Министерство образования и науки Российской Федерации

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

«Курчатовская школа»

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЫ В ДЖАМГАРОВСКОМ ПАРКЕ

**Работу выполнила:**

Ученица 9 класса

Курчатовской школы

Олейник Ника

**Научные руководители:**

Преподаватель экологии Курчатовской школы

Каргапольцева И.А.;

Преподаватель биологии

Пономарева Н.Л.

Москва, 2020

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ………………………………………………………………………..3

ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ПОЧВ ПАРКОВ МОСКВЫ………………………5

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ…………………...8

2.1. Отбор проб почвы…………………………………………………………….8

2.2. Определение кислотности почвы……………………………………………9

2.3. Определение гранулометрического (механического) состава почв……..10

2.4. Оценка состояния почвы по целлюлозной активности………………….11

2.5. Определение фитотоксичности почвы……………………………………12

2.6. Определение содержания тяжелых металлов и оценка экологического состояния почвы…………………………………………………………………13

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ……………………………..14

3.1. Кислотность почвы………………………………………………………….14

3.2. Гранулометрический состав почвы……….……………………………….15

3.3. Оценка фитотоксичности почвы парка……………………………….…...16

3.4. Целлюлозная активность почвы парка…………………………………….16

3.5. Содержание тяжелых металлов…………………………………………….17

3.6. Суммарный индекс загрязнения почв……………………………………..19

ВЫВОДЫ…………………………………………………………………….......20

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……………………………………………………….21

ПРИЛОЖЕНИЕ………………………………………………………………….22

**ВВЕДЕНИЕ**

Давно подмечено народом, что «каков грунт, таков и лес». Опираясь на опыт многовековой народной мудрости, почвоведы напрямую связали состояние и разнообразие зеленых насаждений в парках, лесах и скверах с качеством почв. Здесь нужно отметить, что чуть ли не до последнего времени этим вопросам вообще не уделялось никакого внимания.

Однажды гуляя по Джамгаровскому парку, расположенному в северо-восточной части Москвы, я обратила внимание на состояние деревьев. Многие из них выглядели ослаблено, наверное, вследствие различных болезней. У многих деревьев наблюдалась редкая крона, мелкая листва, повреждения на стволах, множество сухих и сломанных веток, потеря зеленого цвета листьями. Данный вопрос заинтересовал меня. Ознакомившись с разными проектами по улучшению состояния Джамгаровского парка, мной было замечено, что мало кто обращает внимание на влияние почвы на состояние древостоя. А ведь насаждения не могут существовать без почвы, а почва, в свою очередь, без растительности. А как хотелось бы видеть нашу зеленую зону здоровой и эстетически привлекательной!!! Следовательно, возникает целый ряд вопросов: «Почему древостой выглядит таким ослабленным? Как можно помочь в оздоровлении парка?»

Почва является бесценным природным богатством, обеспечивающим человека необходимыми продовольственными ресурсами. Ничто не может заменить почвенный покров: без этого колоссального природного объекта невозможна жизнь на Земле. Вместе с тем сегодня можно наблюдать неправильное использование почвы, что приводит к росту ее загрязненности и, как следствие, снижению ее плодородных свойств. Уже сейчас человечество должно серьезно задуматься над проблемой загрязнения почвы и принять необходимые меры по ее защите.

Почва является индикатором общей техногенной обстановки. Загрязнения поступают в почву с атмосферными осадками, поверхностными отходами. Также они вносятся в почвенный слой почвенными породами и подземными водами. Самые распространенные тяжелые металлы это ртуть, медь, свинец, цинк, кадмий. Парадокс этих элементов состоит в том, что в определенных количествах они необходимы для обеспечения нормальной жизнедеятельности растений и организмов. Но их избыток может привести к тяжелым заболеваниям и даже гибели живых организмов, в том числе и растений. Пищевой круговорот становится причиной того, что вредные соединения попадают в организм человека, животных и часто наносят огромный вред здоровью. Источники загрязнения тяжелыми металлами - это промышленные предприятия, транспорт, урбанизация общества.

**Цель:** провестиоценку геохимической характеристики почвы Джамгаровского парка, находящегося в густонаселенном районе в окружении МКАД и транспортных магистралей города, для разработки рекомендаций по улучшению свойств почвы.

Исходя из цели перед нами возникли следующие **задачи:**

1. Выявить гранулометрический состав почвы методом Качинского.
2. Определить потенциальную кислотность почвы.
3. Выявить содержание тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Ni, Cd) в почве парка.
4. Сравнить содержание тяжелых металлов с фоновыми показателями, ОДК и ПДК.
5. Изучить биологические свойств почвы: целлюлозную активность почвы и ее фитотаксичность.
6. Предложить рекомендации по улучшению свойств почвы.

**Значимость работы:** результаты работы в дальнейшем могут быть использованы при разработке программы оздоровления почв и улучшении состояния древостоя парка.

**Объект исследования**: почва Джамгаровского парка.

**Предмет исследования**: гранулометрический состав, потенциальная кислотность, содержание тяжелых металлов, целлюлазная активность, фитотоксичность почвы.

**ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ПОЧВ ПАРКОВ МОСКВЫ**

Изначально почвенный покров Москвы состоял в основном из дерново-подзолистых почв. Большие площади приходились на массивы болотных почв. С течением времени в ходе значительного антропогенного влияния почвы поменяли строение, состав, режим функционирования: физические и химические характеристики. Протеканию естественных почвообразовательных процессов препятствуют масштабное строительство, срезка грунтов при вертикальной планировке, асфальтирование и пр. В настоящее время в почвенном покрове Москвы начали распространяться так называемый урбанозёмы – почвы с неправильным строением профиля, несогласованным залеганием горизонтов, присутствием антропогенных горизонтов с высокой загрязненностью тяжёлыми металлами и органическими веществами, строительных и бытовых отбросов. Толщина антропогенно-преобразованного покрова составляет от пары сантиметров до одного и более метра. Характерно уменьшение мощности прогумусированной части почв до 2-4 см. Озеленённость городских почв находится на среднем-высоком уровне и составляет более 40 %, будучи стабильной на протяжении последних лет.. Основная часть обследованных почв (73%) характеризуется нейтральной и близкой к нейтральной реакцией среды ([рН](http://www.dpioos.ru/eco/ru/condition_soil) 6,6 - 7,5), что способствует снижению скорости миграции тяжёлых металлов (ТМ). В 25% случаев отмечена слабокислая и сильнокислая реакция среды, такие почвы расположены в парках и лесопарках города. Увеличение pH городских почв связано с попаданием в почву противогололёдных реагентов (хлориды натрия, кальция и др.), а также с высвобождением кальция из цемента, кирпича, извести, строительного мусора под действием кислотных осадков. Изменение кислотно-основных свойств городских почв имеет как положительные, так и отрицательные аспекты: с одной стороны слабокислая и нейтральная реакция среды более благоприятна для роста и развития растений, а с другой – при подщелачивании почв уменьшается подвижность тяжелых металлов и создаются условия для их аккумуляции в поверхностных горизонтах почв (Состояние почвенного покрова города Москвы, Электронный ресурс).

Запечатанность почвенного покрова Москвы находится на высоком уровне. По данным исследования за 2008 год, средняя запечатанность городских почв находится на уровне 50 %. Наибольший процент запечатанности (60 и 70 %) характерен для территорий жилой застройки на ул. Инженерная, Крондштадтском и Осеннем бульварах, минимальный (нулевой) в парковой и лесопарковой зоне (Нескучный сад, Коломенское, Братцево). До 30-40 % площади жилых застроенных зон занимают почвы, запечатанные асфальтом

Искусственное почвообразование происходит в основном благодаря насыпным грунтам при организации парков, скверов, бульваров и пр.

Таким образом, почвы такого крупного мегаполиса, как Москва, представляют собой специфическое образование, сформировавшееся при активном участии хозяйственной деятельности человека. На большей части города естественный почвенный покров практически уничтожен, ненарушенные почвы сохранились лишь в городских лесах и лесопарках. Процессы почвообразования затрагивают лишь верхние слои почв. Зеленые насаждения скверов, бульваров и газонов создаются на искусственно гумусированных почвенных субстратах мощностью от 30 до 100 см (Почвенная карта Москвы, Электронный ресурс). Городские почвы содержат самые различные включения строительного мусора, бытовых отходов (битого кирпича, камня, осколков стекла и т. д.). Строительный мусор насыпных почв является слабым источником минерального питания деревьев, оказывает влияние на степень проникновения в почву влаги, воздуха и ее температурный режим. Следует отметить, что современное состояние почвенного покрова города обусловлено влиянием различных источников загрязнения. Главными загрязнителями почв в Москве являются выбросы промышленных предприятий, ТЭЦ, бытовые отходы и автотранспорт. Выбросы вредных веществ в атмосферу от автотранспорта и стационарных источников в черте города составляют более 1,2 кг/м² в год. Они являются наиболее мощным источником загрязнения почвенного покрова. Содержание тяжелых металлов, к примеру, максимально в почвах газонов, разделяющих двухстороннее движение на автомагистралях (Почвы Московских парков: разнообразие, свойства, экологические функции, Электронный ресурс).

