



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ, БИОЛОГИИ И ХИМИИ

**Особенности озеленения территории Сквера Победы с учетом  
химического состава почв**

**Выпускная квалификационная работа по направлению  
05.03.06 Экология и природопользование**

**Направленность программы бакалавриата  
«Природопользование»  
Форма обучения очная**

Проверка на объем заимствований:  
64,77 % авторского текста

Выполнил:  
Студент группы ОФ-423/058-5-1  
Мишарин Владимир Александрович

Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована

« 13 » 05 2025 г.

И.о. зав. кафедрой географии, биологии и  
химии

Научный руководитель:  
канд. хим. наук, доцент  
Су Сутягин Андрей Александрович

(название кафедры)

Малаев А.В.

Челябинск  
2025

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИИ, С УЧЕТОМ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ ....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.1 Основные аспекты экологического озеленения	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.2 Защитные функции зеленых насаждений .....	10
1.3 Растения, используемые для озеленения городских территорий .....	17
1.4 Особенности химического состава почв при озеленении территорий .....	25
Выводы по первой главе .....	29
ГЛАВА 2. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТЕРРИТОРИЮ СКВЕРА ПОБЕДЫ .....	30
2.1 Промышленные выбросы от производственных объектов, влияющих на экологическое состояние Сквера Победы .....	32
Выводы по второй главе .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СКВЕРА ПОБЕДЫ .....	40
3.1 Текущее состояние почв территории Сквера Победы .....	40
3.2 Текущее состояние древесной растительности на территории Сквера Победы .....	44
Выводы по третьей главе .....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	74

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения города Челябинск.....	80
---	----

## ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение воздуха – один из наиболее опасных факторов, влияющих на здоровье человека. В промышленных городах существует множество источников загрязнения воздуха, таких как транспорт, промышленность, ТЭЦ. Челябинск – типичный промышленный город России. До трети дней в году в городе наблюдаются неблагоприятные метеоусловия, когда увеличивается вероятность превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в воздухе, обусловленная деятельностью большого числа производственных объектов и автотранспортной сферы.

Экологическое озеленение городских территорий, в том числе организация парков и скверов, выступает в качестве эффективного приема снижения загрязнения атмосферного воздуха. Можно сказать, что городское озеленение – это «легкие» городов. Но достижение необходимой степени защиты возможно только при обеспечении правильного экологического подхода к озеленению территорий. Одним из требований такого подхода, помимо определения состава загрязняющих веществ и источников их поступления в атмосферу, является изучение химического состава почв и видов растительности, произрастающих на данной территории в соответствии с этим составом. Только после изучения особенностей территории, можно будет применить комплекс мероприятий по ее экологическому озеленению.

**Цель работы.** Изучить особенности озеленения Сквера Победы с учетом химического состава почв.

### **Задачи работы:**

1. Изучить общие подходы к системе озеленения городских территорий, в том числе, с учетом химического состава почв.
2. Определить основные виды антропогенного воздействия на территорию Сквера Победы.

3. Исследовать текущее состояние зеленых насаждений и почв на территории Сквера Победы.

**Объектом** исследования в работе выступают зеленые насаждения и почвы территории Сквера Победы.

**Предметом** исследования являются особенности озеленения Сквера Победы, с учетом химического состава почв.

При написании работы были использованы следующие методы: обобщения и анализа первичной информации, её статистическая обработка, анализ полученных результатов.

При подготовке дипломной работы были использованы различные источники информации – литературные источники, периодическая печать, статистические пособия, картографические материалы, ресурсы глобальной информационной сети Интернет.

## **ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ С УЧЕТОМ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ**

Основной экологической проблемой урбанизированных территорий, таких как парки и скверы является загрязнение почв и атмосферного воздуха. Это связано с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий. Для того, чтобы снизить уровень загрязнения необходимо использовать экологическое озеленения, с учетом всех особенностей территории. В связи с этим необходимо иметь общую информацию о методических подходах к озеленению конкретных территорий, в том числе, о влиянии химического состава почв на возможности в озеленении различных групп растений.

### **1.1. Основные аспекты экологического озеленения городов**

В современном городе складывается специфическая и во многом неблагоприятная для жизнедеятельности человека экологическая обстановка. Она характеризуется повышенным содержанием атмосферных загрязнений, более резкими колебаниями температурного и радиационного режимов, наличием шума и вибраций разного рода, а также электромагнитных излучений [9]. В условиях непрерывного повышения техногенных нагрузок на городского жителя покрытые растительностью пространства города становятся мощным средством частичной нейтрализации негативного воздействия отрицательных факторов жизни на урбанизированных территориях.

Зеленые насаждения города входят в состав комплексной зеленой зоны – единой системы взаимосвязанных элементов ландшафта города и прилегающего района, предназначенной для решения вопросов охраны природы и улучшения условий труда, быта и отдыха населения.

Комплексная зеленая зона города состоит из ядра (территории городской застройки) и внешней зоны [37]. В ядре выделяют:

- микрорайоны, кварталы;
- зеленые насаждения;
- улицы, дороги и площади;
- промышленные территории.

Внешняя зона включает:

- внегородскую застройку и промышленные территории;
- курорты и места отдыха (учреждения отдыха, лечения и туризма, спортивные комплексы, пляжи и дачные поселки);
- дороги (железные и автомобильные);
- зеленые массивы (пригородные леса, лесопарки, градозащитные лесные массивы, облесенные неудобья, полезащитные и другие полосы);
- сады и виноградники, питомники;
- неозеленяемые территории (сельскохозяйственные и другие земли);
- водоемы.

Все виды озелененных территорий городов, согласно градостроительной классификации, делятся на три группы [26]:

1. Общего пользования – общегородские парки культуры и отдыха, районные парки, городские сады, сады жилых районов и микрорайонов, бульвары, лесопарки.

2. Ограниченного пользования – зеленые насаждения на жилых территориях микрорайонов и жилых районов, на участках детских садов, школ, спортивных комплексов, учреждений здравоохранения, культурно-просветительских, административных и других учреждений, вузов, техникумов, ПТУ, промышленных предприятий и складов.

3. Специального назначения – насаждения на городских улицах и магистралях, территории санитарно-защитных и водоохраных зон,

ботанические и зоологические сады, насаждения на территориях питомников, цветочных хозяйств, кладбищ.

Озелененные территории формируют единую систему озеленения, при проектировании которой учитывается площадь города и локализация окружающих его лесов, парков и открытых пространств сельскохозяйственного использования. Система представляет собой единство озелененных пространств общего и ограниченного пользования, а также специального назначения.

Комплексная зеленая зона (КЗЗ) – единая система взаимоувязанных элементов ландшафта города или поселка, или группы городских населенных мест и прилегающего района. Она должна обеспечивать комплексное решение вопросов озеленения, обновления территории, охраны природы и рекреации в целях улучшения условий труда, быта и отдыха населения [29].

Основные элементы системы озеленения города включают:

1. Парк в городской черте – это озелененная территория с минимальным количеством инфраструктурных объектов, служащая для прогулок, релаксации и организации досуга.

2. Детский парк – пространство, специально созданное для игр, развлечений и спортивных занятий детей школьного возраста на свежем воздухе.

3. Спортивный парк (или стадион) – это комплекс разнообразных спортивных сооружений, расположенных среди зеленых насаждений, включающий зоны отдыха и объекты обслуживания посетителей.

4. Дендрарий – отдельная территория в рамках городской зелени или часть ботанического сада, парка, предназначенная для научных исследований по акклиматизации и интродукции деревьев и кустарников, а также для демонстрации растений в образовательных целях.

5. Мемориальный парк – место, где расположены монументы и памятники.



6. Парк развлечений – озелененное пространство с аттракционами и развлекательными устройствами, предназначенное для снятия стресса и организации разнообразного досуга для посетителей всех возрастов [12].

7. Парк для тихого отдыха и прогулок – территория, предназначенная для спокойного времяпрепровождения на природе, отличающаяся высоким уровнем комфорта и живописными пейзажами. Сервисные объекты расположены у входа.

8. Зеленые насаждения вдоль улиц – ряды деревьев между дорогой и тротуаром, кустарники, живые изгороди, групповые посадки, газоны, технические зоны для коммуникаций и зеленые островки для регулирования движения, предназначенные для защиты от шума, пыли и солнечной радиации.

9. На пешеходных улицах зеленые насаждения играют ключевую роль в формировании облика улицы, вокруг них строится остальное благоустройство, широко используются мобильные формы озеленения.

10. Бульвар – зеленые насаждения вдоль дорог, набережных, улиц, представляющие собой полосу из деревьев и кустарников, выполняющие санитарную и декоративную функции, предназначенные для прогулок и кратковременного отдыха.

11. Сад жилого района – основной элемент озеленения, предназначенный для регулярного отдыха жителей, включающий культурно-просветительские учреждения.

12. Сад микрорайона – место для повседневного отдыха жителей, включающее зоны тихого отдыха, детские площадки, игровые зоны для школьников и спортивные площадки, возможно совмещение со школьным стадионом.

Вся эта сложная система объединяется чрезвычайно важным в планировочном отношении элементом городского ландшафта – озелененными пешеходными связями.

Санитарно-защитная зона – зеленая зона, разделяющая промышленные объекты и жилые районы, представляет собой комплекс специально разработанных зеленых насаждений и открытых пространств, включая питомники [42]. Главная цель – оградить жителей от негативного влияния производственных предприятий.

Прибрежные насаждения, высаженные вдоль берегов рек, озер, водохранилищ и прудов, служат для уменьшения испарения воды и защиты водоемов от загрязнений.

Мелиоративные насаждения, выполняющие защитные функции, служат для стабилизации береговых линий и склонов, предотвращения оползней, борьбы с эрозией почвы и для улучшения дренажа переувлажненных участков земли.

Ветрозащитные лесополосы, при правильном размещении с учетом преобладающих ветров, способны уменьшить скорость ветра на 50–80 %. Эффективность таких посадок обусловлена углом их расположения относительно направления ветра, густотой посадки и высотой деревьев [2].

Экологическая ситуация во многих современных городах является неблагоприятной для произрастания большинства деревьев, кустарников, трав и цветов. Неправильные условия посадки, вредители и болезни, а также механические повреждения приводят к значительному сокращению жизни городских деревьев и растений. Во избежание вышеперечисленных проблем и повышения качества озеленения города необходимо следовать определенным правилам и учитывать обязательные нормы проведения озеленительных работ. Большинство правил имеют рекомендательный характер. В них описано в малейших деталях, как происходит подготовка территории для посадки, какие бывают типы грунтов, их основные характеристики, и что поможет их улучшить. Для каждого типа почв существуют определенные нормы внесения минеральных удобрений с целью увеличения их плодородия.

Посадка растений также не может быть произвольной, существуют определенные типы: группа, живая изгородь, массивы и т. п.

Рекомендации по количеству насаждений и ориентировочный процент озеленяемых пространств определяется в зависимости от их назначения. Например, самые зеленые пространства – это бульвары, а территории жилых районов должны быть озеленены на 40–60 % [39].

Правила регламентируют время посадки саженцев в зависимости от их вида, а также способы их транспортировки. В правилах прописано, когда и при каких температурных режимах можно проводить те или иные озеленительные работы. Согласно правилам, для посадки подходят только здоровые растения. Параметры оценки состояния деревьев и кустарников также изложены в рекомендациях [31].

Рекомендации по уходу за растениями включают правила полива и внесения минеральных удобрений. Так, для подкормки хвойных пород рекомендуется использовать 12,5 г удобрений, в то время как для лиственных – 30 г.

В методических пособиях содержатся инструкции по правильной обрезке деревьев и кустарников, стрижке газонов, а также описаны методы лечения болезней растений и способы борьбы с вредоносными насекомыми [46]. Эти руководства позволяют садоводам поддерживать здоровье и эстетичный вид своего сада.

## 1.2. Защитные функции зеленых насаждений

К одним из основных функций зеленых насаждений можно отнести такие как санитарно-гигиеническая, рекреационная, структурно-планировочная, декоративно-художественная. Обязательными требованиями к системе озеленения являются равномерность и непрерывность.

Зеленые насаждения в городе улучшают микроклимат городской территории, создают хорошие условия для отдыха на открытом воздухе, предохраняют от чрезмерного перегревания почву, стены зданий и

тротуары. Это может быть достигнуто при сохранении естественных зеленых массивов в жилых зонах.

Велика роль зеленых насаждений в очистке воздуха городов. Дерево средней величины за 24 ч восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трёх человек. За один теплый солнечный день гектар леса поглощает из воздуха 220–280 кг углекислого газа и выделяет 180–200 кг кислорода [8].

Травяной покров оказывает существенное влияние на микроклимат: с каждого квадратного метра газона испаряется до 200 г воды в час, что заметно повышает влажность воздуха. Благодаря этому, в знойные летние дни температура воздуха возле газона на уровне человеческого роста может быть почти на 2,5 °С ниже, чем на раскаленной асфальтированной поверхности [19]. Помимо увлажнения, газон эффективно улавливает пыль, приносимую ветром, и выделяет фитонциды, вещества, обладающие антимикробными свойствами. Это создает ощущение свежести и облегчает дыхание. В связи с этим, в современном озеленении все большую популярность приобретает ландшафтный или свободный стиль, где под газон отводится 60 % и более благоустраиваемой территории.

В знойные летние дни, когда асфальт и крыши зданий сильно нагреваются, формируются восходящие воздушные течения, захватывающие микроскопические частицы пыли [1]. Эти частицы долго остаются в воздухе, создавая эффект запыленности. В отличие от этого, над старым городским парком, где листва значительно прохладнее, образуются нисходящие потоки воздуха. Эти нисходящие потоки воздуха несут пыль к земле, оседая на листьях деревьев. Деревья играют важную роль в очистке воздуха от пыли. Так, один гектар хвойного леса способен улавливать до 40 тонн пыли в год, а лиственный лес – около 100 тонн [27]. Эта способность деревьев делает их ценным активом в борьбе за чистоту городского воздуха.

Практика показала, что достаточно эффективным средством борьбы с вредными выбросами автомобильного транспорта являются полосы зеленых насаждений, эффективность которых может варьироваться в довольно широких пределах – от 7 % до 35 %.

Крупные лесопарковые клинья могут быть активными проводниками чистого воздуха в центральные районы города. Качество воздушных масс значительно улучшается, если они проходят над лесопарками и парками, площадь которых составляет в 600–1000 га. При этом количество взвешенных примесей снижается на 10–40 %, что приводит к повышению интенсивности ультрафиолетовой радиации на 15–25 %.

Видовой состав зеленых насаждений варьируется в зависимости от размера города, его экономической специализации, плотности застройки и местных климатических условий. В крупных промышленных центрах, где загрязнение воздуха представляет наибольшую угрозу, для улучшения экологической обстановки вблизи предприятий рекомендуется высаживать такие виды, как клен ясенелистный, ива белая, тополь канадский, крушина ломкая, можжевельник казацкий и виргинский, дуб обыкновенный и бузина красная [7]. Разные виды древесно-кустарниковой растительности по-разному устойчивы к вредным примесям в воздухе из-за их избирательной способности к поглощению этих веществ. Способность различных пород поглощать газы также различается в зависимости от концентрации вредных веществ в воздухе. Согласно исследованиям Ю. З. Кулагина, тополь бальзамический наиболее эффективно очищает воздух в зонах с высоким уровнем постоянного загрязнения. Липа мелколистная, ясень, сирень и жимолость также обладают хорошими абсорбирующими свойствами. В районах с низким уровнем периодического загрязнения листья тополя, ясеня, сирени, жимолости и липы поглощают больше серы, чем листья вяза, черемухи и клена [21].

