлементов можно сделать вывод, что парк Победы характеризуется меньшим накоплением ТМ, чем парк Есентай. В городе Алматы сконцентрировано большее число промышленных предприятий, а также автотранспорта, ввиду большей плотности населения. Также этот парк находится рядом с дорожной сетью, за счет чего происходит перенос загрязняющих веществ в парковую зону.

Сравниваемые геосистемы отличаются по комплексу признаков, но имеют общие тенденции, связанные с накоплением техногенных элементов. При этом в аридной зоне с малым количеством осадков накопление поллютантов в почвах рекреационных зон происходит более интенсивно.

Сравнение средних концентраций тяжелых металлов с ПДК показало, что в почвах обоих парков выражено превышение данного показателя по свинцу и цинку.

Для определения фоновых показателей на территории города Белгорода нами было отобрано еще 10 образцов почв в слое 0-5 см, и затем было также определено валовое содержание элементов в почве с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа на приборе «СПЕТРОСКАН-МАКС-GV» в соответствии с методикой измерения массовой доли металлов и их оксидов в порошковых образцах почв [21]. Ниже представлены карты

точек отбора почвенных образцов Архиерейской рощи и урочища «Белая гора» (рис. 3.15-3.16).

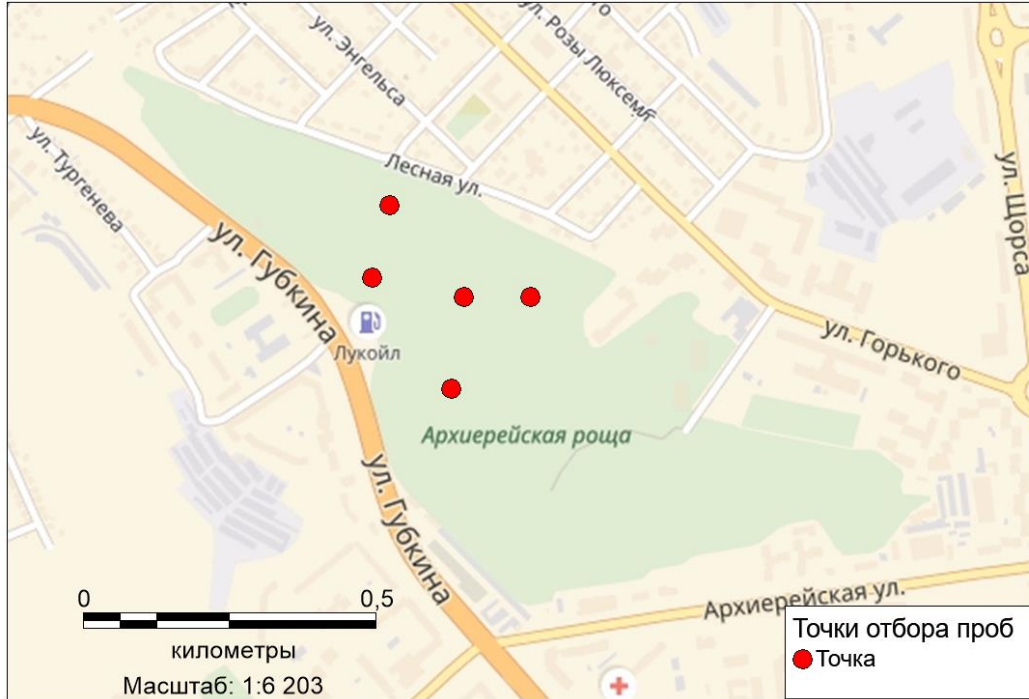


Рис. 3.17 Карта точек отбора на территории Архиерейской рощи

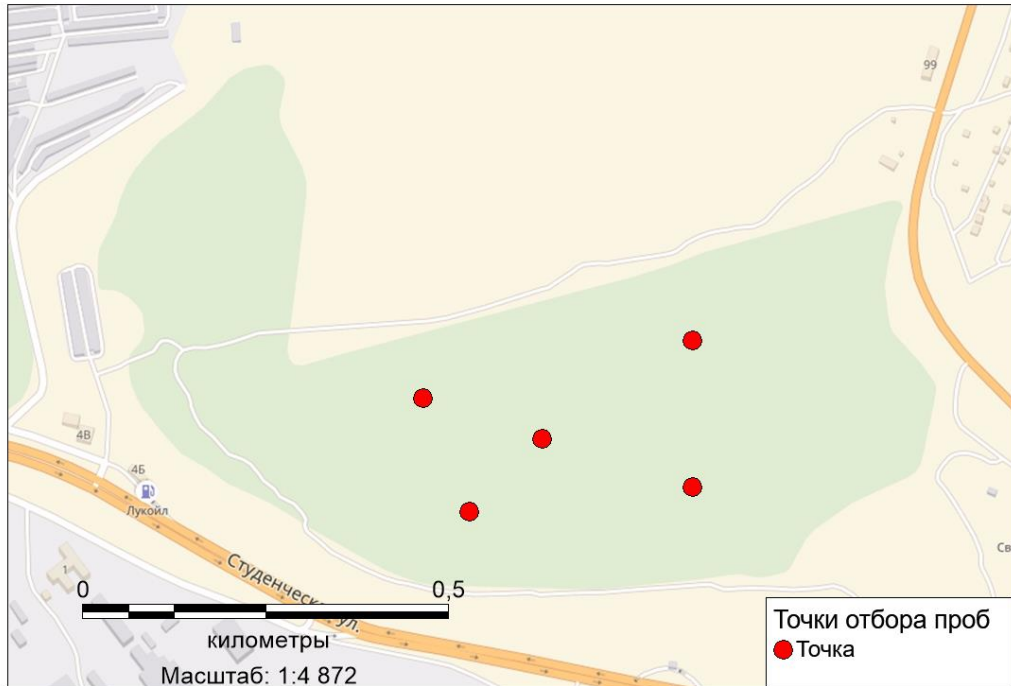


Рис. 3.18 Карта точек отбора на территории урочища «Белая гора»

Сравним средние показатели 2-х городских парков с фоновыми объектами. Ниже представлена таблица средних показателей концентрации микроэлементов в почве (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Средние показатели общего (валового) содержания микроэлементов в почвенном покрове (мг/кг)

	Парк Есентай	Парк Победы	Урочище "Белая гора"	Архиерейская роща
V	88,70	72,59	60,94	56,30
Cr	92,62	79,20	85,91	78,67
Co	23,91	14,86	16,06	16,27
Ni	47,07	27,85	27,72	25,93
Cu	33,85	16,38	12,23	15,09
Zn	137,80	88,30	70,46	65,19
Sr	202,61	141,57	165,19	122,85
Pb	36,19	27,78	23,70	15,42
Rb	125,32	65,03	73,70	69,87
Ba	695,41	412,69	453,29	421,89
As	9,51	7,82	9,02	7,04