Почвенный покров городских лесопарков наиболее разнообразен: здесь встречаются различные комбинации естественных и антропогенно нарушенных почв в зависимости от геоморфологического положения территории и истории ее освоения часто многоэтапной. Влияние природных факторов дифференциации почвенного покрова дополняется целым рядом модификаций антропогенного фактора: формированием специфических почв поселений, сопровождаемое распашкой почв окрестных территорий разбивкой садов и огородов; накоплением техногенных отложений в результате строительства; высокой рекреационной нагрузкой, провоцирующей интенсивную эрозионную деятельность. Характер почвенного покрова лесных урбанизированных территорий г. Москвы является результатом долгого антропогенного воздействия в сочетании с многовековым сознательным сохранением непреобразованных участков. При структурном экосистемном сходстве и наличии ареалов морфологически неизмененных почв в городском парке отмечается внутрисистемная трансформация отдельных компонентов лесных экосистем: биомассы (фитомассы и зоомассы), биоразнообразия, накопления органического вещества, скорости биоразложения. Основными индикаторами трансформации городских естественных экосистем служат такие напочвенные и внутрипочвенные признаки: уменьшение мощности почвенной подстилки, увеличение скорости разложения целлюлозы и стандартной подстилки, сокращение проективного покрытия мохового яруса, вплоть до его полного отсутствия, увеличение биомассы почвенной мезофауны, увеличение доли сапрофагов в ее составе, в том числе повышенная численность дождевых червей. Трансформация лесных подстилок и показателей почвенной мезофауны имеет те же тенденции и на участках исследования с более значительной антропогенной нагрузкой. Практически не заметные при полевом описании, указанные трансформации маркируются в почвах парковых территорий в шлифах: увеличение количества средне-сильно разложенных растительных остатков, наличие антропогенных включений, редкие карбонатные новообразования. При картографировании ядерных территорий лесопарков обнаружено, что площади, занимаемые дорожно-тропиночной сетью, составляют не менее 3%. Трансформируются почвенные свойства и отчасти профили почв на глубину до 30-40см. Опосредованное воздействие тропинок распространяется на прилегающие к тропам и дорогам участки (Раскатов и др., 2016).

Наиболее хорошо изучены почвы в парках «Москворецкий», «Тушинский», «Кузьминки-Люблино», Природно-общественная зона МГУ на Ленинских горах проведены полевые работы (Почвы Московских парков: разнообразие, свойства, экологические функции, Электронный ресурс).

**ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**2.1. Отбор проб почв**

В качестве объекта исследования была выбрана территория Джамгаровского парка (рис.1) расположенного в районе Лосиноостровский на Северо-Востоке г. Москвы. Согласно типу растительности (смешанный лес) и данным статьи (из списка литературы пункт 9) почвы дерново-подзолистые.

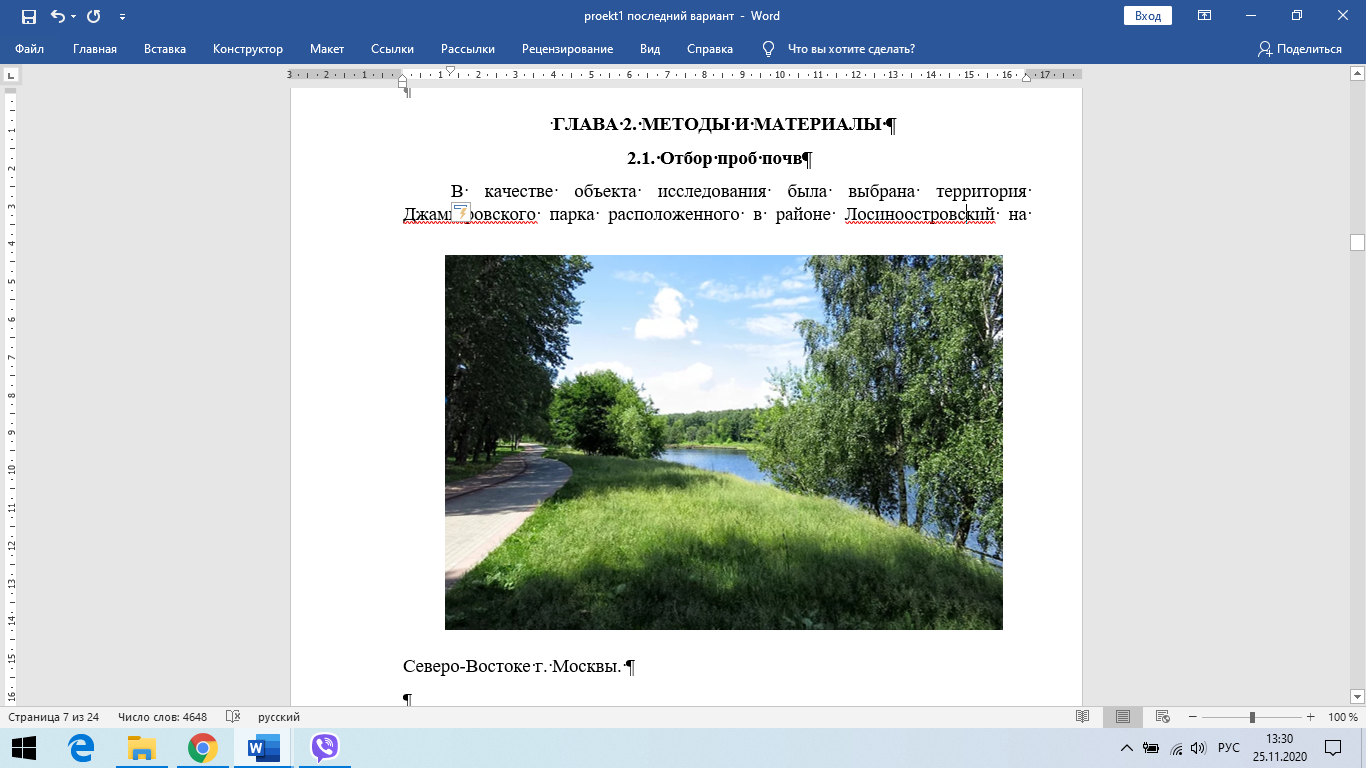


Рис. 1. Фотография Джамгаровского парка

Исследования проводились в сентябре 2020 года. Сначала был составлен план участка и намечены на нём основные точки для отбора проб таким образом, чтобы исследовать места с наибольшим и наименьшим антропогенным воздействием. Всего было отобрано 30 проб почвы. Отбор проб производился на разных территориях парка и осуществлялся в соответствии нормам, изложенными в нормативных документах: **1).** ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб почв. **2).** ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического анализа.