Защитные функции растений зависят от степени их чувствительности к различным загрязняющим веществам. В. М. Рябинин

установил, что предельно допустимая среднесуточная концентрация сернистого ангидрида для лиственницы сибирской равна 0,25 мг/м<sup>3</sup>, сосны обыкновенной

– 0,40 мг/м<sup>3</sup>, липы мелколистой – 0,60 мг/м<sup>3</sup>, ели обыкновенной и клена остролистного – по 0,70 мг/м<sup>3</sup>. Если концентрация вредных газов превышает предельно допустимые нормы, то клетки растений разрушаются и это приводит к угнетению роста и развития, а иногда и к гибели растений.

При озеленении городской территории необходимо учитывать указанные свойства древесно-кустарниковой растительности, хотя они могут меняться в зависимости от различных факторов: возраста и вида растений, состава газовых выбросов и их концентрацией, а также от географических, почвенно-климатических и метеорологических условий.

Антропогенное воздействие способно негативно влиять на физиологию растений (нарушение фотосинтетической активности, снижение степени пигментации и нарушение дыхательной системы и т.д.), что может приводить к ослаблению защитных механизмов зеленых насаждений [22]. Ослабление растений создает предпосылки для активизации патогенных микроорганизмов и вредных насекомых. По мере увеличения степени загрязнения окружающей среды наблюдается трансформация видового состава комплексов фитопатогенных грибов и членистоногих, атакующих листву древесных пород. Происходит смена доминирующих видов и появление новых, более устойчивых к неблагоприятным условиям. Таким образом, техногенная нагрузка опосредованно влияет на здоровье растений, стимулируя развитие болезней и распространение вредителей, что усугубляет общее состояние зеленых зон.

Важнейшей характеристикой состояния древостоя, позволяющей быстро провести оценку нарушенности системы, под влиянием различных факторов, является степень поврежденности кроны, визуально наблюдаемая в виде разреженности, уменьшения густоты. Но данный

признак не дает четких представлений об изменениях в метаболических процессах, приводящих к наблюдаемым изменениям, а выполняемая оценка характеризуется высокой степенью субъективности. В связи с этим, для получения более детальной информации необходимо дополнять визуальные наблюдения более детальными исследованиями физиологических процессов (например, ассимиляции, нарушение которой приводит к радиальному приросту стволовой части) с помощью инструментальных методов.

Для описания состояния древостоя используются общепринятые методики экологического лесного мониторинга, а для оценки их жизненного состояния возможно использование пособия «Методология исследований лесных экосистем» [36].

Категория жизненного состояния древостоев, характеризуемая рядом специфических признаков, определяется на основании расчета индекса состояния древостоя. По определенным внешним характеристикам (признакам) с помощью данных категорий жизненного состояния экспериментатор может выявить состояние дерева, в диапазоне от здоровых экземпляров до старого сухостоя.

Общий вид деревьев по внешним признакам поражения кроны и ствола характеризуется 6 категориями их жизненного состояния, определяемыми по визуальным признакам:

1) деревья по внешним признакам выглядят здоровыми, с густой, нормально развитой кроной, в которой отсутствуют сухие ветки. Доля потерянных листьев не превышает 10 %;

2) деревья, характеризующиеся как ослабленные или слабо поврежденные. Их крона характеризуется определенной разреженностью с количеством сухих ветвей не выше 20 % при общей потере листьев в интервале 11–25 %. Для деревьев средних размеров характерно снижение длины кроны до 10 %, а линейного прироста побегов – на 20–25 %;

3) деревья сильно ослабленные (средне поврежденные), характеризующиеся заметно разреженной кроной с потерей листьев на 26–60 % и долей сухих ветвей 21–50 %. Для деревьев в основном характерно снижение длины кроны на 11–40 % при укороченности побегов на 26–75 %. Деревья начинают усыхать по причине ускорения процессов ослабления;

4) усыхающие (сильно поврежденные) деревья. Характеризуются полной потерей жизнеспособности. Их крона четко просвечивает по причине потери более 60 % листьев (а имеющиеся листья обычно мелкие и пожелтевшие) и наличия более 50 % высохших ветвей. Верхушки этих деревьев также часто сухие, отсутствует прирост в высоту, а длина кроны снижены более чем на 40 %. Розеточные (вторичные) побеги у растений короткие, больные, чаще без листьев;

5) погибшие деревья и сухостой текущего года. Характеризуются отсутствием зелени, наличием большого количества стволовых вредителей и грибков, окрашивающих древесину, которая в итоге имеет крайне низкое качество;

б) старый сухостой, формируемый погибшими ранее деревьями с отпавшей корой. Сохранившиеся наиболее толстые ветви и ствол изобилуют древоразрушающей биотой, в итоге ее качество резко нарушено.

Оценка жизненного состояния деревьев по вышеуказанным категориям производилась визуальным способом, учитывая описанные диагностические показатели. Индекс состояния древостоя – параметр, на основе которого рассчитывается самый важный показатель, иллюстрирующий текущее состояние древесного сообщества, – категория жизненного состояния. Расчет индексов древостоев производился по формуле (1):

$$ИС = \frac{(100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 50n_4)}{N} \quad (1)$$



где ИС – индекс жизненного состояния древостоя;

$n_1, n_2, n_3, n_4$  – количество деревьев здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и усыхающих, соответственно;

$N$  – общее количество деревьев (включая сухостой).

Состояние древостоя оценивается с помощью индекса состояния где значения отражают степень жизнеспособности: от 1,7 до 0,8 соответствует здоровому древостою от 0,79 до 0,5 – угнетенному от 0,49 до 0,2 – сильно поврежденному, а 0,19 и ниже – полностью разрушенному (деградированному) состоянию. Для расчета индексов жизненного состояния древостоев используются данные перечетов и оценки состояния деревьев на контрольных участках. Каждой категории жизненности дерева присваивается балл: здоровые – 1,0; поврежденные – 0,7; сильно поврежденные – 0,4; отмирающие – 0,1; свежий и старый сухостой – 0.

По модифицированной шкале В. А. Алексеева, на основе индекса состояния, проводят отнесение насаждений к определенной категории жизненного состояния:

- индекс состояния 90–100 % – здоровые;
- 80–89 % – здоровые с признаками ослабления;
- 70–79 % – ослабленные;
- 50–69 % – поврежденные;
- 20–49 % – сильно поврежденные;
- менее 20 % – разрушенные [28].

Для определения высоты растений используется метод В. Н. Сукачева [45] в двух вариантах:

– по равнобедренному треугольнику. При сближении с деревом или удалении от него треугольник устанавливается у глаза таким образом, что один его катет становится направлен отвесно, а второй совпадает с линией визирования на вершину дерева. При таком расположении высота дерева составляет сумму расстояния в шагах до дерева и высоты до глаз наблюдателя.

– по тени в солнечный день: высота измеряемого предмета во столько раз больше высоты известного вам предмета, во сколько раз тень от измеряемого предмета больше тени от человека. Если при измерении окажется, что тень от человека в 2 раза больше длины человека, то высота измеряемого предмета будет в 2 раза меньше длины его тени, а если тень от человека будет равна их длине, высота измеряемого предмета также равна высоте своей тени.

Измерение проводится по формуле (2):

$$h = l_1 \times l_2, \quad (2)$$

где  $h$  – высота дерева, м;

$l_1$  – длина тени объекта, м;

$l_2$  – высота роста человека, м.

При определении диаметра ствола дерева используют методику А. С. Боголюбова, проводя расчет по формуле (3):

$$D = \frac{C}{3,14}, \quad (3)$$

где  $D$  – диаметр ствола, см;

$C$  – длина окружности ствола на высоте 1,3 м от земли, см.

Возраст дерева определяют по формуле (4) [3]:

$$B = 1,6 D + 44, \quad (4)$$

где  $B$  – возраст дерева, лет;

$D$  – диаметр ствола на высоте 1,3 м от земли, см.

### 1.3. Растения, используемые для озеленения городских территорий

При выборе растений, кустарников и деревьев, используемых для озеленения, необходимо учитывать их экологические особенности, рекомендации по уходу, продолжительность светового дня и климатические условия. Не стоит выбирать растения с резким запахом, пылью, вызывающей аллергию, или плодами, содержащими ядовитые вещества. При озеленении городских территорий также необходимо

принимать во внимание влияние антропогенных факторов и выбирать наиболее адаптированные сорта и породы к этой среде.

Стоит четко понимать, с какой целью проводится озеленение городских пространств. Для озеленения улицы с плотной застройкой лучше выбрать высокие деревья, такие как липа, береза, сосна и остролистный клен. Они обеспечат дополнительную защиту фасадов зданий от солнца. Для создания тени на тротуарах подойдут средние и низкие растения: рябина, клен татарский и черемуха. Из хвойных пород идеальным вариантом будет туя или можжевельник.

Крона деревьев также очень важна, в частности для строгих композиций. Отличительной чертой некоторых деревьев является крона четкой геометрической формы, а крону других наоборот необходимо постоянно формировать [41]. Пихта, рябина, облепиха, липа и ель обыкновенная легко поддаются стрижке, поэтому их часто используют при создании необычных композиций.

Плотность кроны также имеет большое значение. Деревья с более плотной кроной, такие как дуб, липа, каштан, вяз и пихта, обеспечивают лучшую защиту от ветра, солнца и осадков. В свою очередь деревья с прозрачной кроной позволяют получить красивую игру света и тени, поэтому их часто высаживают с целью создания многогранных композиций. К ним относят сливу, осину, грушу и акацию.

Цветы для клумб также подбираются в соответствии с эстетическими нормами. Эффектно смотрятся городские клумбы из цветущих цветов: матиолы, петунии и люпина [18]. Клумбы на главных площадях и возле административных зданий засаживают такими цветущими растениями, как гвоздика перистая и анемоны, а также декоративно-лиственными, к которым относят бадан, ковыль и хоста. Для плотных красивых газонов рекомендуют использовать смеси из 3–5 видов трав.

При разработке проектов озеленения на урбанизированных территориях должны выделяться участки разного экологического статуса

для создания адекватных типов насаждений, устойчивых к воздействию природных и антропогенных негативных факторов:

1. Вблизи автомобильных дорог следует высаживать наиболее устойчивые к загрязнению виды деревьев и кустарников, обладающие высокой фильтрующей способностью. При планировании озеленения территорий, прилегающих к автодорогам, следует учитывать фактор обработки автодорог противогололедными реагентами с агрессивной средой. В этом случае при выборе зеленых насаждений следует отдавать предпочтение видам, устойчивым к засолению почв и характеризующимся мощной корневой системой; Пример растений: кизильник черноплодный, бузина кистистая, жимолость татарская, сирень обыкновенная, акация желтая, рябинник рябинолистный, яблоня сибирская.

2. На территориях с повышенной экологической нагрузкой (поблизости от промышленных предприятий) следует высаживать самые устойчивые виды деревьев и кустарников с выраженной фильтрующей способностью, с большой листовой поверхностью и опушением листьев. Подробнее с перечнем древесных растений, рекомендуемых для создания древесно-кустарниковых насаждений можно ознакомиться в Приложении 1. При проектировании озеленения производственных территорий следует использовать имеющееся многообразие форм зеленых насаждений (групповые и одиночные посадки, вертикальное и горизонтальное озеленение). Оптимальная доля площади зеленых насаждений в структуре производственных территорий 40–50 %.

3. На участках парков с преобладанием асфальтированной дорожно-тропиночной сети следует высаживать засухоустойчивые виды деревьев и кустарников с хорошо развитой корневой системой, например, акация желтая, береза повислая, липа мелколистная, лиственница сибирская и другие. Желательно также осуществлять подсев травянистых растений. При высокой рекреационной нагрузке следует использовать виды, образующие плотную и устойчивую к вытаптыванию дерновину.

Для создания насаждений, устойчивых к воздействию факторов антропогенной среды, необходимо использовать местные или акклиматизированные виды деревьев и кустарников, выращиваемые в местных питомниках. Представленный перечень В. В. Меркера (Приложение 1) содержит рекомендуемые к высадке виды растений, хорошо зарекомендовавшие себя с точки зрения устойчивости и декоративных свойств, а также учитывает доступность видов в питомниках растений Челябинской области и прилегающих территорий [23]. В таблице дополнительно представлены приемы использования растений в городском озеленении (деревья – для создания аллей, групп и куртин, солитерных посадок; кустарники – для изгородей, групп и массивов).

Окончательное решение о целесообразности высадки рекомендуемого озеленительного ассортимента растительности на конкретных территориях должно приниматься с учетом планировочных решений, а также с учетом факторов, влияющих на рост и общее состояние насаждений:

- специфики антропогенного загрязнения;
- результатов исследования характеристик почв на территориях, на которых планируется озеленение;
- видового разнообразия и потенциального влияния планируемых к высадке видов на существующий фонд зеленых насаждений [17].

Парк – объект ландшафтной архитектуры, крупный массив насаждений, представляющий территорию, на которой элементы ландшафта, сооружения, постройки организованы в определенную объемно-пространственную систему. Это благоустроенные и озелененные общественные территории, предназначенные для повседневного и периодического массового отдыха, представляют эффективную рекреационную систему города в целом.

Существует несколько типов парков: полифункциональные парки (парки культуры и отдыха, спортивные, детские), парки отдыха, парки-

выставки, научно-просветительные (этнографические, сады скульптуры, сады монокультур, ботанические и зоологические парки), парки мемориальные [11].

Полифункциональные парки для массового досуга всех возрастных групп равномерно размещают в городе:

– для пешеходов – от жилищ, мест учебы, работы до районного парка культуры и отдыха на расстоянии 1,5–2 км, до городского – 2–3 км;

– для обычного городского транспорта (трамвай, автобус) – 3–4 км, для скоростного (метро) – 6–7 км.

Парк культуры и отдыха – это многогранный культурный центр, представляющий собой современную модель общественного парка [20]. Он объединяет образовательные и культурные мероприятия с благотворным влиянием природы, направлен на всестороннее развитие личности, как физическое, так и духовное, и обеспечение здорового отдыха. Такой парк выполняет множество функций, сочетая в себе элементы рекреации, просвещения и культурного обогащения. Здесь посетители могут наслаждаться природными ландшафтами, участвовать в различных мероприятиях и получать новые знания, способствующие их гармоничному развитию.

Парки общегородского значения обслуживают население всех районов города. Они характеризуются размерами территории, благоприятными природными данными (существующие насаждения, рельеф, водоемы), центральным расположением или удобной транспортной связью. Минимальная площадь парка 13 га. При создании в парке полного комплекса устройств и сооружений в условиях, приближающихся к природным, площадь его должна составлять не менее 50 га.

Деятельность парков подразделяется на несколько ключевых направлений. В первую очередь, это культурно-образовательная работа, включающая проведение зрелищных мероприятий, выставок и лекций. Значительное внимание уделяется физической культуре и спорту.