По таблице можно заметить, что по некоторым микроэлементам фоновые показатели даже превышают показатели в городских парках. Основные превышения характерны для Cr, Co, Sr, Rb, Ba и As, но они незначительны. Сравнив средние показатели общего содержания микроэлементов в почвенном покрове урочища «Белая гора» и Архиерейской рощи, было определено, что Архиерейская роща характеризуется меньшим накоплением тяжелых металлов. Лишь по Cu и Co, в Архиерейской роще идет преобладание концентрации над Белой горой. Это объясняется тем, то что участок Белая гора является более старым объектом. Архиерейская роща попала в черту города лишь в послевоенные годы. Также прямо над Белой горой располагается силикатный завод кирпича, который в значительной

степени воздействует на данное урочище. На территории харьковской горы преобладают жилые массивы, производства практически отсутствуют.

Почвы городских парков имеют отличительные особенности над природными. Почвы городских парков, в основном, представляют собой насыпные грунты, которые при рекультивации после Великой Отечественной Войны были привезены в город и засыпаны поверх строительного-бытового мусора. Такие почвы более загрязнены тяжелыми металлами, нефтепродуктами, промышленными выбросами; имеют тенденцию к подщелачиванию, а также имеют различия в физико-механических свойствах (малая влагоемкость, большая плотность, каменистость и т.д.).

3.2. Рекомендации по устранению негативных параметров почв города, влияющих на ее экологические функции

Существует различное количество процессов, которые отрицательно влияют на почвенный покров, приводя ее к деградации. Это процессы можно разделить на:

1) физические (нарушение водного баланса, эрозия, переутомление и захламливание) [15];

2) биологические (нарушение органофилия и его истощение, заражение патогенными микроорганизмами и сокращение биоразнообразия) [9];

3) химические (загрязнение токсикантами и тяжелыми металлами; подщелачивание и подкисление почв) [29];

4) градостроительные (увеличение запечатанности почв);

Все перечисленные процессы могут подразделяться на более под элементы. Все процессы могут по-разному влиять на почвенный покров и с разной силой. Для каждой категории земли существует свой список

рекомендаций по ликвидации последствий негативных экологических процессов в городских почвах.