Карта-схема точек отбора проб приведена на рис. 2, прил. 1. Каждая проба была собрана с глубины 0-0,2 м методом “конверта” (рис. 3).

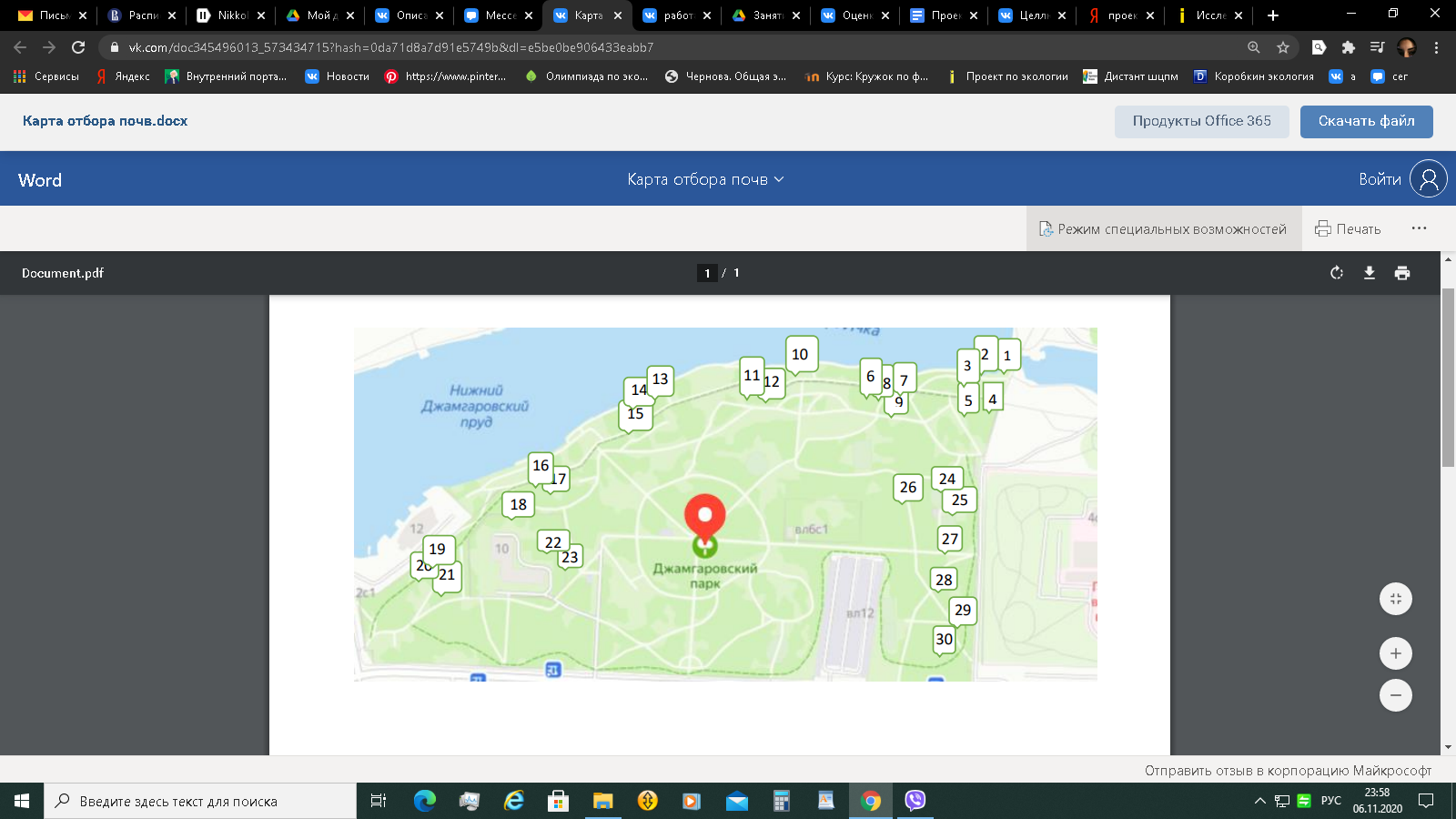


Рис. 2. Карта-схема точек отбора проб

**2.2. Определение кислотности почвы**

Потенциальная кислотность обусловлена наличием в почвенном поглощающем комплексе (ППК) ионов водорода (Н), которые могут быть вытеснены раствором нейтральной соли. В качестве такого раствора используется 1 н. KCl. Обменная реакция между катионами калия и водорода происходит на поверхности почвенных коллоидов.