Организируются развлекательные мероприятия, такие как аттракционы и танцевальные вечера. Особое место занимает организация детского отдыха. Важную роль играет сфера обслуживания посетителей, обеспечивающая питание, почтовые и телефонные услуги, камеры хранения, парковки и туалеты. Управление и поддержание функционирования парка обеспечивается административно-хозяйственным отделом [6].

При районировании парка отмечается тенденция к централизации шумных массовых видов отдыха, освобождающая большую часть территории для «чистого» ландшафта. Стадионы, зрелища с массовым скоплением посетителей располагают у основных магистралей движения, имеющих кратчайшие связи с входами; тихий отдых – на участках крупных зеленых массивов [30].

Наличие большого водоема содействует развитию водного спорта. При закладке парка на базе существующих насаждений для спортивной зоны выделяют наиболее открытый участок. Характеристика основных функциональных зон парков представлена в таблице 1 [13].

Таблица 1 – Характеристика основных функциональных зон парков

Функциональная зона	Площадь зоны, % от общей площади	Распределение посетителей, %	Норма площади на одного посетителя, м <sup>2</sup>
Зона культурно-массовых мероприятий	5–17	15	30–40
Зона тихого отдыха и прогулок	50–75	30	200
Зона культурно-просветительных учреждений	3–8	25	10–20
Зона отдыха детей	5–10	9–10	80–170
Физкультурно-оздоровительная	10–20	20	75–100
Хозяйственная	1–5	–	-

Зоны спорта и массовых мероприятий, аттракционов и других видов развлечений нужно размещать компактно на участках, прилегающих к

входам в парк. Для этого также можно использовать участки с наиболее бедным ландшафтом. В зависимости от величины парка изменяется площадь зоны тихого отдыха и прогулок, которая составляет для малых – 50–60 %, средних – 60–70 %, крупных – 80–85 % общей площади.

Основные требования к озеленению парков представлены в Своде правил градостроительного проектирования и благоустройства, включающем [44]:

1. Использование разнообразных сочетаний насаждений. Посадки формируют плотными древесно-кустарниковыми группами, аллеями и рядовыми посадками с сочетанием быстрорастущих и медленнорастущих пород и включением красивоцветущих деревьев и кустарников.

2. Основной ассортимент, включающий виды деревьев и кустарников, которые в течение длительного времени способны произрастать в городских условиях без потери декоративных качеств.

3. Альтернативный ассортимент включает в себя растения с выдающимися эстетическими характеристиками, однако их жизнеспособность и сопротивляемость внешним воздействиям ниже, чем у растений из базовой коллекции.

4. Выбор растений, учитывающий их декоративность, долговечность, устойчивость к негативным факторам (загазованность; пыль, загрязнение почв, засоление) и природным особенностям территорий (низкие или высокие температуры, засушливость и др.).

5. Контроль за развитием и распространением интродукционных видов растений.

6. В специализированных детских и спортивных парках не допускается использование растений с ядовитыми плодами и листьями, с колючками, деревьев с хрупкой древесиной, обильно плодоносящих, рано сбрасывающих листву, обильноцветущих видов растений, способных вызвать аллергическую реакцию в период цветения.



7. Создание газонов – пространство под древесно-кустарниковыми насаждениями рекомендуется заполнять разнотравными и высокотравными многовидовыми газонами из дикорастущих растений. В зоне главного входа парка следует размещать низкотравный партерный газон. В парках также рекомендуется создавать луговые газоны.

8. Размещение цветников – предусматривают в зонах композиционно важных узлов парка (во входных зонах, на площадях, в композиционных центрах, на пересечениях аллей).

Сквер – это озеленённая территория общего пользования небольшого размера (площадью 0,2–2,5 га), являющаяся элементом оформления площади, общественного центра, магистрали и используемая для кратковременного отдыха и пешеходного транзитного движения.

Сквер способен защищать прилегающую к нему территорию от промышленных загрязнений, выхлопных выбросов автотранспортных средств, очищать атмосферу.

Требования к озеленению скверов включают следующие правила:

1. Удаление больных, старых, недекоративных деревьев и растений малоценных видов. Их нужно заменить на декоративно-лиственные и красивоцветущие формы деревьев и кустарников.

2. Посадка преимущественно крупномерного посадочного материала за пределами зоны риска. При этом следует использовать специальные технологии посадки и содержания.

3. Обеспечение минимальных расстояний посадок деревьев и кустарников до инженерных сетей, бортовых камней, зданий и сооружений. Расстояния между деревьями при высадке должны зависеть от видовых характеристик и быть не менее ширины кроны высаживаемого дерева во взрослом состоянии.

Также при озеленении скверов рекомендуется учитывать ландшафтно-климатические условия и использовать типы насаждений и виды растений, характерные для данной климатической зоны.

#### 1.4. Особенности химического состава почв при озеленении территорий

По составу почвы подразделяются на глинистые, суглинистые, песчаные и супесчаные. Все их свойства различны и будут благоприятны не для каждого растения. К плодородным относятся почвы, обеспечивающие произрастающие на них культуры достаточным количеством влаги и питательных веществ. Обеднённая почва из-за недостатка необходимых элементов и плохой структуры может и вовсе быть лишена растительности.

Чернозёмные почвы отличаются высоким содержанием гумуса и калия, они хорошо впитывают влагу, характеризуются благоприятным кислородным режимом. Растительность на черноземах всегда богаче, чем на других видах почв. Некоторые древесные растения, которые можно использовать для озеленения на чернозёмных почвах: клён остролистный, сосна обыкновенная, вяз гладкий, липа мелколистная, ясень обыкновенный, дуб черешчатый, тополь (чёрный, бальзамический, белый). Также для улучшения структуры почвы на чернозёмных участках подходят хвойные растения (ель, лиственница, туя, сосна) и некоторые лиственные растения (орех, бархат, ясень, яблоня, ольха).

Легкие песчаные почвы, отлично пропускающие воду, быстро прогреваются, но обладают высокой воздухопроницаемостью, что позволяет дышать корням, в то же время, приводя за счет циркуляции воздуха к быстрому охлаждению и высыханию земли. Минеральные вещества в этих почвах вымываются из плодородных слоёв вглубь, что снижает питательную ценность почвы. Для озеленения на песчаных почвах подходят ирга Ламарка, кизил обыкновенный, клён полевой, какитник прутьевидный, вишня кустарниковая (степная).

Супеси быстро прогреваются в весеннее время, хорошо держат тепло. Вода из этих почв уходит медленно, поэтому корни успевают

накопить влагу. Высокая воздухопроницаемость этого вида почв благотворна для растений: их корни не будут лишены кислорода. Но основной недостаток супесей – быстрое вымывание питательных веществ из верхних рыхлых слоев, что приводит к потерям гумуса. Для озеленения на супесчаных почвах подходят древесно-кустарниковые растения: сосна, можжевельник, некоторые виды ивы, смородина, пузыреплодник калинолистный, вереск. Перед посадкой растений необходимо учитывать кислотность почвы.

Глинистые почвы характеризуются сильным застоем жидкости. Повышенная влажность и плотность отрицательно сказываются на прогревании. Растения плохо растут на такой земле, так как корни загнивают из-за избытка воды и недостатка кислорода. Рассматриваемые почвы относятся к кислым. На поверхности земли после высыхания появляется плотная корка. При высоком содержании влаги глинозем размокает, образуя липкие комки. В такой среде органические вещества разлагаются плохо, что тоже не способствует повышению плодородных свойств. Но, несмотря на все минусы, глинистые почвы отлично подходят для влаголюбивых растений: хвойных (ель, туя, можжевельник) и плодовых деревьев (слива, яблоня, груша). Они удобны для посадки ивы и березы.

Суглинистые почвы рыхлые, обогащенные микроорганизмами и питательными элементами. Они хорошо аэрируются, характеризуются равномерным распределением воды, удержанием гумуса и питательных элементов. Благодаря плодородным свойствам здесь хорошие условия практически для всех растений. Для озеленения на суглинистых почвах можно использовать древесные растения: кипарисовик, лиственница, можжевельник, псевдотсуга, туя западная, вяз, граб, ива, клён (ясенелистный, платанолистный, дланевидный и гиннала), каштан конский, липа мелколистная.

Торфяники – болотистые почвы, не подходящие для культивации растений. Они хорошо впитывают и быстро отдают воду, не задерживая ее в своей массе, медленно набирают температуру и не удерживают тепло. Во время летней жары они сильно нагреваются, а к ночи стремительно остывают, что, вредит корням. Для озеленения на торфяных почвах можно использовать древесные растения: багульник болотный, вереск обыкновенный, арония черноплодная, берёза карликовая, волчегодник смертельный, восковница обыкновенная. Для успешного выращивания растений на торфяных почвах может потребоваться окультуривание грунта, внесение глины, песка и органических удобрений.

Известковые почвы считаются обедненными, характеризуясь низким содержанием гумуса. Земля плохо подходит для посадок, так как недостаток питательных веществ и низкая кислотность негативно сказываются на росте, у растений желтеет листва. Грунт и прогревается, и остывает быстро, плохо отдает корням минеральные вещества [15]. Для озеленения на таких почвах можно использовать виды древесной растительности: ясень обыкновенный, клён полевой, боярышник обыкновенный, ольха серая, дуб (большинство видов и сортов), рябина обыкновенная, липа (все виды и сорта) и др.

Химический состав почв влияет на подходы к озеленению. Перед началом работ необходимо провести анализ почвы, чтобы определить, какие культуры на ней наиболее успешно будут расти, а какие необходимо исключить из списка.

При выборе растений стоит учитывать кислотность почвы, влияющую на доступность питательных веществ, активность микроорганизмов, рост и развитие растений. Для определения кислотности почвы используют показатель pH, который показывает концентрацию ионов водорода, определяющих кислотно-щелочной баланс грунта. По данному показателю почвы делят на сильно кислые (pH до 4,5), среднекислые (pH = 4,5–5,0), слабокислые (pH = 5,1–6,4), нейтральные

(рН = 6,5–7,3), слабощелочные (рН = 7,4–8,0), щелочные (рН = 8,1–8,5), сильнощелочные (рН выше 8,5).

Большинство растений предпочитают слабокислые и нейтральные почвы. Повышенная кислотность и щёлочность отрицательно влияют на растения – их корни плохо усваивают питательные вещества. При рН менее 3,0 и выше 9,0 повреждается протоплазма клеток в корнях большинства растений. В то же время, ряд растений хорошо произрастает на кислых и щелочных почвенных субстратах.

Кислотность почв можно регулировать известкованием. Для этого применяют гашёную или жжёную известь, доломитовую муку, мел, сланцевую или древесную золу, известняк. Щелочную реакцию устраняют внесением гипса, фосфогипса и других материалов, которые содержат серноокислый кальций.

Почва играет важную роль в минеральном питании растений. Вместе с водой в растения через корневую систему поступает ряд минеральных веществ, находящихся в почве в растворенном состоянии. Однако корневое питание растений – это не простое всасывание веществ, а сложный биохимический процесс, в котором особую роль играют почвенные микроорганизмы, выделения которых усваиваются корневой системой. Поэтому большинство высших растений имеют микоризу, значительно увеличивающую активную поверхность корней.

Важнейшую роль в росте и развитии растений играет органическое вещество почвы – гумус, обуславливающий плодородие почв и их структуру. Процессы минерализации органических веществ и перегноя обеспечивают постоянное поступление в почвенный раствор таких важнейших элементов питания растений, как азот, фосфор, сера, кальций, калий, микроэлементы. Гумус служит источником физиологически активных соединений (витамины, органические кислоты, полифенолы), которые стимулируют рост растений. Перегнойные вещества

обеспечивают также водоустойчивую структуру почв, что создает благоприятный для растений водно-воздушный режим [40].

Исходя из регуляции химического состава почв, можно улучшить условия для озеленения следующими способами:

1. Известкование – эффективное мероприятие по улучшению качества почв. Обычно применяют известкование доломитовой мукой или известью-пушонкой.

2. Внесение плодородного грунта – добавление смеси торфа и песка, чернозёма или торфогрунта.

3. Повышение плодородия почвы с помощью удобрений. Для этого используют весеннее и осеннее внесение удобрений, восстановителей почв, высевают сидератов, бобовых культур.

#### Выводы по первой главе

Озеленение почвы – важнейшая система мероприятий, направленная на создание инфраструктуры городской среды, обеспечивающая культурное и эстетическое развитие города и направленная на защиту жизненного пространства от поступающих в среду загрязнителей.

Озеленение любой городской территории, в том числе скверов является сложным комплексным мероприятием. При выборе метода озеленения важен учет всех особенностей местности. Основными показателями будут климатические условия, вид и химический состав почв, а также текущее состояние растительности.

## ГЛАВА 2. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТЕРРИТОРИЮ СКВЕРА ПОБЕДЫ

Сквер Победы – рекреационная территория, зона отдыха, располагающаяся в Металлургическом районе г. Челябинск. Расположение сквера представлено на рисунке 1.

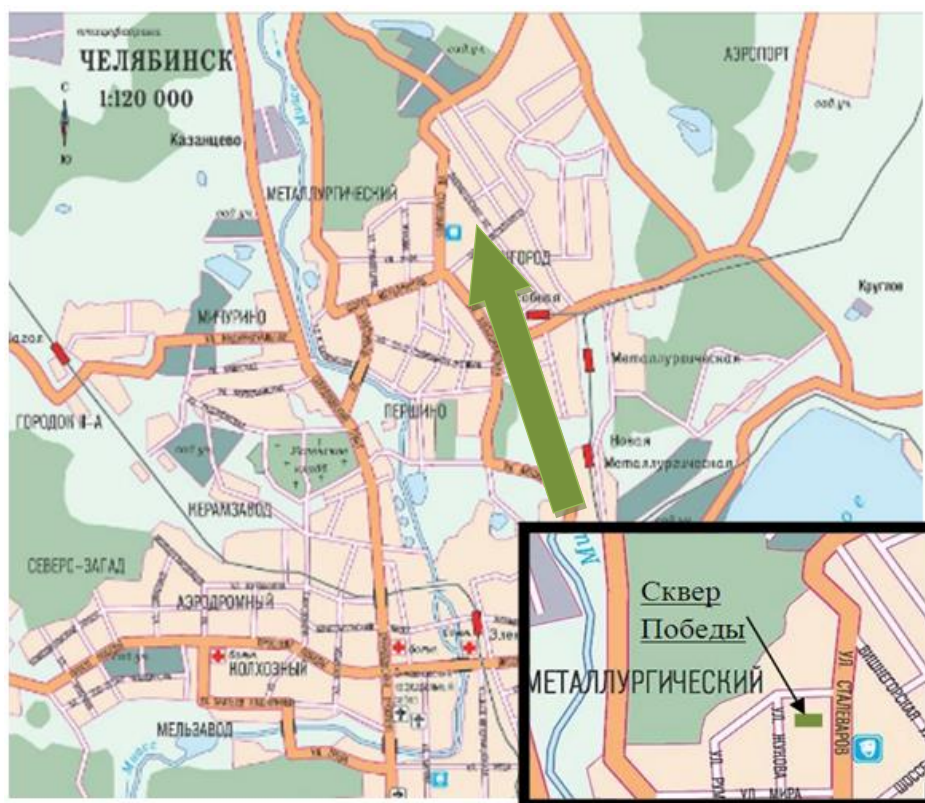
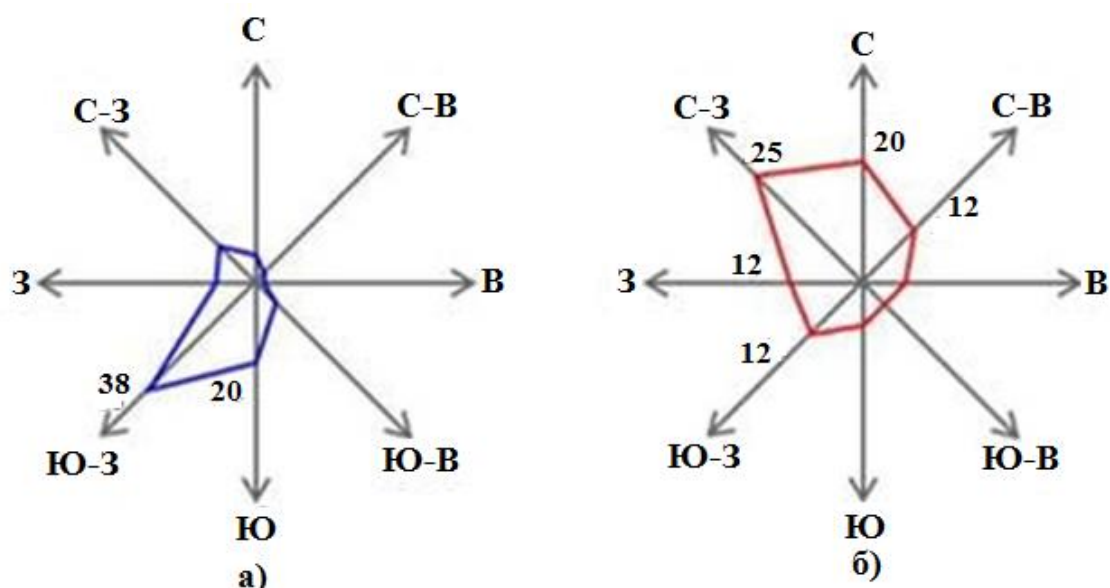