Для городских почв необходимо постоянно проводить мероприятия по улучшению и защиты почв от вредного воздействия. Почвы парковых зон должны постоянно выполнять свои экологические функции.

Можно выделить следующие способы по улучшению экологической ситуации в городских парках:

- 1) разработка газонных решеток разных конструкций;
- 2) укладка искусственных газонов (биоматы);
- 3) очистка загрязненных почв в городских условиях (ремедиация).

Остановимся на каждом способе более подробно.

Разработка газонных решеток разных конструкций. *Газонные решетки* представляют собой систему модулей, имеющую ячеистую структуру, соединяющиеся между собой специальными замками. Такие модули защищают корневую систему от различных механических воздействий. Каждая ячейка такой конструкции – это, по сути, небольшой «горшок» для выращивания травы. Стенки ячеек берут на себя основную нагрузку человека. Такие решетки укладываются на поверхность плодородного слоя с дальнейшим посевом многолетних трав.

Применение газонных решеток широко распространено. Помимо обустройства городских парков, такие решетки применяются для:

- 1) велосипедных и пешеходных дорожек;
- 2) набережных;
- 3) кемпинга;
- 4) террас и крыш;

К функциям газонных решеток можно отнести:

- 1) обеспечение защиты корневой системы растений;
- 2) поддержание стабильной циркуляции влаги в почве;
- 3) дальнейшее укрепление грунта;

- 4) препятствование появления паводков;
- 5) предупреждение образований эрозий.

Газонные решетки имеют ряд преимуществ такие как: высокая морозостойкость, экологичность, легкость установки и т.д.

В настоящее время газонные решетки изготавливаются из бетона и высокопрочной пластмассы. Рассмотрим каждый вид подробнее.

Пластиковые решетки являются самым современным и распространенным вариантом обустройства газонов. Такая решетка изготавливается из высокопрочного пластика и имеют различные формы. Наиболее распространенная форма решеток – решетки в форме ромба и в виде «пчелиных сот».



Рис. 3.19 Пластиковые газонные решетки

Для парковых зон можно применять решетки легкого типа. Такие решетки представляют собой пластиковое полотно, состоящее из множества разных кусочков, которые помогают повторять изгибы и неровности насыпных грунтов [45].

К достоинствам пластиковых решеток можно отнести:

- защита от серьезных весовых нагрузок;
- легкий монтаж с помощью скоб из металла;
- малый удельный вес;
- надежный дренаж и предупреждение разрушения почвы;
- отсутствие токсичных отходов в грунт;
- долговечность и износостойчивость;
- высокий срок эксплуатации;
- возможность повторной переработки.

Бетонные модели решеток является родоначальницей газонных решеток. Как и пластиковые модули, бетонная сетка из отдельных блоков ячеек, устанавливаемых поверх газона рядом друг с другом [45]. Бетонные решетки устанавливаются на участках с твердым грунтом, где сложно обеспечить достаточный отвод воды после обильных осадков. Для установок таких модулей не нужно предварительное выравнивание почвы.



Рис. 3.20 Бетонные газонные решетки

Главными преимуществами бетонных конструкций являются: малая стоимость, долгий срок использования, возможность использования при длительных нагрузках.

Укладка искусственных газонов. *Биоматы* представляют собой тканый или текстильный материал, который является искусственным заменителем почвы на время ее восстановления [32]. Такой материал способствует быстрому формированию растительного покрова и защиты грунта от эрозионных процессов. Биомат изготавливается чаще всего иглопробивным но также существуют и иные способы [40].



Рис. 3.21. Биоматы

Биоматы также могут использоваться для разбивки газонов во дворах, у загородных коттеджей, на игровых площадках, городских парках, а также для укрепления склонов [39].

В состав такого материала входят различные смеси естественных биоразлагаемых и синтетических неразлагаемых волокон. По специальной технологии внутрь биомата внедряется смесь семян многолетних трав и

других растений, питательные вещества (торф, стимуляторы роста, минеральные удобрения и т.д.), а также влагоудерживающие компоненты.