Определение потенциальной кислотности почвы(pH) проводили потенциометрическим методом на иономере И-120 согласно ГОСТу 26483-85.

Реакция идет до установления равновесия. При этом в раствор переходят не все ионы водорода. Величину кислотности устанавливают по количеству образовавшейся в растворе соляной кислоты, которую определяют потенциметрически в единицах pH или титрированием слабым раствором щелочи в мг-экв на 100 г почвы.

Для определения рН солевой вытяжки 10 г почвы помещали в стаканчик, приливали 25 мл 1 н. КСl, взбалтывали и определяли величину рН на рН-метре, опуская электроды прямо в суспензию. Всполаскивали электроды дистиллированной водой после каждого определения.

По итогам определения кислотности можно сказать какая кислотность у каждой пробы (рис. 4 прил. 2, табл. 1).

Таблица 1.

Градация кислотности почвы

|  |  |
| --- | --- |
| **Кислотность почвы** | **Степень кислотности** |
| Сильнокислые | до 4,5 |
| Среднекислые | 4,6-5 |
| Слабокислые | 5,1-5,5 |
| Близкие к нейтральным | 5,6-6,6 |
| Нейтральные | 6,7-7,3 |
| Слабощелочные | 7,4-8,0 |
| Щелочные | от 8,1 |

**2.3. Определение гранулометрического (механического) состава почвы**

Свойства почвы в значительной степени зависят от ее механического состава. Под механическим составом почвы подразумевается содержание и соотношение в ней частиц различного размера. Чем больше в почве глинистых частиц (<0,01 мм), тем более тяжелый механический состав почвы; чем меньше глинистых частиц и больше песчаных (от 0,01 до 1 мм), тем более легкий ее механический состав. Механический состав почвы определяют методом разделения частиц на фракции просеиванием через сито и отделением илистых частиц в воде, но есть способы, позволяющие сделать это самому.

Гранулометрический состав почвы определялся «методом скатывания» Н.А. Качинского (рис. 5), который основан на оценке механических качеств почвенной массы при увлажнении ее до тестообразной консистенции.

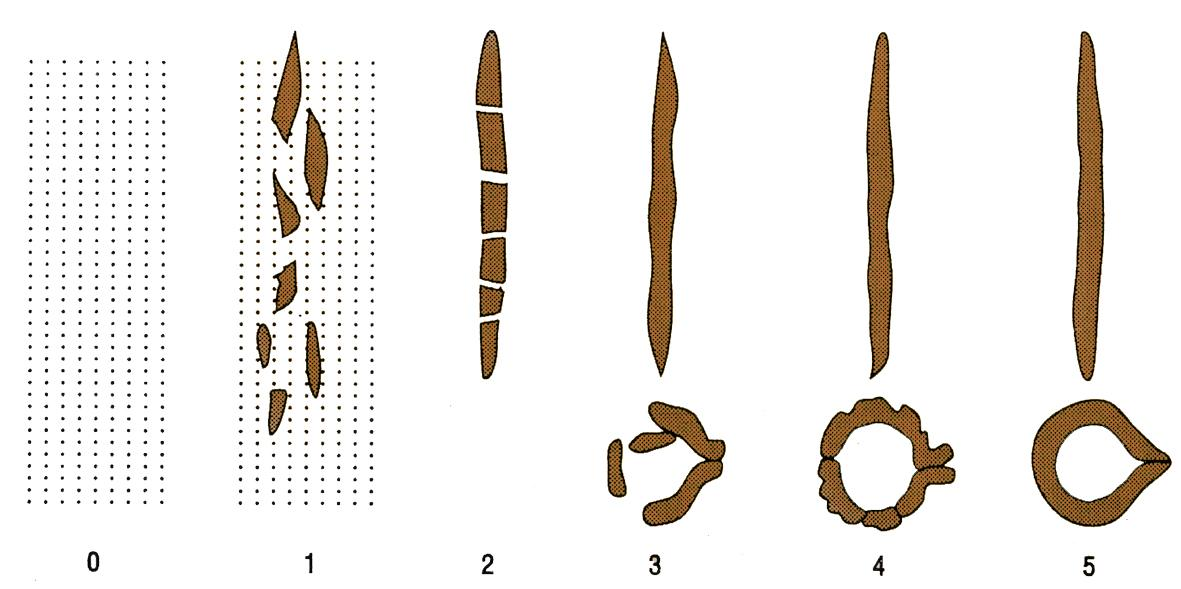


Рис. 5. Определение гранулометрического состава методом Качинского

**2.4. Оценка состояния почвы по целлюлазной активности**

Целлюлоза один из самых распространенных в природе растительных полимеров. Почва содержит значительное количество целлюлозосодержащих растительных субстратов. Целлюлазный комплекс почвы осуществляет гидролиз целлюлозы до глюкозы в несколько этапов. Трансформация клетчатки в почве имеет большое значение и тесно связана с процессами гумусообразования, возникновением почвенной структуры.