Рисунок 1 – Карта местоположения Сквера Победы

Челябинск – один из крупнейших промышленных мегаполисов страны, одной из основных экологических проблем которого является загрязнение атмосферного воздуха. Металлургический район, как административная часть города, характеризуется высокой степенью антропогенного загрязнения, что связано с высокой концентрацией производственных объектов, в том числе, металлургической отрасли, а также с развитой автотранспортной системой. Также на территорию района оказывают негативное воздействие производственные объекты, расположенные в других районах города, через атмосферный перенос загрязняющих веществ с ветровыми потоками.

На рисунке 2 приведена роза ветров, демонстрирующая преимущественное направление воздушных потоков на территории города.



а) январь; б) июль

Рисунок 2 – Роза ветров города Челябинск

Анализируя розу ветров, можно сделать вывод о том, что в январе на территории Челябинска преобладает юго-западное направление воздушных потоков, а в июле – северо-западное. Подобное перемещение воздушных масс не должно приводить к активному переносу на территорию Metallургического района загрязнителей с других территорий города, то есть основной вклад в загрязнение будут вносить выбросы производственных предприятий и автотранспорт, функционирующие непосредственно в зоне Metallургического района.

В общем виде можно выделить три основных сферы, воздействующих на территорию Сквера Победы с позиции эмиссии загрязнителей, а именно:

1. Челябинский металлургический комбинат (ЧМК);
2. Челябинский завод по производству коксохимической продукции (Мечел-Кокс);
3. Автотранспорт.



## 2.1. Промышленные выбросы от производственных объектов, влияющих на экологическое состояние Сквера Победы

По данным на 2024 г. деятельность ЧМК приводит к эмиссии в атмосферный воздух 68 загрязняющих веществ в количестве 119 090,2 т/год. Из них 48 веществ в количестве 5137,6 г/сек и 114 099 т/год подлежат нормированию. Согласно проекту ПДВ, количество действующих источников выбросов на ПАО «ЧМК» – 599, из них 545 источников являются организованными, 54 – неорганизованными [35].

Оксид углерода (угарный газ) составляет до 70 % от общего количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятием. Превышение нормативов этого вещества в атмосфере при длительном воздействии может вызывать головную боль, головокружение, что связано с образованием устойчивых комплексов с гемоглобином и блокировкой транспорта кислорода. В 2023 г. и первом квартале 2024 г. максимальные разовые концентрации окиси углерода в атмосферном воздухе Челябинска превышали ПДК в 1,2–6,3 раза.

Источником сернистых соединений, выбрасываемых в атмосферу, являются, главным образом, кокс (40–60 %) и руда (5–30 %) [34]. Со шлаками из металлургических агрегатов удаляется 45–55 % серы, а в стальные изделия переходит до 6 % серы, остальное количество серы выбрасывается в атмосферу.

Оксиды серы, прежде всего диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), представляют опасность для здоровья человека. Сернистый ангидрид оказывает негативное влияние на дыхательные пути, особенно при повышенной влажности. Систематическое воздействие  $\text{SO}_2$  приводит к хроническим заболеваниям органов зрения и дыхания, разрушению зубов и желудочно-кишечным расстройствам. При лёгких случаях воздействия сернистого ангидрида появляются слезотечение, чувство сухости в горле, осиплость,

кашель, боль в груди, насморк. При острых отравлениях средней тяжести наблюдаются головная боль, головокружение, общая слабость, боль в подложечной области. Длительное воздействие сернистого ангидрида может вызвать хроническое отравление, которое проявляется поражением зубов, атрофическим ринитом, часто обостряющимся токсическим бронхитом с приступами удушья. Также возможны поражение системы крови, печени, развитие пневмосклероза.

Выбросы диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) представляют серьезную угрозу для окружающей среды, поскольку это вещество легко растворяется в атмосферной влаге [33]. Значительные объемы  $\text{SO}_2$  в атмосфере могут вызывать кислотные осадки: газ вступает в реакцию с водой, образуя серную кислоту. Кислотные дожди, в свою очередь, приводят к изменению кислотности природных водоемов, включая влагу в почве, что может негативно сказаться на состоянии соответствующих экосистем.

Оксиды азота выделяются во время сжигания газа, нефти и угля, составляя до 6 % от общего количества всех вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу. Среди всех выбрасываемых форм азота до 20 % составляет диоксид азота. Высокие концентрации в атмосфере азотсодержащих газов приводят к возникновению легочных и бронхиальных заболеваний, могут вызывать раздражения слизистой носа, сетчатки глаз, поражение альвеол.

Тяжелые металлы выделяются из руд в процессах металлургической переработки. Большое количество тяжелых металлов поступает в атмосферу с пылевыми и дымовыми выбросами [25]. Часть пыли сорбируется в атмосфере на каплях воды и выпадает на почву. Другая часть может вступать в реакции с компонентами кислотных дождей, образуя растворимые формы и также выпадая из атмосферы.

Поступление тяжелых металлов в компоненты окружающей среды может происходить из отвалов металлургических производств: ветровой разнос пыли, растворение металлов кислыми водами и их перенос в почвы

и водоемы. При таком поступлении происходит долгосрочное загрязнение окружающей среды, что связано с длительным персистированием тяжелых металлов. В результате протекают процессы биоаккумуляции, приводящие к накоплению тяжелых металлов в отдельных компонентах, в том числе, в биоте, а также биоаккомодации, приводящие к переносу и концентрированию поллютантов по пищевым цепям [24].

Поступление тяжелых металлов в живые организмы может приводить к развитию хронических заболеваний дыхательной системы, к нарушению ферментативных процессов, метаболизма, работы биосинтетических систем.

Около 70 % всех выбросов пыли сопровождают процессы производства агломерата, чугуна и стали. Эти процессы связаны с переработкой пылесодержащих шихтовых материалов, образованием и уносом пыли отходящими газами.

Опасность для человека представляет пыль I и II классов. Она негативно влияет на лёгкие, может вызвать аллергическую реакцию, оказать токсическое и канцерогенное воздействие. Самой опасной считается пыль – порошок от шлифования чёрных металлов дисперсностью до 7 мкм. Её частицы проникают в лёгочную ткань, накапливаются там и могут спровоцировать заболевание [47].

Взвешенные частицы PM10 и PM2,5 – два типа взвешенных частиц, которые представляют собой мелкодисперсную пыль и аэрозоль. Опасность таких частиц заключается в том, что в процессе взаимодействия частиц пыли с другими веществами образуются более устойчивые соединения [47]. Вследствие такого взаимодействия увеличивается вред качеству воздуха и, соответственно, состоянию здоровья людей. Для окружающей среды пылевые выбросы способствуют ухудшению инфраструктуры, коррозии почв, возникновению кислотных дождей.

Бенз[а]пирен – полициклический ароматический углеводород, химическое соединение первого класса опасности. Вызывает

онкологические заболевания, способен проникать в организм через кожу, органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, плаценту. Вред бенз[а]пирена заключается в том, что он накапливается в организме человека и даже в малых дозах опасен для здоровья [32]. Под действием канцерогена клетки начинают аномально делиться, вызывая раковые опухоли.

Опасность данного вещества для окружающей среды заключается в возможности перемещения между различными средами. Он переносится воздушными массами, достигая высоких концентраций на удалении 5–10 км от очага загрязнения. Попадая в почву, он радикально меняет характеристики, определяющие её продуктивность: ухудшает аэрацию и водопроницаемость, значительно уменьшает количество доступных азотных и фосфорных соединений, провоцирует развитие солонцеватости.

ЧМК ежегодно выбрасывает большое количество загрязняющих веществ в атмосферу. На его долю приходится 46,6 % загрязняющих веществ, которые поступают в атмосферу с выбросами. Среди выбросов – оксид углерода, диоксид азота, бенз[а]пирен, фенол, сероводород, тяжёлые металлы (свинец, ртуть, марганец, хром).

В течение последних лет наблюдается тенденция по сокращению выбросов ЧМК, в рамках экологических проектов. В период с 2017 г. по 2023 г. ЧМК выполнил семь экологических проектов. Благодаря этому общее количество выбросов снизилось с 67 тыс. т. до 46 тыс. т. В 2023 г. ЧМК снизил выбросы по 36 видам загрязняющих веществ [5].

В 2024 г. на ЧМК запущены два экологических проекта, которые позволили сократить объёмы выбросов на 27 %. Первый проект – установка аспирационной системы литейного двора доменной печи №4. Она улавливает пылевые частицы дымовых газов, которые образуются при выплавке чугуна и шлаков. Благодаря системе воздух с литейного двора будет очищаться от твёрдых загрязняющих веществ на 99 %, выбросы сократятся на 42 т. в год. Второй проект – модернизация системы сухой

газоочистки в электросталеплавильном цехе за счет установки четырех тягодутьевых машин и металлического зонта для улавливания пыли. В результате объёмы выхлопов должны сократиться на 317 т вредных частиц в год.

Челябинский завод по производству коксохимической продукции (Мечел-Кокс) в процессе работы производит неучтённые и непропорциональные выбросы ряда загрязняющих веществ. В окружающую среду выбрасывается 24 загрязняющих вещества, в том числе бензол, этилбензол, ксилолы, стирол, формальдегид и аммиак.

Бензол обычно попадает в организм через лёгкие и ЖКТ. При хроническом воздействии он накапливается в жировой ткани, в высоких концентрациях нейротоксичен, может приводить к поражению костного мозга, является канцерогеном.

Этилбензол и ксилолы в окружающей среде в основном встречаются в виде паров в воздухе, но может легко попадать в воду и в почвы. При взаимодействии с солнечным светом этилбензол способствует образованию смогов, при высоких уровнях воздействия может вызвать головокружение, раздражение глаз и дыхательной системы. Ксилолы при вдыхании могут вызывать раздражение глаз и кожи.

Вдыхание стирола может вызвать раздражение глаз и верхних дыхательных путей. У лиц, регулярно контактирующих с высокой концентрацией паров стирола, не исключено развитие дегенеративных изменений нервной системы. Продолжительное воздействие стирола связывают с такими последствиями, как утомляемость, ухудшение слуха и цветовосприятия, снижение концентрации внимания, замедленная реакция и расстройства психики. Стирол представляет опасность для водных экосистем.

Формальдегид оказывает негативное влияние на кожу и слизистые оболочки, поражает легкие и бронхи. Острое отравление формальдегидом при вдыхании может привести к угнетению дыхательной функции и

ощущению нехватки воздуха. Систематическое воздействие увеличивает риск развития хронического бронхита и бронхиальной астмы [11]. При попадании внутрь организма формальдегид повреждает слизистую оболочку ЖКТ и может спровоцировать дегенеративные изменения в печени, почках, сердце и головном мозге. Контакт с кожей вызывает раздражение, зуд и высыпания. Постоянный контакт с формальдегидом значительно повышает вероятность развития онкологических заболеваний.

Пары аммиака, воздействуя через атмосферу, вызывают обильное слезотечение, боль в глазах, химический ожог конъюнктивы и роговицы, потерю зрения, приступы кашля, покраснение и зуд кожи. При остром отравлении поражаются глаза и дыхательные пути, при высоких концентрациях возможен смертельный исход. Аммиак оказывает токсическое действие на гидробионты.

С 2017 г. по 2025 г. на Мечел-Кокс ежегодно происходит снижение выбросов в атмосферный воздух, что достигается путем модернизации цехов и установки нового оборудования [43].

Автотранспорт является одним из основных источников загрязнения воздуха в городе. По данным на 2024 г., в Челябинской области объём вредных выбросов в атмосферу от автотранспорта составляет 22 %. В 2022 г. объём выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автомобильного транспорта на территории Челябинской области достиг 109,6 тыс. т, что почти на 4 % выше по сравнению с 2020 г. Наибольшую долю в общем объёме выбросов (около 78%) занимает оксид углерода, около 20 % – диоксид азота (20 %), 8,6 % – летучие органические соединения и 1,4 % – аммиак [4].

В состав летучих органических соединений (ЛОС) входят опасные токсины, такие как бензол, толуол, стирол и хлороформ. Выбросы ЛОС происходят в процессе сжигания топлива, испарения из топливных баков, при заправке транспортных средств и нанесении лакокрасочных материалов. Концентрация ЛОС в атмосфере городских зон, характери-

зующихся интенсивным движением автотранспорта, создает угрозу для экологической обстановки и здоровья населения [14]. Процесс окисления ЛОС является причиной формирования компонентов фотохимического смога, которые вызывают раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей, а также способствуют образованию озона. Отдельные ЛОС, в частности хлорфторуглероды, способны разрушать озоновый слой, усугубляя парниковый эффект. Определенные ЛОС, например, полихлорированные бифенилы, имеют свойство накапливаться в окружающей среде до токсичных концентраций и передаваться по пищевым цепям. В результате они оказывают экотоксическое воздействие, нарушая жизненные циклы и сокращая биоразнообразие в экосистемах.

При работе двигателя автомобиля при высоких температурах и под давлением (в цилиндре в ходе процесса сгорания) образуется монооксид азота, который при выходе из двигателя легко доокисляется до диоксида.