Типы защищаемых грунтовых поверхностей от эрозионных процессов:

- 1) горизонтальные поверхности грунтовых насыпей;
- 2) откосы;
- 3) участки повреждения почвенно-растительного слоя в пределах склонов;
- 4) карьеры;
- 5) грунтовая обваловка трубопроводов наземной прокладки.

Биоматы по своим характеристикам имеют ряд преимуществ:

- 1) возможность проведения ежегодной укладки (даже зимой в России можно укладывать на расчищенную площадку с дальнейшей присыпкой снегом);
- 2) способность хранения на протяжении длительного периода (трех-четырёх лет, пока семена не утратили свой всхожести);
- 3) имеют небольшой вес, и их проще укладывать;
- 4) полотно биоамата не позволяет влаге испаряться из почвы, благодаря чему сокращается потребность в поливе;
- 5) при разложении возрастает плодородие грунта;
- 6) биомат подавляет рост отдельных сорных трав.

Процесс проведения укладки биоматов можно поделить на следующие этапы [32]:

- 1) подготовительный этап где территории происходит выравнивание и очистка поверхности земли.
- 2) засыпка грунта, толщиной десять сантиметров.
- 3) процесс утрамбования грунта.
- 4) укладка грунта, закрепляя их с помощью деревянных кольшкков на определенном расстоянии. если грунт плотный, то вместо деревянных кольшкков используют скобы, либо металлические гвозди. необходимо,

чтобы в процессе укладки, биополотно плотно прилегало к грунту, а соседние рулоны биомата накладывались один на другой на десять сантиметров.

5) Биомат может включать в себя семена растений, а может и не включать. Если в составе биомата отсутствуют семена растений, то их сеют на верхнюю поверхность биополотна. Если семена уже включены в биомат, то присыпают его сверху тонким слоем грунта.

6) Этап мелкокапельного полива. Полив осуществляют в течение первых 24-28 дней. при достижении температуры воздуха 25 градусов, увеличивают частоту полива до 3-х раз в день. после появления растительного покрова растительный покров, сменяется мелкокапельный полив на обычный.

7) Осуществление первого кошения травы на 20-й день после посева [25].

Очистка загрязненных почв в городских условиях. На данный момент существуют 2 метода к реабилитации загрязненных почв [10, 11]. В первом подходе происходит удаление загрязнителей из почв, вернее, на сокращении их концентраций до предельного с экологической точки зрения уровня содержания (ремедиация). Второй способ предполагает проведение природоохранных мероприятий, которые направлены на формирование баланса зоны загрязнения и на сокращении биологической активности и подвижности загрязнителей (детоксикация почв и иммобилизация загрязняющих веществ), которые включают инженерно-геологические или механические способы изоляции загрязненных мест [8, 9].

Практическое применение технологий и способов очистки почв в значительной степени определяется свойствами самих загрязнителей (способность переходить в летучее состояние, образовывать в почве прочносвязанные соединения и т. д.), а также такими характеристиками почв,

как содержание гумуса, гранулометрический состав, особенно соотношение глинисто-суглинистых и песчаных частиц, и др.

Способы удаления их из почв могут основываться на одном из следующих принципов: фазовое разделение, молекулярное разделение, биodeградация и химическое разрушение. Каждая технология очистки, часто основывается на нескольких принципах, определяющие свойствами поллютантов и их связи с частицами почвы [43,44].

В зарубежной практике технологии и способы деконтаминации загрязненных почв как правило исследуют с позиций их способа (места) применения [43]:

1) обработка за пределами загрязненного участка, связанной с отделением большого объема загрязненного грунта и дальнейшего его переработкой в специальных стационарных установках (которые представляют собой промышленные предприятия), которые расположены за пределами восстанавливаемой территории (так называемая обработка *off-silu*);

2) обработка *insitu* (на месте) с инжектированием в загрязненный участок необходимых химических агентов с дальнейшей утилизацией парогазообразных фракций поллютантов;

3) почвенная обработка (чаще, малых объемов) непосредственно недалеко от загрязненного участка с дальнейшим возобновлением очищенных грунтов в места их первичного залегания (обработка *ex-situ*);

4) локализация поллютантов на территории участка при посредством проведения физикохимической стабилизации (использование шлаков, цемента, жидкого стекла и т. д.), что организовывается, в большинстве случаев, для сокращения загрязнения грунтовых вод (разновидность обработки *insitu*).