Разложение клетчатки осуществляется целлюлозоразрушающими микроорганизмами и связано с условиями их нормального функционирования. Жизнедеятельность микроорганизмов в почве осуществляется в основном на почвенных частицах, в определенных микрозонах, в которых представлены клетки, ресурсы и микробные метаболиты (Гельцер, 1990).

Целлюлазную активность почвы методом «аппликации» определяют по разложению в ней льняной ткани.

Стерильную (проглаженную утюгом) льняную полоску ткани шириной примерно 5-10 см (длина может варьировать) взвешивают на весах с точностью до одной десятой грамма и определяют таким образом ее начальный вес. Полученное значение записывалось в таблицу. В тарелочки раскладывались пробы почв одинаковой массы. Ткань закапывалась на глубину 2 см. Ткань оставлялась в почве на 1 месяц. Почву поливали дистиллированной водой по мере ее высыхания. Через месяц полотно осторожно извлекли, отмыли от почвы, высушили и взвесили. Полученные значения также записывались в таблицу. Рассчитывали убыль массы ткани за месяц в процентах и по этому показателю судили об интенсивности процесса разрушения клетчатки, используя оценочную шкалу (табл. 2) (Ашихмина, Зубкина, 2000).

Таблица 2.

Интенсивность разложения клетчатки

|  |  |
| --- | --- |
| Убыль массы, (%) | Интенсивность разрушения клетчатки |
| Менее 10 | Очень слабая |
| 10-30 | Слабая |
| 30-50 | Средняя |
| 50-80 | Сильная |
| Более 80 | Очень сильная |

**2.5. Определение фитотоксичности почв**

Фитотоксичность почв – это свойство почвы, обусловленное наличием загрязняющих веществ и токсинов подавлять рост и развитие высших растений.

Фитотоксичность почвы оценивалась при помощи кресс-салата.

Кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению тяжелыми металлами, выбросам автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста, искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян) (Зейферт, 2010).

В одноразовые тарелки помещали одинаковую массу почвы с разных территорий парка. Высаживали по 5 семян кресс-салата. Опыт проводили в 3-х кратной повторности. Нормой считается прорастание 90-95 % семян в течение двух недель. Всхожестью семян называется количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженной в процента.

В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырех уровней загрязнения: Загрязнение отсутствует. Всхожесть семян достигает 80-100%, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для нормы. Слабое загрязнение. Всхожесть 60-80%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные. Среднее загрязнение. Всхожесть 20-60%. Проростки по сравнению с нормой короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства. Сильное загрязнение. Всхожесть семян очень слабая, менее 20%. Проростки мелкие и уродливые (табл. 3). При проведении опыта производилось измерение длины корня и проростков кресс-салата (Ашихмина, Зубкина, 2000).

Таблица 3.

Шкала оценки фитотоксичности почвы по всхожести тест-объекта

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень загрязнения | Всхожесть семян, % |
| Загрязнение отсутствует | 80-100 |
| Слабое загрязнение | 60-80 |
| Среднее загрязнение | 20-60 |
| Сильное загрязнение | 0-20 |

**2.6. Определение содержания тяжелых металлов и оценка экологического состояния почвы**

В ходе исследования проводилось определение тяжелых металлов в почве парка. Определение тяжелых металлов проводилось в лаборатории Минприроды рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-G» при помощи аттестованной методики М-049-П/10 по 5 металлам: Cd, Pb, Cu, Ni, Zn. Метод основан на способности атомов избирательно поглощать электромагнитное излучение в различных участках спектра. Пробу анализируемого материала растворяют; раствор в виде аэрозоля подают в пламя горелки. Под действием пламени (3000°С) молекулы солей диссоциируют на атомы, которые могут поглощать свет. Затем через пламя горелки пропускают пучок света, в спектре которого есть соответствующие тому или иному элементу спектральные линии.

Оценка степени загрязнения почвы проведена в соответствии с СП 11-102-97 и СанПиН 2.1.7.1287-03. «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» проведена относительно естественного фонового содержания химических элементов в почвах изучаемой территории (приложение 3, таблица 4).

Оценка качества почво-грунтов и степень опасности их влияния на человека определена в соответствии с нормами СанПиН 2.1.7.1287-03 сравнением содержания химических элементов с их ОДК (ПДК) (приложение 4, таблица 5). ОДК взяты из ГН 2.1.7.2511 – 09; ПДК из ГН 2.1.7.2041-06 для валовых форм.

Коэффициент концентрации относительно ОДК (ПДК) вычислялся по формуле: Кодк(пдк)=Сi/ОДК(ПДК), где: Сi - фактическое содержание i-го химического элемента в почвах, мг/кг. Размер предельно допустимых концентраций – ОДК (ПДК) загрязняющих веществ принимался в соответствии с ГН 2.1.7.2511-09.

Суммарный показатель загрязнения (Zc), характеризующий эффект воздействия группы химических элементов рассчитывался по формуле:

Zс = К ci +...+ Kcn - (n - 1),

где n - количество учитываемых химических элементов;

Kci - коэффициент концентрации i-го компонента загрязнения, превышающий единицу равный:

Kci = Ci/Сф,

где Сфi - фоновое содержание i-ro химического элемента в почвах и грунтах, мг/кг, принятого, согласно таблице 2 из СП 11-102-97.

**ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

**3.1. Кислотность почвы**

Во всех пробах почвы, кроме почвы на станции № 1, потенциальная кислотность >7 (табл. 6, приложение 5). Почвы относятся к нейтральным, слабощелочным и щелочным.

Согласно природно-зональному типу почв и типу растительности, на территории исследования распространены дерново-подзолистые почвы, которые в норме имеют кислую реакцию почвенного раствора, кислотность почв должна быть в пределах 5-6.

Щелочная среда не очень благоприятна для развития растений и жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов – она препятствует усвоению целого ряда микро- и макроэлементов, и снижает процесс разрушения в почве органического вещества.

В нейтральной среде хорошо усваиваются минеральные компоненты. В такой среде хорошо развиваются почвенные бактерии, которые в результате своей жизнедеятельности обогащают почву азотом в доступной форме. Нейтральная среда плохо подвергается влиянию тяжелых металлов.

В слабощелочной среде наблюдается небольшой дефицит таких элементов, как железо, фосфор и марганец. Также такие почвы демонстрируют недостаток меди и цинка. На них может встречаться хлороз растений (из-за недоступности железа). Но на этом недостатки заканчиваются, микробиологическая деятельность здесь находится на довольно высоком уровне (что очень хорошо для растений и качества почвы в целом).

**3.2. Гранулометрический состав почвы**

Согласно таблице 7, приложение 6 пробы № 1, 3, 5, 6, 10, 11, 14, 15, 17, 22, 25, 29 представляют собой средний суглинок; пробы № 2,8.13,18,24,27,28 – легкий суглинок, а пробы № 4, 7, 16, 20, 21, 23, 26, 30 – тяжелый суглинок. Суглинок – это разновидность глинистой почвы, состоящий на треть из глинистого содержимого, состоящую из небольших частиц в форме пластинок.

Почвенный суглинистый грунт, поглотив воду, уже не отдаёт её обратно, даже полностью высыхая. Замерзая, вода кристаллизуется в лёд. Расширяясь, он соответственно увеличивает объём почвы. Чем более глины содержится в почве, тем более проявлено это физическое свойство.

Размер пор суглинка позволяет воде, находящейся в них, связывать между собой глинистые частицы, за счёт капиллярного притяжения. Это позволяет почве сохранять пластичность. Поэтому чем более в суглинке количества глины, тем более он пластичен.

Обычно суглинки обладают высокой пластичностью, за счет небольшого содержания песка. Суглинок по содержанию влаги значительно превосходит супеси. Это обуславливает высокий пористый коэффициент суглинка, гораздо больше, тот же коэффициент супеси.

Все остальные пробы (№ 9,12,19) представляют собой супесчаные почвы.

**3.3. Целлюлозная активность почвы**

Наименьшая целлюлазная активность почвы выявлена в пробах почвы со станций исследования № 1, 4, 12, 13, 23, 28, 29 (табл. 8, приложение 7). Во всех этих пробах, кроме 12, наблюдается слабая целлюлозная активность. В пробе № 12 целлюлозная активность очень слабая. Сильная целлюлозная активность наблюдается в пробах № 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 30.

**3.4. Оценка фитотоксичности почвы**

Средняя всхожесть кресс-салата представлена на рис. 6. Всхожестью семян называется количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженной в процентах. Определяют лабораторную всхожесть семян, представляющую процент всхожих семян к общему числу по данной пробе, определенный при проращивании в лабораторных исследованиях; оранжерейную всхожесть, характеризующую всхожесть семян при посеве их в почву, взятую с поля, в условиях лаборатории или защищенного грунта; полевую всхожесть - процент всхожих семян в пробе, определенный в полевых условиях (Андреев, 2003). Всхожесть семян кресс-салата на изучаемых территория парка изменялся от 100% (проба 12) до 0 % (пробы №1, 2, 3, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 20, 21, 24, 26,30). При всхожести менее 20 % кресс-салата, что мы наблюдаем в пробах № 1, 2, 3, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 20, 21, 24, 26, 30, почва относится к сильнозагрязненной и отличается сильной фитотоксичностью. При всхожести от 20 до 60% кресс-салата, что наблюдается в пробах № 6, 7, 11, 15, 17, 19, 22, 23, 27, 28, почва относится к среднезагрязненной и она отличается средней фитотоксичностью. При всхожести от 60 до 80% почва относится к слабозагрязненной. Слабую загрязненность имеют пробы № 4, 13, 25, 29. Также эти пробы имеют слабую фитотоксичность. При всхожести от 80 до 100%, что наблюдается в пробе № 12, загрязнение и фитотоксичность отсутствуют.