Выбросы аммиака из автотранспорта происходят из-за работы каталитических нейтрализаторов в двигателях. Они снижают выбросы вредных химических веществ, но вызывают выброс аммиака в качестве побочного продукта.

Один автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая при этом с отработавшими газами примерно 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов [10]. Поступление в атмосферу продуктов сгорания топлива может приводить к изменению состава осадков, формированию кислотных дождей, цветных туманов, выпадению тёмного снега. Состав отходящих газов автотранспорта зависит от типа двигателя и топлива, режима работы и нагрузки, технического состояния автомобиля и качества топлива. Так, содержание угарного газа по объёму в выхлопных газах от бензиновых двигателей составляет 0,512 %, а от дизельных – 0,015 %. Наибольшее количество токсичных веществ автотранспорт выбрасывает в воздух на малом ходу, на перекрёстках, остановках перед

светофорами. Например, при небольшой скорости выхлоп автомобиля содержит 5,1 % (от общего выброса) окиси углерода, а на малом ходу – 13,8 % [16].

Сквер Победы со всех сторон окружен автомобильными дорогами. Ежедневно рядом со сквером проезжает более 1 000 транспортных средств. Вблизи Сквера расположены остановки городского транспорта и пешеходные переходы, вследствие чего автомобили снижают скорость и двигаются на малом ходу. Это может приводить к увеличению в атмосферу выбросов загрязняющих веществ, а территория Сквера, в том числе его почвы, наиболее подвержена загрязнению от автотранспорта.

#### Выводы по второй главе

Сквер Победы подвержен антропогенному загрязнению атмосферного воздуха, почв и растительного покрова. Основными источниками загрязнения являются промышленные предприятия (ЧМК, Мечел-Кокс) и автотранспорт. Атмосферный воздух загрязнен тяжелыми металлами, газообразными канцерогенными веществами, оксидами азота и серы, угарным газом, сажей и другими токсикантами – продуктами деятельности автотранспорта.

Атмосферный перенос приводит к поступлению загрязняющих веществ в почвы на территории Сквера Победы, что может изменять их химический состав, формируя новые условия для произрастающих на них растений. В связи с этим, изменяющееся состояние почв должно быть учтено при подборе растительных объектов, используемых при озеленении территории Сквера.

По мере обострения экологических проблем в городе и населенных пунктах, связанных с загрязнением воздуха, ухудшением микроклимата и условий проживания населения, возрастает роль зеленых насаждений в улучшении городской среды, благоустройстве и озеленении населенных мест.



### ГЛАВА 3. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СКВЕРА ПОБЕДЫ

На территории Metallургического района г. Челябинск располагается Сквер Победы, названный в честь Победы в Великой Отечественной Войне. Общая площадь сквера составляет 4 750 м<sup>2</sup>, из которых 35 % составляют дорожки, места для отдыха и памятник. Основную часть сквера занимают зеленые насаждения.

Почвы, составляющие территорию Сквера, относятся к слабощелочным карбонатным грунтам. Флора представлена обширной лесополосой липы, расположенной по периметру всего сквера. На территории при подходе к памятнику «Вечный Огонь», встречаются отдельные посадки голубой ели. Помимо выше перечисленных видов деревьев можно встретить: вяз, тополь, серый орех, рябину, ясень, иву, яблоню; из кустарников – дерен, кизильник, можжевельник и др.

Для более детального анализа в процессе выполняемой работы территория сквера была условно разделена на несколько зон, представленных на рисунке 3.



Рисунок 3 – Условное деление Сквера Победы на отдельные зоны

#### 3.1 Текущее состояние почв территории Сквера Победы

Почвы на территории Сквера – слабощелочные карбонатные грунты, завезенные в 2003 г., используемые при благоустройстве г. Челябинск. Мощность гумусового слоя в среднем составляет более 20 см, но по всему профилю они имеют большое количество инородных включений.

Для проведения исследований с территории каждой выделенной зоны Сквера отбиралось по 3 образца смешанной пробы с глубины до 20 см. По итогу анализа устанавливалось среднее значение определяемого показателя. В ходе анализа были определены общие показатели: значения водородного показателя рН, содержание нитратного азота и фосфатов по  $P_2O_5$ , количество гумуса. Результаты полученных средних значений представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика основных показателей химического состава почв Сквера Победы

Зона	рН, ед.	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	C-гумус, %
1	2	3	4	5
1	7,4	29,3	940,1	5,5
2	7,5	51,9	1140,0	5,4
3	7,7	42,0	1013,1	5,3
4	7,4	44,8	1240,2	5,5
5	7,2	36,5	761,5	5,5
6	6,6	35,1	863,0	4,8
7	7,4	48,0	935,6	5,1
8	7,6	46,6	994,9	4,9
9	7,0	45,7	1104,4	5,2
10	7,7	48,1	1009,1	5,3
11	7,4	48,2	1003,5	5,5
12	7,5	50,5	889,3	5,5
13	7,7	49,8	1151,8	5,1
14	7,4	47,4	1041,0	4,7
15	7,2	47,5	658,6	4,4
16	7,9	50,4	962,4	5,4
17	7,8	44,7	774,9	5,5
18	7,8	39,2	1071,5	5,5
19	7,5	45,0	1038,0	5,2

1	2	3	4	5
20	7,4	48,1	419,2	5,3
21	7,4	49,6	1060,4	5,0
22	7,6	49,5	1145,2	5,5
23	7,3	48,9	838,1	5,0
Норма	-	<b>20,0</b>	<b>250,0</b>	-

Также для исследованных почв определено содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Cr, Pb) и мышьяка. Результаты анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах на территории Сквера Победы

Зона	Содержание элемента, мг/кг					
	Cu	Zn	Ni	Cr	As	Pb
1	2	3	4	5	6	7
1	16,9	90,9	23,9	0,006	<0,05	328,4
2	17,2	89,4	25,0	0,004	<0,05	346,2
3	14,8	83,0	19,3	0,005	<0,05	295,8
4	16,4	90,0	21,4	0,006	<0,05	312,5
5	11,7	88,1	22,9	0,005	<0,05	309,5
6	17,1	64,0	20,1	0,006	<0,05	143,4
7	13,9	87,5	20,8	0,005	<0,05	329,0
8	13,4	88,4	24,7	0,006	<0,05	337,4
9	16,5	90,5	18,5	0,005	<0,05	329,9
10	16,3	90,3	21,2	0,004	<0,05	266,3
11	17,0	72,8	16,2	0,005	<0,05	288,3
12	15,5	86,6	19,9	0,005	<0,05	340,0
13	15,9	89,8	23,8	0,001	<0,05	331,8
14	16,0	89,9	18,8	0,005	<0,05	304,4
15	14,4	85,3	21,0	0,005	<0,05	302,8

1	2	3	4	5	6	7
16	16,8	82,1	21,0	0,001	<0,05	180,9
17	16,9	90,2	18,1	0,005	<0,05	97,5
18	31,4	84,1	22,4	0,006	<0,05	299,5
19	13,7	84,7	24,6	0,005	<0,05	319,0
20	16,1	88,0	20,3	0,001	<0,05	308,7
21	17,0	90,2	19,8	0,005	<0,05	333,2
22	17,1	87,6	22,1	0,006	<0,05	320,4
23	15,9	87,2	24,6	0,006	<0,05	322,9
ПДК	<b>55,0</b>	<b>100,0</b>	<b>80,0</b>	<b>2,0</b>	<b>6,0</b>	<b>30,0</b>

Анализ полученных результатов показал, что по значению водородного показателя исследованные почвы относятся к нейтральным и слабощелочным. С времени внесения на территорию Сквера слабощелочных карбонатных почв под влиянием продуктов разложения, а также гумификации произошло смещение рН к значениям, близким к нейтральным.

Отмечается высокая обеспеченность исследованных почв нитратным азотом и очень высокая обеспеченность фосфором. С одной стороны, данные элементы питания обеспечивают плодородие почв. В то же время, столь высокое накопление фосфора может тормозить процессы усвоения растениями азота и ряда катионов, необходимых для нормального роста и развития растений.

По содержанию углерода почвенного гумуса исследованные почвы могут быть отнесены к среднегумусным, что снижает показатели их плодородия.

Содержание тяжелых металлов в почвах не превышает ПДК и является допустимым. Исключение составляет свинец, концентрации которого по всей территории Сквера превышают ПДК в 3,5–11,5 раз. Такое превышение может являться результатом отдаленного антропогенного

воздействия. Так, до 2000 г соединения свинца выступали в качестве приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, поступая в него с выбросами автотранспорта. В настоящее время свинецсодержащие антидетонирующие присадки к бензину запрещены для использования, и соединения свинца не рассматриваются в качестве приоритетных загрязнителей среды. Но длительное персистирование свинца привело к локальным загрязнениям, в том числе, почвенной системы, как основного аккумулятора тяжелых металлов, сохраняющимся до настоящего времени после отдаленного воздействия. Избыток свинца в почвах может привести к его поступлению в растительную систему, вызывая ингибирование процессов дыхания и фотосинтеза, в результате чего может происходить угнетение растительной системы и снижение ее вклада в очистку атмосферного воздуха.

Кроме того, для исследованных почв отмечается высокое содержание цинка (для большинства зон значения приближаются к ПДК), выступающего в качестве приоритетного загрязнителя экосистем на территории Челябинска.

### 3.2 Текущее состояние древесной растительности на территории Сквера Победы

Для оценки текущего состояния растительности Сквера был выбран анализ древесной растительности.

Данные о сводной оценке жизненного состояния деревьев в зоне № 1 представлены в таблице 4.

В первой зоне произрастает 11 деревьев, из которых 4 дерева первой категории, 6 деревьев второй категории и 1 дерево третьей категории. Расчет индекса состояния:

$$\text{ИС} = \frac{(100 \times 4 + 70 \times 6 + 40 \times 1)}{11} = 78,2$$

Рассчитанное значение индекса состояния позволяет сделать вывод о том, что деревья, произрастающие в первой зоне, являются ослабленными.

Таблица 4 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне № 1 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	7	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	19	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	21	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	21	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	14	Разреженная	Нет	2
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	20	Разреженная	Нет	2
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	21	Разреженная	Нет	2
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	22	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	113	17	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	75	8	разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	98	15	Сильно разреженная	Есть	3

Данные оценки жизненного состояния деревьев в зоне № 2 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №2 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	87	20	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	109	16	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	77	19	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	73	20	Разреженная	Нет	2

1	2	3	4	5	6
Липа американская, Tilia americana	81	18	Сильно разреженная	Есть	3
Ель голубая, Picea pungens	---	22	Густая	Нет	1
Липа американская, Tilia americana	95	17	Сильно разреженная	Есть	3

Во второй зоне 7 деревьев, из которых 2 дерева первой категории, 3 – второй категории и 2 – третьей категории. Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 2 + 70 \times 3 + 40 \times 2)}{7} = 70$$

По рассчитанному значению деревья, произрастающие во второй зоне, также являются ослабленными.

Данные о текущей оценке жизненного состояния деревьев в зоне № 3 представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №3 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Ель голубая, Picea pungens	---	26	Густая	Нет	1
Ель голубая, Picea pungens	---	25	Разреженная	Нет	2
Липа американская, Tilia americana	107	20,5	Густая	Нет	1
Липа американская, Tilia americana	77	18	Разреженная	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	74	20	Разреженная	Нет	2
Липа американская, Tilia americana	85	19	Сильно разреженная	Есть	3

В третьей зоне произрастает 6 деревьев, из которых 2 дерева первой категории, 3 дерева второй категории и 1 дерево третьей категории.

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 2 + 70 \times 3 + 40 \times 1)}{6} = 75$$

По данному индексу состояния, деревья, произрастающие в третьей зоне, являются ослабленными.

В четвертой зоне произрастает 7 деревьев, из которых 6 деревьев второй категории и 1 дерево третьей категории (таблица 7).

Таблица 7 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №4 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, м	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	79	16	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	80	15	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	92	14	Разреженная	Нет	2
Вяз приземистый, <i>Ulmus pumila</i>	211	18	Разреженная	Есть	2
Тополь осинообразный, <i>Populus tremuloides</i>	160	14	Разреженная	Есть	2
Тополь осинообразный, <i>Populus tremuloides</i>	63	6	Разреженная	Есть	2
Тополь осинообразный, <i>Populus tremuloides</i>	61	6	Сильно разреженная	Есть	3

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(70 \times 6 + 40 \times 1)}{7} = 65,7$$

По данному индексу состояния, деревья, произрастающие в четвертой зоне, являются поврежденными.

Данные о текущей оценке жизненного состояния деревьев в зоне № 5 представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №5 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	8	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	8	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	7	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	32	6	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	29	7	Сильно разреженная	Есть	3



Из общего количества деревьев пятой зоны 3 дерева относятся к первой категории, 1 дерево второй категории и 1 дерево третьей категории.

Расчет индекса состояния:

$$\text{ИС} = \frac{(100 \times 3 + 70 \times 1 + 40 \times 1)}{5} = 82$$

По рассчитанному значению деревья, произрастающие в пятой зоне, являются здоровыми с признаками ослабления.

В шестой зоне всего 7 деревьев, из которых 3 дерева относятся к первой категории и 4 дерева второй категории (таблица 9).

Расчет индекса состояния:

$$\text{ИС} = \frac{(100 \times 3 + 70 \times 4)}{7} = 82,8$$

По данному индексу состояния, деревья, произрастающие в шестой зоне, являются здоровыми с признаками ослабления.

Таблица 9 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №6 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	92	15	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	83	14	Разреженная	Нет	2
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	17	Густая	Есть	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	18	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	16	Разреженная	Нет	2
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	19	Разреженная	Нет	2
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	20	Разреженная	Есть	2

Данные оценки жизненного состояния деревьев в зоне № 7 представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №7 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	97	15	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	76	16	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	75	14	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	71	14	Разреженная	Нет	2
Орех серый, <i>Juglans cinerea</i>	51	14	Разреженная	Нет	2
Орех серый, <i>Juglans cinerea</i>	49	13	Сильно Разреженная	Есть	3
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	24	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	21	Густая	Нет	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	---	23	Разреженная	Нет	2

В седьмой зоне произрастает 9 деревьев, из которых 3 – первой категории, 5 – второй и 1 – третьей категории. Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 3 + 70 \times 5 + 40 \times 1)}{9} = 76,7$$

По данному индексу состояния, деревья, произрастающие в седьмой зоне, являются ослабленными.

В восьмой зоне отмечено 13 деревьев, из которых 3 – первой категории, 6 – второй категории и 4 дерева третьей категории (таблица 11).

Таблица 11 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №8 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Тополь осинообразный, <i>Populus tremuloides</i>	82	14	Сильно разреженная	Есть	3
Тополь осинообразный, <i>Populus tremuloides</i>	85	14	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	25	6	Сильно разреженная	Есть	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	24	6	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	39	10	Разреженная	Есть	2

1	2	3	4	5	6
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	70	13	Сильно разреженная	Есть	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	53	14	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	70	14	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	87	14	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	75	14	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	78	14	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	74	15	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	73	15	Сильно разреженная	Нет	3

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 3 + 70 \times 6 + 40 \times 4)}{13} = 67,7$$

По данному индексу состояния, деревья, произрастающие в восьмой зоне, являются поврежденными.