Требования которые предъявляются к разнообразным способам ремедиации почв, заключаются в следующих пунктах: 1) экономическая

эффективность метода; 2) возможность применения метода *insitu*; 3) селективность метода по отношению к определенным поллютантам; 4) относительно высокие степень и скорость очистки; 5) «экологическая чистота» применяемого метода [42].

В.А. Королев выделил 4 группы методов очистки почвогрунтов от загрязнения [13]: I) Физические: 2) гидродинамические методы; 1) механические методы (механическое удаление поллютантов, механическая деструкция поллютантов, механическая локализация поллютантов); 4) термические методы (термическое удаление поллютантов, термическая деструкция поллютантов, термическая локализация поллютантов); 3) аэродинамические методы (газовое удаление поллютантов, газовая нейтрализация поллютантов); 5) электромагнитные методы (магнитное удаление поллютантов, электромагнитная деструкция поллютантов, электромагнитная локализация поллютантов). II) Электрохимическое удаление легкорастворимых солей, электрохимические (электроосмотическое удаление неорганических поллютантов, электроосмотическое удаление органических поллютантов, электрохимическое удаление тяжелых металлов, электрофоретическое удаление поллютантов, электрохимическое удаление радионуклидов, электрохимические методы деструкции поллютантов, электрохимическое выщелачивание поллютантов, электрохимические методы локализации загрязнения. III) Химические методы (химическая деструкция поллютантов, химическая локализация загрязнений, химические методы удаления поллютантов,). IV) Физико-химические (экстрагирование или выщелачивание поллютантов, физико-химическая локализация поллютантов, физико-химическое удаление поллютантов, физико-химическая деструкция поллютантов,) [31, 30].

В настоящее время проблема заболачивания парка Победы еще имеется. Экологическая ситуация в парке победы по сравнению с 2017 годом, немного улучшилась, но не в достаточной мере. Вблизи гипермаркета

«Лента» еще остаются участки заболоченности. Для этого необходимо организовать строительство еще одной дренажной системы в виде одного колодца и шести фильтров в длину по 80 м. После осушения необходимо рекультивация почвенного покрова. Основным способом рекультивации можно предложить – засыпание нового слоя грунта.

Помимо заболоченности для почв парка Победы накопление ТМ. Накопление поллютантов в почве происходит вследствие сорбции ею пылевых выпадений из атмосферы и осадков. Необходимо поддержание буферности за счет посева травосмеси и постоянного поддержания газонов, а также сокращение вытаптывания почвы. В местах тропинок можно также применить решетки легкого типа.

Для архиерейской рожи характерно сильное вытаптывание и загрязненность территории бытовым мусором, а также отходы от костров. Для улучшения экологической ситуации необходимо создать тропинчатую сеть в виде пластиковых решеток, усилить контроль за людьми, выбрасывающими мусор в неположенных местах. Также необходимо разместить беседки для отдыха и урны для мусора.

В настоящее время на месте горы - отвал и отработанный карьер ОАО "Белгородстройматериалы". Белая гора была практически скрыта карьером, дубрава существенно пострадала в период Великой отечественной войны и продолжает уничтожаться сейчас. В целом участок остаётся необустроенным. Необходимо сохранение уникальной нагорной дубравы, подверженной воздействию неорганизованного отдыха горожан. Для улучшения экологической ситуации на территории урочища необходимо осуществление мероприятий по экологической реставрации и реабилитации урочища «Белая гора» в ходе экологических акций и проведение анализа истории освоения и преобразования ландшафта, оценка современного состояния, разработка проекта обустройства рекреационной зоны.