Данные оценки жизненного состояния деревьев в зоне № 9 представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №9 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
Рябина обыкновенная, <i>Sorbus aucuparia</i>	93	13	Разреженная	Есть	2
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	49	14	Густая	нет	1
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	95	17	Сильно разреженная	Есть	3
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	132	15	Сильно разреженная	нет	3
Клен остролистный, <i>Acer platanoides</i>	45	13	Разреженная	нет	2

1	2	3	4	5	6
Липа американская, Tilia americana	65	15	Густая	нет	1
Липа американская, Tilia americana	60	15	Разреженная	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	80	16	Разреженная	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	86	15	Сильно разреженная	Есть	3
Вяз приземистый, Ulmus pumila	138	19	Разреженная	Есть	2

В девятой зоне всего произрастает 10 деревьев, из которых 2 дерева первой категории, 5 деревьев второй категории и 3 дерева третьей категории.

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 2 + 70 \times 5 + 40 \times 3)}{10} = 67$$

По данному индексу состояния, деревья, произрастающие в девятой зоне, являются поврежденными.

Оценка состояния деревьев в десятой зоне приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №10 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
Липа американская, Tilia americana	84	17	Густая	Есть	1
Липа американская, Tilia americana	75	15	Густая	Есть	1
Липа американская, Tilia americana	80	19	Густая	Есть	1
Липа американская, Tilia americana	97	17	Разреженная	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	81	19	Разреженная	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	82	19	Разреженная	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	76	18	Разреженная	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	70	15	Разреженная	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	69	15	Разреженная	Есть	2

1	2	3	4	5	6
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	70	16	Разреженная	нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	79	17	Сильно разреженная	нет	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	69	16	Сильно разреженная	Есть	3
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	82	18	Густая	Нет	1
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	63	13	Разреженная	Есть	2
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	168	19	Сильно разреженная	Есть	3
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	63	13	Сильно разреженная	Нет	3
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	49	12	Сильно разреженная	Нет	3
Рябина обыкновенная, <i>Sorbus aucuparia</i>	83	11	Разреженная	Нет	2
Рябина обыкновенная, <i>Sorbus aucuparia</i>	68	16	Разреженная	Есть	2
Рябина обыкновенная, <i>Sorbus aucuparia</i>	85	9	Сильно разреженная	Нет	3
Ива ломкая, <i>Salix fragilis</i>	181	18	Густая	Есть	1
Ива ломкая, <i>Salix fragilis</i>	102	17	Разреженная	Есть	2
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	-	2	Густая	Есть	1
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>	-	2	Густая	Есть	1

В десятой зоне всего 23 дерева, из которых 6 деревьев первой категории, 11 деревьев второй категории и 6 деревьев третьей категории.

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 6 + 70 \times 11 + 40 \times 6)}{23} = 70$$

По данному индексу состояния, деревья, произрастающие в десятой зоне, являются ослабленными.

В таблице 14 представлены данные о состоянии древесной растительности в одиннадцатой зоне.

В данной зоне произрастает 17 деревьев, из которых 3 дерева первой категории, 7 деревьев второй категории и 7 деревьев третьей категории.

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 3 + 70 \times 7 + 40 \times 7)}{17} = 62,9$$

По данному значению индекса состояния деревья, произрастающие в одиннадцатой зоне, являются поврежденными.

Таблица 14 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №11 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	85	15	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	86	12	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	100	16	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	68	14	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	22	3	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	35	5	Сильно разреженная	Есть	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	105	16	Сильно разреженная	Есть	3
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	89	15	Густая	Есть	1
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	105	13	Разреженная	Есть	2
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	85	14	Сильно разреженная	Есть	3

1	2	3	4	5	6
Ясень пенсильванский, Fraxinus pennsylvanica	85	15	Сильно разреженная	Есть	3
Ясень пенсильванский, Fraxinus pennsylvanica	92	16	Сильно разреженная	Нет	3
Рябина обыкновенная, Sorbus aucuparia	101	16	Разреженная	Нет	2
Рябина обыкновенная, Sorbus aucuparia	73	14	Разреженная	Нет	2
Рябина обыкновенная, Sorbus aucuparia	94	14	Сильно разреженная	Нет	3
Ива ломкая, «Salix fragilis»	63	4	Сильно разреженная	Есть	3
Ель голубая, Picea pungens	54	4	Разреженная	Есть	2

В двенадцатой зоне всего 18 деревьев, из которых 5 деревьев первой категории, 6 деревьев второй категории и 7 деревьев третьей категории (таблица 15).

Таблица 15 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне № 12 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
Ясень пенсильванский, «Fraxinus pennsylvanica»	77	14	Разряженная	Есть	2
Ясень пенсильванский, «Fraxinus pennsylvanica»	77	14	Разряженная	Есть	2
Ясень пенсильванский, Fraxinus pennsylvanica	77	14	Сильно разряженная	Есть	3
Липа американская, Tilia americana	52	14	Густая	Нет	1
Липа американская, «Tilia americana»	69	16	Густая	Есть	1

1	2	3	4	5	6
Липа американская, Tilia americana	83	18	Густая	Есть	1
Липа американская, Tilia americana	87	17	Густая	Есть	1
Липа американская, Tilia americana	83	19	Разряженна я	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	69	16	Разряженна я	Есть	2
Липа американская, Tilia americana	84	18	Сильно разряженная	Нет	3
Липа американская, Tilia americana	86	17	Сильно разряженная	Есть	3
Липа американская, Tilia americana	65	17	Сильно разряженная	Есть	3
Вяз приземистый, Ulmus pumila	192	19	Разряженна я	Есть	2
Вяз приземистый, Ulmus pumila	177	17	Разряженна я	Нет	2
Клен ясенелистный, Acer negundo	72	15	Разряженна я	Есть	2
Тополь дельтовидный, Populus deltoides	58	13	Густая	Нет	1
Тополь дельтовидный, Populus deltoides	90	16	Сильно разряженная	Нет	3
Тополь дельтовидный, Populus deltoides	155	18	Сильно разряженная	Есть	3
Дуб крупноплодный, Quercus macrocarpa	142	17	Сильно разряженная	Нет	3

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 5 + 70 \times 6 + 40 \times 7)}{18} = 66,7$$

По данному индексу состояния, деревья, произрастающие в двенадцатой зоне, являются поврежденными.

В зоне 13 обнаружено 9 деревьев (таблица 16).

В тринадцатой зоне всего 9 деревьев, из которых 3 дерева первой категории, 4 дерева второй категории и 2 дерева третьей категории. Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 3 + 70 \times 4 + 40 \times 2)}{9} = 73,3$$



По данному индексу состояния дерева, произрастающие в тринадцатой зоне, являются ослабленными.

Таблица 16 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №13 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	69	15	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	71	18	Разряженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	87	17	Разряженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	79	16	Сильно разряженная	Есть	3
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	51	15	Разряженная	Есть	2
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	46	15	Разряженная	Нет	2
Ель голубая, <i>Picea pungens</i>		4	Густая	Нет	1
Дуб пушистый, <i>Quercus pubescens</i>	101	14	Сильно разряженная	Есть	3

В четырнадцатой зоне всего 8 деревьев, из которых 3 дерева первой категории, 3 дерева второй категории и 2 дерева третьей категории (таблица 17).

Таблица 17 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №14 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Ива плакучая, <i>Salix babylonica</i>	108	13	Сильно разреженная	Есть	3
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	67	15	Разреженная	Нет	2
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	61	15	Густая	Нет	1
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	77	16	Густая	Нет	1

1	2	3	4	5	6
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	57	12	Густая	Есть	1
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	59	16	Разреженная	Есть	2
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	74	16	Разреженная	Нет	2
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	161	18	Сильно разреженная	Есть	3

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 3 + 70 \times 3 + 40 \times 2)}{8} = 73,7$$

По рассчитанному значению индекса состояния дерева, произрастающие в четырнадцатой зоне, являются ослабленными.

В пятнадцатой зоне 17 деревьев, из которых 7 деревьев первой категории, 6 деревьев второй категории и 4 дерева третьей категории (таблица 18).

Таблица 18 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №15 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
Береза черная, <i>Betula nigra</i>	42	4	Разреженная	Нет	2
Береза черная, <i>Betula nigra</i>	119	8	Сильно разреженная	Есть	3
Тополь дельтовидный, <i>Populus deltoides</i>	100	15	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	88	13	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	73	14	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	62	15	Густая	Есть	1

1	2	3	4	5	6
Липа американская, Tilia americana	86	14	Густая	Есть	1
Липа американская, Tilia americana	81	14	Разреженная	Нет	2
Липа американская, Tilia americana	84	14	Разреженная	Нет	2
Липа американская, Tilia americana	77	15	Разреженная	Нет	2
Липа американская, Tilia americana	82	15	Сильно разреженная	Нет	3
Вяз приземистый, Ulmus pumila	123	15	Густая	Есть	1
Вяз приземистый, Ulmus pumila	62	14	Густая	Нет	1
Вяз приземистый, Ulmus pumila	53	14	Разреженная	Нет	2
Вяз приземистый, Ulmus pumila	61	11	Разреженная	Нет	2
Вяз приземистый, Ulmus pumila	149	16	Сильно разреженная	Есть	3
Вяз приземистый, Ulmus pumila	78	12	Сильно разреженная	Нет	3

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 7 + 70 \times 6 + 40 \times 4)}{17} = 75,3$$

По данному индексу состояния деревья, произрастающие в пятнадцатой зоне, являются ослабленными.

В шестнадцатой зоне всего 18 деревьев, из которых 7 деревьев первой категории, 8 деревьев второй категории и 2 дерева третьей категории (таблица 19). Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 7 + 70 \times 8 + 40 \times 2)}{18} = 74,5$$

По данному индексу состояния деревья, произрастающие в шестнадцатой зоне, являются ослабленными.

Таблица 19 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №16 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
1	2	3	4	5	6
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	75	13	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	75	15	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	91	16	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	92	15	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	74	16	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	73	12	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	76	15	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	82	15	Сильно разреженная	Есть	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	83	16	Сильно разреженная	Нет	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	61	13	Сильно разреженная	Есть	3
Вяз приземистый, <i>Ulmus pumila</i>	140	15	Густая	Нет	1
Вяз приземистый, <i>Ulmus pumila</i>	72	15	Густая	Нет	1
Вяз приземистый, <i>Ulmus pumila</i>	54	14	Густая	Нет	1
Вяз приземистый, <i>Ulmus pumila</i>	57	11	Разреженная	Нет	2
Вяз приземистый, « <i>Ulmus pumila</i> »	125	19	Разреженная	Нет	2
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	112	15	Густая	Нет	1
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	81	9	Разреженная	Есть	2
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	98	14	Разреженная	Есть	2

В семнадцатой зоне 16 деревьев, из которых 9 – первой категории, 5 – второй и 2 – третьей (таблица 20).

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 9 + 70 \times 5 + 40 \times 4)}{16} = 83,1$$

По данному индексу состояния деревья, произрастающие в семнадцатой зоне, являются здоровыми с признаками ослабления.

Таблица 20 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №17 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	67	19	Густая	Нет	1
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	86	18	Густая	Нет	1
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	123	17	Густая	Есть	1
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	75	19	Разреженная	Нет	2
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i> »	80	17	Разреженная	Есть	2
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	69	13	Разреженная	Нет	2
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	56	14	Сильно разреженная	Нет	3
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	91	15	Густая	Есть	1
Ива черная, <i>Salix nigra</i>	97	17	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	83	17	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	58	17	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	85	16	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	66	16	Густая	Есть	1
Липа американская <i>Tilia americana</i>	54	18	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	60	16	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	87	17	Сильно разреженная	Есть	3

В восемнадцатой зоне всего 14 деревьев, из которых 7 деревьев первой категории, 4 дерева второй категории и 3 дерева третьей категории (таблица 21). Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 7 + 70 \times 4 + 40 \times 3)}{14} = 78,6$$

По рассчитанному индексу состояния дерева, произрастающие в восемнадцатой зоне, являются ослабленными.

Таблица 21 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №18 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	52	14	Густая	Нет	1
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	54	14	Густая	Нет	1
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	63	9	Разреженная	Нет	2
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	56	15	Сильно разреженная	Нет	3
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	113	16	Сильно разреженная	Есть	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	70	15	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	75	8	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	53	11	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	72	17	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	91	16	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	61	14	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	57	14	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	69	14	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	74	16	Сильно разреженная	Нет	3

В девятнадцатой зоне 14 деревьев, из которых 8 – первой категории, 4 – второй категории и 2 – третьей категории (таблица 22).

Таблица 22 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №19 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	85	13	Густая	Есть	1
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	21	4	Густая	Нет	1
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	83	13	Густая	Есть	1
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	176	18	Густая	Есть	1
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	115	16	Густая	Есть	1
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	232	20	Разреженная	Нет	2
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	95	14	Сильно разреженная	Есть	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	88	11	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	70	13	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	86	15	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	81	7	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	88	14	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	99	17	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	87	14	Сильно разреженная	Есть	3

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 8 + 70 \times 4 + 40 \times 2)}{14} = 82,9$$

По данному индексу состояния деревья, произрастающие в девятнадцатой зоне, являются здоровыми с признаками ослабления.

В двадцатой зоне всего 9 деревьев, из которых 4 дерева первой категории и 5 деревьев второй категории (таблица 23).

Таблица 23 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №20 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	58	13	Разреженная	Нет	2
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	64	14	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	81	17	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	65	17	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	83	15	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	91	14	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	73	14	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	66	13	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	89	16	Разреженная	Нет	2

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 4 + 70 \times 5)}{9} = 83,3$$

По данному значению индекса состояния деревья, произрастающие в двадцатой зоне, являются здоровыми с признаками ослабления.

Данные о текущей оценке жизненного состояния деревьев в зоне № 21 представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №21 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	131	15	Сильно разреженная	Есть	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	80	11	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	85	12	Разреженная	Нет	2
Яблоня ягодная, <i>Malus baccata</i>	82	4	Разреженная	Есть	2
Яблоня ягодная, <i>Malus baccata</i>	36	3	Сильно разреженная	Есть	3



В двадцать первой зоне всего 5 деревьев, из которых 3 дерева второй категории и 2 дерева третьей категории (таблица 24).

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(70 \times 3 + 40 \times 2)}{5N} = 58$$

По данному индексу состояния деревья, произрастающие в двадцать первой зоне, являются поврежденными.

В двадцать второй зоне произрастало 13 деревьев, из которых 5 деревьев первой категории, 5 деревьев второй категории и 3 дерева третьей категории (таблица 25).

Таблица 25 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №22 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	89	16	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	87	15	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	73	15	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	74	15	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	83	15	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	82	15	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	75	14	Разреженная	Есть	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	81	15	Сильно разреженная	Нет	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	67	13	Сильно разреженная	Есть	3
Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	69	14	Сильно разреженная	Нет	3
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	132	17	Густая	Есть	1
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	89	18	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	74	15	Разреженная	Есть	2

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 5 + 70 \times 5 + 40 \times 3)}{13} = 74,6$$

По данному индексу состояния деревья, произрастающие в двадцать второй зоне, являются ослабленными.

В таблице 26 приведены результаты наблюдений для двадцать третьей зоны Сквера Победы.

Таблица 26 – Оценка жизненного состояния деревьев, произрастающих в зоне №23 Сквера Победы

Вид	Ширина ствола, см	Высота, м	Характер кроны	Стволовые повреждения	Категория состояния
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	112	15	Сильно разреженная	Нет	3
Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i>	112	15	Сильно разреженная	Есть	3
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	68	19	Густая	Есть	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	61	17	Густая	Нет	1
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	73	15	Разреженная	Нет	2
Липа американская, <i>Tilia americana</i>	60	18	Сильно разреженная	Есть	3
Вяз приземистый, <i>Ulmus pumila</i>	102	10	Густая	Есть	1
Вяз приземистый, <i>Ulmus pumila</i>	162	19	Разреженная	Есть	2

В двадцать третьей зоне всего 8 деревьев, из которых 3 дерева первой категории, 3 дерева второй категории и 2 дерева третьей категории.

Расчет индекса состояния:

$$ИС = \frac{(100 \times 3 + 70 \times 3 + 40 \times 2)}{8} = 73,8$$

По данному индексу состояния деревья, произрастающие в двадцать третьей зоне, являются поврежденными.

Исходя из полученных данных, можно отметить, что текущее состояние древесной растительности на территории Сквера Победы является неудовлетворительным. Среднее значение показателя жизненного состояния деревьев в Сквере составляет 73,7, что соответствует поврежденному состоянию. Кроме того, большая часть деревьев имеют

стволовые повреждения (обдир коры, спиленные сучки и срубы). Текущее состояние деревьев в каждой зоне представлено на рисунке 4.

На карте можно увидеть, что зон с полностью здоровыми деревьями нет. Кроме того, более 70 % деревьев являются ослабленными и поврежденными. Это свидетельствует о постепенном угнетении всех видов растительности. Причинами угнетения растительности может являться текущее состояние почв на территории Сквера и загрязнение от антропогенных источников.



Рисунок 4 – Карта текущего состояния деревьев в Сквере Победы

Анализируя установленный в ходе работы качественный и количественный состав древесной растительности на исследованной территории можно отметить, что среди 17 обнаруженных видов доминирует Липа американская, количество экземпляров которой составляет более 50 % от общего числа, м экземпляры которой встречаются на всех исследованных участках (кроме зоны №14). В то же время, только 35 % экземпляров этого вида относятся к 1 категории древесных растений (здоровые без признаков ослабления). 45,5 %

экземпляров относятся к категории 2 (ослабленные), а 19,5 % принадлежат к 3 категории (сильно ослабленные).

Среди почвенных условий для нормального выращивания Липы американской выделяют рыхлые почвы со слабокислой или нейтральной реакцией среды, обогащение азотом, фосфором и калием, высокое содержание почвенного гумуса. Возможно, на ослабление растений в данном случае повлиял слабощелочной характер почвенной среды и недостаточная степень гумификации почв. Кроме того, известно, что липы одними из первых поражаются атмосферными загрязнениями.

Вторым по численности на исследуемой территории выступает Ясень пенсильванский, доля экземпляров которого в общей численности составляет 12 %. Из обнаруженных экземпляров только 28 % являются здоровыми, а почти 44 % являются сильно ослабленными. При этом, требования к почвенным условиям для этого вида совпадают с необходимыми для Липы американской. В то же время, для этого вида не описывается негативного воздействия атмосферных загрязнений, и данный вид достаточно популярен в озеленении промышленных территорий. Кроме того, известно, что в настоящее время данный вид стремятся исключить из перечня растений, рекомендуемых к озеленению и на лесополосах, что связано с распространением на нем Златки узкотелой, приводящей к деградации как самого ясеня, так и других видов растений.

Третьим по численности видом (9,8 %) на исследованной территории является Ель голубая, которая по сравнению с другими видами чувствует себя на данной территории достаточно комфортно. Так, 61,5 % обнаруженных экземпляров относится к 1 категории, а оставшиеся 38,5 % характеризуются как ослабленные. Важнейшим условием для нормального роста и развития этого вида является рН среды, при этом указывается, что Ель голубая предпочитает слабокислые почвы, но достаточно хорошо произрастает на почвах с рН до 7,5. Кроме того, не отмечается чувствительности этого вида к гумусному состоянию почв, а идеальной

является смесь песчаного суглинка с перегноем. Также не отмечается сильного угнетающего влияния на рост и развитие Ели голубой атмосферных загрязнений.

Четвертое место по численности (по 6,8 %) делят между собой виды Вяз приземистый и Клен ясенелистный. Второй вид можно считать в данном случае преобладающим, так как на данной территории (хотя всего в одном экземпляре) произрастает еще один родственный вид – Клен остролистный. Кроме того, если у Вяза здоровые экземпляры составляют 33 %, то для Кленов этап величина составляет 42 %. В то же время, для Вяза доля сильно ослабленных экземпляров составляет 11 %, в то время, как для Кленов она достигает 15,5 %.

Требования к почвам для выращивания Вязов и Кленов совпадают с другими выше описанными видами растений, но эти виды очень чувствительны к дренажу почв, что и могло негативно сказаться на условиях произрастания растений. Между тем, Вязы являются видами, устойчивыми к промышленным загрязнениям атмосферного воздуха. Клены же являются достаточно чувствительными видами по отношению к выбросам автотранспорта, что могло вызвать появление большего числа сильно ослабленных экземпляров.

На пятом месте (6,4 %) на исследуемых территориях находятся два вида Тополя: Тополь осинообразный и Тополь дельтовидный (отношение числа экземпляров 5 : 12). При этом, в здоровом состоянии находятся только экземпляры вида Тополь дельтовидный (29,5 % от общего числа экземпляров Тополей). Такое же количество экземпляров (совместно обоих видов) находится в сильно ослабленном состоянии. Важными требованиями к почвам при выращивании тополей являются сочетание торфа, песка и дернины, и хороший дренаж почв. Нарушение этих условий на данной территории могло привести к появлению большого числа экземпляров в состоянии ослабленных и сильно ослабленных.

Заключительным среди преобладающих видов (2,5 %) является Рябина обыкновенная. Для этого вида не отмечено ни одного экземпляра, находящегося в здоровом состоянии, но большая часть (71,5 %) находятся в ослабленном состоянии. Возможной причиной угнетения в данном случае может являться величина рН почв: оптимальные значения при выращивании Рябины составляют 5,5–6,5, что не характерно для исследуемых территорий.

Остальные виды, отмечаемые на исследуемой территории, встречаются фрагментарно, и не вносят существенный вклад в её озеленение. Кроме того, почти 54 % этих видов находятся в сильно ослабленном состоянии.

Таким образом, большинство доминирующих на исследуемой территории видов растений характеризуются очень близкими требованиями к почвенным условиям, необходимым для их выращивания. Для оптимизации озеленения территория Сквера Победы нуждается в незначительной нейтрализации почв до среды, близкой к нейтральной или слабокислой, что может быть достигнуто внесением торфа. Также для этих целей может быть использован гипс, но на данной территории этот метод нельзя считать рациональным: высаживаемые растения нуждаются в хорошем дренаже почв, а внесение гипса может привести к загипсованности и снижению влаго- и воздухопроницаемости и без того достаточно уплотненных почв. Внесение же торфа позволит одновременно повысить содержание почвенного гумуса, что также является важным условием для произрастания описанных видов растений.

Также почва на исследуемой территории нуждается во внесении гуминовых веществ, не только в виде торфа, но и в виде перегноя. Это позволит как регулировать кислотность почв до нужного уровня, так и предотвращать выщелачивание и миграцию подвижных форм фосфора, что позволит снизить возможное негативное влияние переизбытка этого элемента в почвах на развитие растений.

Обязательным условием является создание дренажных систем для обеспечения нормального режима увлажнения и аэрации данных почв, характеризующихся повышенным уплотнением.

#### Выводы по третьей главе

Результаты химического анализа почв территории Сквера Победы показали, что исследуемые почвы относятся к слабощелочным, характеризующимся достаточно высоким содержанием доступных форм нитратного азота, но переизбытком фосфора, а также недостаточным (средним) содержанием почвенного гумуса, что может играть негативную роль в развитии произрастающих на почве растений. Кроме того, почвы характеризуются высокой степенью уплотнения, что также негативно сказывается на развитии растительной системы.

Для исследованных почв отмечено превышение ПДК по свинцу в 3,5–11,5 раз, что может являться следствием отдаленного воздействия развитой на территории Metallургического района транспортной системы. Также в числе приоритетных загрязнителей – тяжелых металлов, можно выделить цинк, содержание которого в почвах приближено к значениям ПДК. Высокое содержание этих металлов может оказывать негативное влияние на развитие растительной системы.

Среди видов древесных растений, доминирующих на исследуемой территории, можно выделить Липу американскую, Ясень пенсильванский, Ель голубую, Вяз приземистый, Клен ясенелистный, Тополь осинообразный и Тополь дельтовидный. Только 35 % исследованных экземпляров древесных растений относятся к 1 категории (здоровые без признаков ослабления). 42 % экземпляров относятся к категории 2 (ослабленные), а 23 % принадлежат к 3 категории (сильно ослабленные).

Картографический анализа показал, что на исследуемой территории отсутствуют зоны с полностью здоровыми деревьями, а расчет индексов состояния демонстрирует неудовлетворительное текущее состояние

древесной растительности на территории Сквера Победы. Среднее значение показателя жизненного состояния деревьев в Сквере составляет 73,7, что соответствует поврежденному состоянию.

Все доминирующие древесные растения характеризуются близкими требованиями к химическому составу почв, необходимому для их нормального роста и развития. Анализ состояния почв демонстрирует отклонения химического состава почв от требуемых условий, что требует проведения мероприятий на обеспечение условий для повышения качества почв. Эффективным методом улучшения качества может выступать внесение в почву торфа и навоза, а также дренаж почв, что позволит создать оптимальные условия аэрации и водного режима, повысит содержание почвенного гумуса, устранить активность избыточного фосфора, а также понизить миграционную способность тяжелых металлов.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной работы проведен анализ источников информации, связанных с подходами к озеленению городских территорий, видами озеленения, требованиям, предъявляемым к зеленым зонам различного назначения, а также функциональной структуре этих зон. Проведен анализ источников антропогенного воздействия на территорию Сквера Победы, расположенного в Metallургическом районе г. Челябинска, выделены приоритетные загрязнители, образующиеся при действии производственных объектов, оказывающих свое влияние на изучаемую территорию.

Проведен отбор проб почв на территории Сквера Победы и выполнен химический анализ отдельных химических показателей (рН, содержание нитратного азота, фосфора и углерода почвенного гумуса), определено количественное содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Cr, Pb) и мышьяка.

Определен видовой состав и число экземпляров каждого вида, произрастающих на исследуемой территории, выделены доминирующие виды, оценено жизненное состояние деревьев и рассчитан индекс состояния.

На основе проведенных исследований можно сделать ряд выводов:

1. Озеленение городских территорий представляет собой сложную многокомпонентную и многофункциональную систему, в обеспечении нормального функционирования которой необходим учет как функционального назначения, так и условий, обеспечивающих оптимальный рост и развитие растений. Важнейшими факторами при учёте видового состава растений, используемых для озеленения, являются состояние почвенной системы, а также виды и степень антропогенной нагрузки на территорию озеленения.

2. Анализ розы ветров показал, что преобладание на территории Челябинска юго-западных и северо-западных ветров снижает воздействия на территорию Metallургического района от других административных образований. Основными источниками антропогенного воздействия на территорию Сквера Победы выступают выбросы х предприятий, расположенных на территории района (ЧМК и Мечел-Кокс) и развитая транспортная сфера. Атмосферный перенос может приводить к закислению почв и к поступлению в них тяжелых металлов, что может вызывать деградацию, угнетение роста и развития растений.

3. Анализ древесных растений, произрастающих на исследуемой территории, показал, что доминирующими видами являются Липа американская, Ясень пенсильванский, Ель голубая, Вяз приземистый, Клен ясенелистный, Тополь осинообразный и Тополь дельтовидный. 65 % исследованных экземпляров относятся к категории ослабленных и сильно ослабленных. Картографический анализа показал, что на исследуемой территории отсутствуют зоны с полностью здоровыми деревьями, Расчет индексов состояния демонстрирует неудовлетворительное состояние древесной растительности, а среднее значение показателя жизненного состояния (73,7) соответствует поврежденному состоянию.

4. Исследуемые почвы относятся к слабощелочным, характеризуются высоким содержанием нитратного азота, переизбытком фосфора, средним содержанием гумуса, высокой степенью уплотнения, превышением ПДК по свинцу в 3,5–11,5 раз. Для оптимизации почвенного состояния рекомендуется внесение в почву торфа и навоза, а также дренаж почв, что позволит создать оптимальные условия аэрации и водного режима, повысит содержание почвенного гумуса, устранить активность избыточного фосфора, а также понизить миграционную способность тяжелых металлов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ахметьянова Ю. М. Роль зелёных насаждений в улучшении экологических условий в городской среде / Ю. М. Ахметьянова, Л. М. Камалетдинова, Р. Р. Байтурина. – Воронеж : ВГТУ, 2023. – С. 80–83.
2. Батейлова А. И. Экологические особенности городской среды : учеб. пособие // А. И. Батейлова. – Москва : Бибком, 2012. – 41 с. – ISBN 978-5-04-007576-8.
3. Боголюбов А. С. Оценка жизненного состояния леса : методическое пособие / А. С. Боголюбов, Ю. А. Буйволов, М. В. Кравченко. – Москва : Экосистема, 2000. – 12 с. – ISBN 5-900000-002-2.
4. Выбросы от автотранспорта в атмосферу Челябинска // Комерсант : [сайт]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6226053> (дата обращения 02.05.2025).
5. Выводы Росприроднадзора о превышении выбросов ЧМК // Комерсант : [сайт]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7040278> (дата обращения 26.04.2025).
6. Гакаев Р. А. Массивы зелёных насаждений урбанизированных территорий и их влияние на нормализацию окружающей среды / Р. А. Гакаев, Л. Л. Сатуева // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии. – Пенза, 2016. – С. 10–16.
7. Гераймова А. С. Озеленение как инструмент экологических решений / А. С. Гераймова // Партнерство инженеров : [сайт]. – URL: [http://zvt.abok.ru/articles/351/Ozelenenie\\_kak\\_instrument\\_ekEщёologicheskikh\\_reshenii](http://zvt.abok.ru/articles/351/Ozelenenie_kak_instrument_ekEщёologicheskikh_reshenii) (дата обращения 19.05.2025).

8. Гладкова О. В. Растения городских экосистем и загрязнение окружающей среды : учеб. пособие / О. В. Гладкова. – Москва : Изд-во SelfPub, 2021. – 13 с. – ISBN 978-5-6043132-2-0.

9. Григорьева Е. А. Экология городской среды : учеб. пособие / Е. А. Григорьева. – Минск : Высшая школа, 2016. – 77 с. — ISBN 978-985-06-2141-2.

10. Дегодь Е. Ю. Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду / Е. Ю. Дегодь, Е. В. Мальцева // КиберЛенинка : [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-avtomobilnogo-transporta-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения 27.04.2025).