Основные проблемы, характерные для почв парка Есентай, – это засоление, накопление ТМ в результате деятельности предприятий и автотранспорта. В Алматы сосредоточено больше промышленных предприятий, чем в Белгороде и больше насыщенность автотранспортом, следовательно, выделение поллютантов происходит более интенсивно. Так как рельеф парка имеет склоновый характер со значительными перепадами высот, территория подвержена процессам эрозии. Почвы парка сильно уплотнены из-за развитости тропинчатости. Как для парка Победы необходимо создать сеть газонов, ограничить вытаптывание почв, в местах сильного уплотнения почвы применить пластиковые решетки. Для защиты грунта от эрозионных процессов можно применить укладку искусственных газонов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почвы городских территорий существенно отличаются от почв внегородских по физико-химическим свойствам и морфогенетическим признакам. Городских почвы характеризуются отсутствием важного биогеоценотического экранного слоя лесной подстилки, нарушением природно-обусловленного расположения горизонтов, обогащённой основными элементами питания растений, сильным сдвигом рН в щелочную сторону, переуплотненностью и т.п. Также есть изменения в водном и температурном режимах почв. При условии нормальной обеспеченности городских почв основными питательными элементами к лимитирующим факторам почвенного плодородия следует отнести: загрязнение тяжелыми металлами и другими токсичными веществами, переуплотненность, высокие значения рН.

На основе комплексного анализа валового содержания микро- и макроэлементов можно сделать вывод, что парк Победы характеризуется меньшим накоплением ТМ, чем парк Есентай. В городе Алматы сконцентрировано большее число промышленных предприятий, а также автотранспорта, ввиду большей плотности населения. Также этот парк находится рядом с дорожной сетью, за счет чего происходит перенос загрязняющих веществ в парковую зону.

Сравниваемые геосистемы отличаются по комплексу признаков, но имеют общие тенденции, связанные с накоплением техногенных элементов. При этом в аридной зоне с малым количеством осадков накопление поллютантов в почвах рекреационных зон происходит более интенсивно.

Сравнение средних концентраций тяжелых металлов с ПДК показало, что в почвах обоих парков выражено превышение данного показателя по свинцу и цинку.

На основе расчета суммарного показателя загрязнения было выявлено, что максимальный показатель загрязнения в парке Победы несколько выше чем в парке Есентай, но эта разница незначительная. По оценочной шкале опасности загрязнения почв по суммарному показателю было определено, что территории двух городских парков относятся к категории допустимого загрязнения почв (показатель Z_c составляет менее 16 – наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимум функциональных отклонений).

Сравнив показатели общего (валового) содержания микроэлементов в почвенном покрове можно сделать вывод, что по некоторым микроэлементам фоновые показатели даже превышают показатели в городских парках. Основные превышения характерны для Cr, Co, Sr, Rb, Ba и As, но они незначительны. Сравнив средние показатели общего содержания микроэлементов в почвенном покрове урочища «Белая гора» и Архиерейской рощи, было определено, что Архиерейская роща характеризуется меньшим накоплением тяжелых металлов. Лишь по Cu и Co, в Архиерейской роще наблюдается преобладание концентрации над Белой горой.

Для городских почв необходимо постоянно проводить мероприятия по улучшению и защиты почв от вредного воздействия. Почвы парковых зон должны постоянно выполнять свои экологические функции.

Можно выделить следующие способы по улучшению экологической ситуации в городских парках:

- 1) разработка газонных решеток разных конструкций;
- 2) укладка искусственных газонов (биоматы);
- 3) очистка загрязненных почв в городских условиях (ремедиация).

Для решения проблемы заболачивания парка Победы необходимо организовать строительство еще одной дренажной системы в виде одного колодца и шести фильтров в длину по 80 м. После осушения необходимо рекультивация почвенного покрова. Основным способом рекультивации можно предложить – засыпание нового слоя грунта. Для снижения

накопления ТМ необходимо поддержание буферности за счет посева травосмеси и постоянного поддержания газонов и сократить вытаптывание почвы. В местах тропинок можно также применить решетки легкого типа.

Для улучшения экологической ситуации в Архиерейской роще необходимо создать тропинчатую сеть в виде пластиковых решеток, усилить контроль за людьми, выбрасывающими мусор в неположенных местах. Также необходимо разместить беседки для отдыха и урны для мусора.

Для поддержания экологических функций почв территории урочища необходимо осуществление мероприятий по экологической реставрации и реабилитации урочища «Белая гора» в ходе экологических акций и проведение анализа истории освоения и преобразования ландшафта, оценка современного состояния, разработка проекта обустройства рекреационной зоны.