11. Дорогова В. Б. Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм / В. Б. Дорогова, Н. А. Тараненко, О. А. Рычагова // КиберЛенинка : [сайт]. – 2010. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formaldegid-v-okruzhayuschey-srede-i-ego-vliyanie-na-organizm-obzor/viewer> (дата обращения 18.05.2025).

12. Ерховина Е. И. Озеленение населенных мест / Е. И. Ерховина // Архитектура и градостроительство : [сайт]. – URL: <http://townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000055/st021.shtml> (дата обращения 28.05.2025).

13. Ефимова Д. А. Садово-парковое и ландшафтное строительство / Д. А. Ефимова, Е. Н. Перельгина // Studfile : [сайт]. – Воронеж, 2008. – URL: <https://studfile.net/preview/9697898/page:9/> (дата обращения 11.04.2025).

14. Загрязнение атмосферы объектами автомобильного транспорта // Studizba : [сайт]. – URL: <https://studizba.com/lectures/jekologija/transportnaja-jekologija/25175-zagrjaznenie-atmosfery-obektami-avtomobilnogo-transporta.html> (дата обращения 28.05.2025).

15. Камалов Т. Г. Виды и особенности почв // ОрганикМикс : [сайт]. – URL: <https://organic-mix.ru/articles/kakie-byvayut-pochvy/?ysclid=marqfd6de1202347623> (дата обращения 24.04.2025).

16. Камерлохер В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания : учеб. пособие / В. А. Камерлохер. – Москва : Изд-во Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 167 с.
17. Козьмин С. Ф. Механизация работ в садово-парковом и ландшафтном строительстве / С. Ф. Козьмин. – Москва : Лань, 2022. – 29 с. – ISBN 978-5-507-48464-5.
18. Коренева Т. О. Зелёные зоны городской среды / Т. О. Коренева, Т. Б. Паничева // Молодой учёный, 2022. – №26. – С. 25–27.
19. Коржев М. П. Озеленение советских городов : учебное пособие / М. П. Коржев. – Москва, [б.и.], 1954. – 24с. – ISBN 5-7905-4523-8. 30.
20. Корягина Н. В. Благоустройство и озеленение населенных мест : учеб. пособие / Н. В. Корягина, А. Н. Поршакова. – Москва : Юрайт, 2024. – 117 с. – ISBN 978-5-534-13892-4.
21. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин. – Москва : Наука, 1974. – 125 с.
22. Кунина В. А. Изучение видового состава и состояния городской древесной растительности: 11.11.21 – Эколого-биологическая характеристика видов древесных растений в условиях городской среды : дис. ... канд. биол. наук : 11. 21. 11. /Кунина Виктория Алексеевна ; науч. рук. О. Г. Белоус ; ФИЦ СЦ РАН. – Ялта, 2021. – 10 с.
23. Лавров О. П. Ландшафтная архитектура и формирование комфортной городской среды / О. П. Лавров. – Москва, [б.и.], 2022. – 5 с. — ISBN: 978-5-4499-2040-9.
24. Лыкасов А. А. Обогащение руд цветных металлов : учеб. Пособие / А. А. Лыкасов, Г. М. Рысс, М. С. Павловская. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 26 с. – ISBN 5-138-0361-04.
25. Марченко Н. В. Металлургия тяжёлых цветных металлов / Н. В. Марченко, Е. П. Вершинина, Э. М. Гильдебрандт : ИПК СФУ. – Красноярск, [б.и.], 2009. – 18 с. – ISBN 978-5-7638-1713-3.

26. Метельникова Т. В. Озеленение и благоустройство различных территорий : учеб. пособие / Т. В. Метельникова. – Москва : Лань, 2024. – 18 с. – ISBN 978-5-507-48293-1.

27. Меркер В. В. Анализ и некоторые особенности культурной дендрофлоры Челябинской области // Экологическая политика в обеспечении устойчивого развития Челябинской области : материалы межрегион. науч.-практ. конф. – Челябинск : Челяб. гос. ун-т, 2005. – С. 259–261.

28. Мингалева Н. А. Жизненное состояние и биоповреждения листьев деревьев в зеленых насаждениях / Н. А. Мингалева // ScoolScience : [сайт]. – URL: <https://school-science.ru/3/1/32689> (дата обращения 03.04.2025).

29. Науменко С. Н. Воронежская государственная лесотехническая академия / С. Н. Науменко // StudFiles – Система озеленения города : [сайт]. – URL: <https://studfile.net/preview/2959382/page:4> (дата обращения 16.03.2025).

30. Обустройство парков // ТМ Скиф Про. – основные зоны и элементы : [сайт]. – URL: <https://xn--63-vlch8au.xn--p1ai/blog/staty/obustroistvo-parkov>. (дата обращения 07.04.2025).

31. О методических рекомендациях по оценке жизнеспособности деревьев и правилам их отбора и назначения к вырубке и пересадке: Постановление правительства Москвы № 822–ПП от 30 сентября 2003г. : утвержден постановлением Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. // Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы. – Москва – 2003. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/3647960> (дата обращения 14.05.2025).

32. Опасность накопления бенз(а)пирена в почве // Рамблер : [сайт]. – URL: <https://news.rambler.ru/ecology/45207289-v-chem-opasnost-nakopleniya-benz-a-pirena-v-rochve/> (дата обращения 18.05.2025).

33. Орлов Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – Москва : Высшая школа, 2002. – 14 с. – ISBN 5-06-004099-2.
34. Охрана окружающей среды в нефтепереработке : учеб. пособие / Р. И. Кузьмина, А. В. Кожахина, Ю. В. Иванова, П. В. Ливенцев. – Ростов : СГУ, 2007. – 30 с. – ISBN 5-292-03605-06.
35. Оценка воздействия ПАО «ЧМК» на окружающую среду // ЧМК – официальный сайт. – Челябинск. – 2022. – URL: <https://chelmk.ru/upload/iblock/9f5/fbvtdmba9oy2qx1giagr22bb5jci5xx9/STEP-0467-2022-0000ПР-ОВОС1.pdf> (дата обращения 24.04.2025).
36. Пилипко Е.Н. Методология исследований лесных Экосистем : метод. пособие / Е. Н. Пилипко. – Вологда : ИЦ ВГМХА, 2013. – 7 с.
37. Попова О. С. Древесные растения лесных, защитных и зеленых насаждений : учеб. пособие / О. С. Попова. – Москва : Лань, 2021. – 51 с. – ISBN 978-3-8484-1569-4.
38. Пыль черных металлов: источники, описание и состав, выбросы, очистка воздуха // Факел : [сайт]. – Самара. – URL: <https://fakel-f.ru/blog/15-02-22> (дата обращения 26.04.2025).
39. Региональный экологический стандарт Челябинской области // ЭкоСовет174 : сайт. – Челябинск. – URL: <https://ecosovet174.ru> (дата обращения 20.05.2025).
40. Самофалова И. А. Химический состав почв и почвообразующих пород : учеб. пособие / И. А. Самофалова. – Пермь : Изд-во: ФГОУ ВПО Пермская ГСХА 2009. – 130 с. – ISBN 978-5-94279-074-5.
41. Сагарьян М. А. Озеленение элементов экологического каркаса урбанизированных территорий / М. А. Сагарьян // КиберЛенинка : [сайт]. – 2024. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ozelenenie-elementov-ekologicheskogo-karkasa-urbanizirovannyh-territoriy> (дата обращения 28.05.25).

42. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: дата введения 2024-12-31 / Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации. – Изд. официальное. – Москва: Минздрав России, 2018. – 53 с.

43. Завершение экологического проекта на Мечел-Кокс // СоюзМаш : [сайт]. – Москва, 2017. – URL: <https://soyuzmash.ru/news/companies-news/mechel-koks-uspeshno-zavershil-realizatsiyu-krupnogo-ekologicheskogo-proekta/> (дата обращения 17.05.2025).

44. СП 475.1325800.2020. Правила градостроительного проектирования и благоустройства парков и скверов [утверждены Приказом Минстроя России от 22.01.2020 N 26/пр.] // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – Режим доступа: локальный; по договору. – обновляется ежедневно.

45. Сукачев В. Н. Руководство к исследованию типов лесов / В. Н. Сукачев. – Ленинград : Изд-во Огис, 1931 г. – 328 с.

46. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к минеральным удобрениям» : ТРЕАЭС 039/2016 : [принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 года N 150] // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – Режим доступа: локальный; по договору. – обновляется ежедневно.

47. Метод определения эффективности очистных устройств по взвешенным частицам PM2.5 и PM10, содержащимся в пылевых выбросах промышленных предприятий / Л. О. Штриплинг, В. В. Баженов, Ю. В. Калинин [и д.р.] // Омский научный вестник. – 2019. – №3. – С. 66–71.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Древесные растения, рекомендуемые для озеленения г. Челябинск

Таблица 1 – Перечень древесных растений, рекомендуемых для создания древесно-кустарниковых насаждений в Челябинске и Челябинской области

Название русскоязычное	Название научное	Жизненная форма	Использование в разных типах озеленения					
			рядовые посадки	аллея	группы, куртины	живые изгороди	Одиночные посадки	Модульное озеленение
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Абрикос сибирский	<i>Prúnus sibírica</i>	Д	+	+	+		+	
Абрикос маньчжурский	<i>Prunus mandshurica</i>	Д	+	+	+		+	
Черноплодная рябина	<i>Aronia melanocarpa</i>	К			+		+	
Бархат амурский	<i>Phellodendron amurense</i>	Д			+		+	
Береза повислая	<i>Betula pendula</i>	Д	+	+	+			
Боярышник кроваво- красный	<i>Crataegus sanguinea</i>	Д	+	+	+		+	
Боярышник полумягкий	<i>Crataegus submollis</i>	Д	+	+	+		+	
Боярышник Арнольда	<i>Crataegus arnoldiana</i>	Д	+	+	+		+	
Боярышник алтайский	<i>Crataegus altaica</i>	Д	+	+	+		+	
Боярышник Шарлаховый	<i>Crataegus coccinea</i>	Д	+	+	+		+	
Боярышник крупноколючковый	<i>Crataegus macracantha</i>	Д	+	+	+		+	
Боярышник Максимовича	<i>Crataegus maximowiczii</i>	Д	+	+	+		+	
Боярышник перистонадрезанный	<i>Crataegus pinnatifida</i>	К	+	+			+	
Вишня железистая	<i>Prunus glandulosa</i>	К			+			+
Вишня войлочная	<i>Prunus tomentosa</i>	К			+			+
Вяз гладкий	<i>Ulmus laevis</i>	Д	+	+				
Вяз шершавый	<i>Ulmus glabra</i>	Д	+	+				
Вяз приземистый	<i>Ulmus pumila</i>	Д				+	+	
Гортензия метельчатая	<i>Hydrangea paniculata</i>	К			+		+	+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Груша уссурийская	<i>Pyrus ussuriensis</i>	Л	+	+				
Дуб монгольский	<i>Quercus mongolica</i>	Д	+	+				
Дуб черешчатый	<i>Quercus robur</i>	Д	+	+	+			
Дерен белый	<i>Cornus alba</i>	К			+		+	+
Ель колючая	<i>Picea pungens</i>	Д	+	+				+
Ель канадская	<i>Picea glauca</i>	Д	+	+	+			
Ель сибирская	<i>Picea obovata</i>	Д			+			+
Ива ломкая	<i>Salix fragilis</i>	Д	+	+			+	
Калина буреинская	<i>Viburnum burejaeticum</i>	К			+		+	
Калина гордовина	<i>Viburnum lantana</i>	К			+		+	
Калина обыкновенная	<i>Viburnum opulus</i>	К			+		+	
Кизильник блестящий	<i>Cotoneaster lucidus</i>	К				+	+	+
Клен остролистный	<i>Acer platanoides</i>	Д	+	+	+		+	
Клен татарский	<i>Acer tataricum</i>	Д	+	+	+		+	
Липа мелколистная	<i>Tilia cordata</i> Mill	Д	+	+				
Лиственница сибирская	<i>Larix sibirica</i>	Д	+	+	+			
Лиственница токошешуйчатая	<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	Д	+	+	+			
Луизиания трехлопастная	<i>Louiseania triloba</i> ( <i>Amygdalus triloba</i> )	К			+			+
Микробиота перекрестно-парная	<i>Microbiota 'Decussata'</i>	К					+	+
Миндаль низкий	<i>Amygdalus nana</i> L	К			+			
Можжевельник	<i>Juniperus</i>	К					+	+
Орех манчжурский	<i>Juglans mandshurica</i>	Д						
Пузыреплодник калинолистный	<i>Physocarpus opulifolius</i>	К			+	+		
Рябина ария	<i>Sorbus aria</i> Magnific	Д	+	+			+	
Рябина обыкновенная	<i>Sorbus aucuparia</i>	Д	+	+	+		+	
Рябинник рябинолистный	<i>Sorbaria sorbifolia</i>	К			+	+		
Сирень обыкновенная	<i>Syringa vulgaris</i>	К			+		+	
Спирея дубравколистная	<i>Spiraea chamaedryfolia</i>	К			+			+

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Спирея nipпонская	<i>Spiraea nipponica</i>	К			+			+
Спирея опушеноплодная	<i>Spiraea japonica</i>	К			+			+
Спирея остроазубренная	<i>Spiraea arguta</i>	К			+			+
Спирея серая	<i>Spiraea cinerea</i>	К			+			+
Спирея трехлопастная	<i>Spiraea trilobata</i> L.	К			+			+
Спирея японская	<i>Spiraea japonica</i> L. fil.	К						+
Смородина Альпийская	<i>Ribes alpinum</i>	К				+		+
Смородина золотистая	<i>Ribes aureum</i>	К				+		+
Снежнаягодник приречный	<i>Symphoricarpos rivularis</i>	К			+		+	+
Сосна горная	<i>Pinus mugo</i>	К					+	+
Сосна обыкновенная	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Д	+	+	+			
Сосна сибирская кедровая	<i>Pinus sibirica</i>	Д	+	+	+			
Стефанаидра надрезнолистная	<i>Stephanandra incisa Crispa</i>	К			+		+	+
Тамарикс многоветвистый	<i>Tamarix ramosissima</i>	К			+		+	+
Тисс ягодный	<i>Taxus baccata</i>	К					+	+
Тополя пирамидальных форм	<i>Populus pyramidalis</i>	Д	+	+	+			
Тополь душистый	<i>Populus suaveolens</i>	Д	+	+				
Туя западная	<i>Thuja occidentalis</i>	Д					+	+
Шиповник вонючий	<i>Rosa foetida</i>	К			+		+	+
Шиповник бедренцелистный	<i>Rosa pimpinellifolia</i>	К			+		+	+
Яблоня сливолистная	<i>Malus prunifolia</i>	Д	+	+	+			
Яблоня Недзвецкого	<i>Malus niedzwetzkyana</i>	Д	+	+	+		+	
Яблоня обильно-цветущая	<i>Malus floribunda</i> Rudolph	Д	+	+	+		+	
Яблоня ягодная	<i>Malus baccata</i>	Д	+	+	+		+	
Ясень высокий	<i>Fraxinus excelsior</i> L. typus	Д	+	+			+	
Ясень ланцетный	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Д	+	+			+	
Ясень пенсильванский	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Д	+	+			+	
Всего		Д-41 К-33	37	37	49	6	42	26