Как для парка Победы в парке Есентай необходимо создать сеть газонов, ограничить вытаптывание почв, в местах сильного уплотнения почвы применить пластиковые решетки. Для защиты грунта от эрозионных процессов можно применить укладку искусственных газонов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдусин, Д.А. Полевая археология в СССР / Д.А. Авдусин. - Учеб. пособ. – М.: Высшая школа, 1980. – 335 с.
2. Аммосова, Я.М. Изучение уровня загрязнения городских почв тяжелыми металлами / Я.М. Аммосова, Д.В. Ладонин // Агрехимический вестник. – 2000. – №2. – С. 23-26.
3. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация): учеб. пособие / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева; под редакцией академика РАН Г.В. Добровольского. - М. – Смоленск Ойкумена 2003г. – 268 с.
4. Богданов, Н.А. Анализ микроэлементного состава почвогрунта при диагностике изменчивости состояния урбанизированных территорий / Н.А. Богданов, А.Н. Бармин, М.М. Иолин // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 4. – С. 76-81.
5. Бычинский, В.А. Тяжелые металлы в почвах в зоне влияния промышленного города / В.А. Бычинский, Н.В. Вашукевич. – Учебное пособие. – Иркутск: Изд. Иркут. ун-та., 2008. – 130 с.
6. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, Э.А. Корчагина. – М: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
7. Вальков, В.Ф. Почвоведение: учебник для бакалавров / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 527 с.
8. Воронкевич, С.Д. Геоэкологические возможности и функции методов технической мелиорации грунтов / С.Д. Воронкевич // Геоэкология. – 1993. – № 2. – С. 18–24.
9. Воронкевич, С.Д. Инженерная геохимия: предпосылки формирования, структура и задачи / С.Д. Воронкевич // Геоэкология. – 1996. – № 6. – С. 55–61.

10. Воронкевич, С.Д. Принципы и методы управления свойствами грунтов средствами технической мелиорации / С.Д. Воронкевич // Инженерная геология. – 1991. – № 5. – С. 3–18.
11. Воронкевич, С.Д. Современные проблемы инженерной геохимии / С.Д. Воронкевич // Инженерная геология. – 1992. – № 3. – С. 11–25.
12. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение с основами геологии / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов. – М.: Издательство Инфа-М., 2016. – 352 с.
13. Город как техногенный субрегион биосферы / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Р.С. Смирнова [и др.]. – М.: Наука, 1985. – С. 133–166.
14. Добровольский, Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский, Д.Е. Никитин. – М.: Наука, 1990. – 270 с.
15. Жидкин, А. П. Обзор существующих представлений об эрозии почв в Белгородской области / А. П. Жидкин, Ю. Г. Чендев // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. – 2014. – №23 (194). – С. 147-155.
16. Зеликов, Д.В. Некоторые материалы к характеристике почв лесопарков, скверов и улиц Москвы / Д.В. Зеликов // Известия ВУЗов, - лесной ж-л. - 1964. – №3. – С. 10-15.
17. Землякова, А. В. Городские почвы как неотъемлемый компонент урбоэкосистемы / А.В. Землякова // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2011. №21 (116) С.102-107.
18. Игнатьева, М.Е. Растительность городских садов и парков / М.Е. Игнатьева. – СПб., 1993. – 32 с.
19. Козлов, М. А. Экологическое состояние и диагностика городских почв / М.А. Козлов // VI международный студенческий форум «зеленый мост через поколения». Серия: Естественные науки. – 2017. – №4. – С. 240-242.

20. Мамин, Р.Г. Урбанизация и охрана окружающей среды Российской Федерации / Р.Г. Мамин. - Ч. 1 и 2. – М.: РЭФИА, 1995. – 80 с., 139 с.
21. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М049-П/04. – СПб.: ООО «НПО «Спектрон», 2004. – 16 с.
22. Осипов, В.И. Зоны геологического риска на территории Москвы / В.И. Осипов // Вестник РАН, 1994. – № 1. – С. 32-45.
23. Пашкова Л.А. Практическое исследование сооружений комплексного благоустройства территорий в Белгородской области // Science Time. 2014. №11 (11) С. 21-23.
24. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч. / Г. Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др.; Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. – М.: Высш. шк., 1988. – 400 с.
25. Пыстина, Н.Б. Опыт применения биоматов при рекультивации земель в условиях Крайнего Севера / Н.Б. Пыстина, А.В. Баранов, Е.Е. Ильякова // Газовая промышленность. – 2015. – № 9 (727). – С. 101–104.
26. Роде, А.А. Система методов исследования в почвоведении / А.А. Роде. – Новосибирск: Изд-во «Наука», 1971. – 92 с.
27. Рохмистров, В.Л. Изменение дерново-подзолистых почв в условиях крупного промышленного центра / В.Л. Рохмистров, Г.Т. Иванова // Почвоведение. – 1985. – №5. – С. 71-76.
28. Сенькова, Л.А. Состояние почв агроландшафтов Южного Урала и пути их рационального использования: дис. ... докт. биол. наук / Л.А. Сенькова; Челябинский государственный агроинженерный университет. – Челябинск, 2009. – 357 с.
29. Смирнова, Н.А. Особенности трансформации почвенного покрова в зоне интенсивного антропогенного воздействия: Дис. ... канд. с.-х.

наук: 03.00.16, 03.00.27 / Н.А. Смирнова; Нижегородская Государственная сельскохозяйственная академия. – Н. Новгород, 2005. – 172 с.

30. Смирнова, Р.С. Исследование окружающей среды геохимическими методами / Р.С. Смирнова, Л.Н. Павлова – М.: ИМГРЭ. – 1982. – С. 38–45.

31. Сорокина, Е.П. Методы изучения техногенных геохимических аномалий / Е.П. Сорокина, О.Г. Кулачкова, Т.Л. Онищенко – М.: ИМГРЭ, 1984. – С. 9–20.

32. Тимофеева, С.С. Возможности использования биополотна в рекультивации горных выработок в Иркутской области / С.С. Тимофеева, Т.М. Жмурова // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – №4. – С. 139-140.

33. Уваров Г.И., Голеусов П.В. Практикум по почвоведению с основами бонитировки почв. – Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2004. – 140 с.

34. Федорец, Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н.Г. Федорец, М.В. Медведева. – Учебно-методическое пособие. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.

35. Царегородцев И.О. Состояние и повышение устойчивости зеленых насаждений парковых городских территорий Белгородской области [Электронный ресурс]. – Саранск: ВАК РФ 06.03.03, Лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними, 2001. – URL: <http://earthpapers.net/sostoyanie-i-povyshenie-ustoychivosti-zelenyh-nasazhdeniy-parkovyh-gorodskih-territoriy-belgorodskoy-oblasti>

36. Ченцов, А. С. Оценка эффективности использования природно-ресурсного потенциала региона / А.С. Ченцов // Основы ЭУП. – 2014. – №1 (13). – С. 27-29.

37. Шейн, Е.В. Курс физики почв / Е.В. Шейн. – М: изд-во Моск. ун-та, 2005. – 430с.

38. Шергина, О.В. Оценка состояния урбозкосистемы по параметрам древесных растений и почвенного покрова: На примере г. Иркутска: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.27 / О.В. Шергина; Сибирский институт физиологии и биохимии растений. – Иркутск, 2006. – 291 с.

39. Шувалов, Ю.В. Биогенные методы повышения плодородия почв рекультивируемых земель / Ю.В. Шувалов, А.П. Бульбашев, Ю.Д. Смирнов, С.В. Ковшов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – №6. – 2010. – С. 293-298.

40. Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017: сборник статей по материалам научно-практической конференции с международным участием (11– 15 сентября 2017 г.) / под ред. Ю. А. Омельчук, Н. В. Ляминой, Г. В. Кучерик. – Севастополь: СевГУ, – 2017. – С. 174-177.

41. Экологические проблемы мегаполисов и пути их решения / А.Л. Венедяпин, Р.Г. Мамия, Л.В. Шаумян, А.А. Дрейер. – Информационно-аналитический обзор. – М., – 1994. – 31 с.

42. Янин Е.П. Геохимические особенности и экологические последствия загрязнения свинцом городской среды / Е.П. Янин // Геохимические исследования городских агломераций. – 1998. – № 5. – С. 77–103.

43. Янин, Е.П. Деконтаминация городских почв, загрязненных тяжелыми металлами (проблемы, состояние, методы) / Е.П. Янин // Ресурсосберегающие технологии. – 2002. – № 20. – С. 3–49.

44. Янин, Е.П. Организационно-правовые аспекты очистки загрязненных городских почв (мировой опыт) / Е.П. Янин // Прикладная геохимия. – 2004. – № 6. – С. 286–312.

45. Янковский, Л.В. Применение геоимплантатных конструкций для создания экопаркингов / Л.В. Янковский, А.В. Кочетков // Экология и промышленность России. – 2011. – № 5. – С. 32-34.