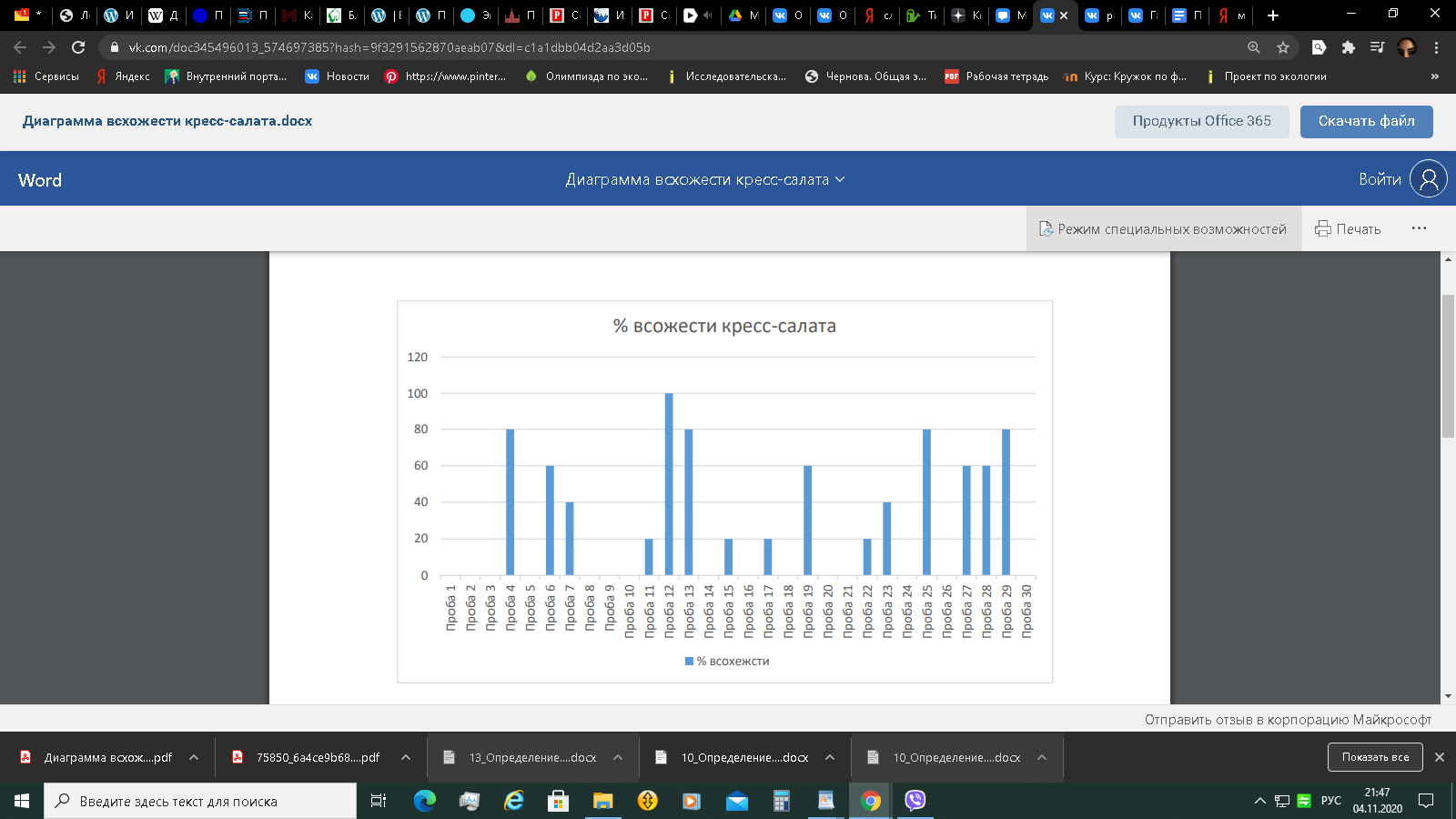


Рис. 6. Всхожесть тест-объекта (кресс салата)

**3.5. Содержание тяжелых металлов**

Результаты проведения химического анализа представлены в таблице 9, приложение 8.

Содержание свинца в точках отбора проб почвы изменялось от 3,6 мг/кг (проба №21) до 19,9 мг/кг (проба №4). Содержание цинка в изучаемых пробах почвы изменялось от 3,8 мг/кг (проба №6) до 56,1 мг/кг (проба №26). Согласно литературным данным, основная часть цинка поступает в почвы за счет атмосферных выпадений. Содержание кадмия варьируется от 0,6 мг/кг (пробы № 17,20,26) до 1,68 мг/кг (проба №1). Содержание меди изменялось от 0,65 мг/кг (проба №29) до 59,4 мг/кг (проба №30). Содержание никеля изменялось от 5,2 мг/кг (проба №21) до 39,3 мг/кг (проба №8).

**Сравнение содержания тяжелых металлов с нормативами**

Превышение фонового содержания Pb, Zn, Cd, Cu, Ni отсутствуют в пробах № 5, 6, следовательно эти пробы не имеют загрязнения. Превышение Cd наблюдается в пробах № 3,7,20,15. Превышение Cd и Cu наблюдается в пробах № 1,2,21,22,24,25,26,27,28,30. Превышение Pb и Cd наблюдается в пробе № 4. Превышение Pb, Cd, Cu, Ni наблюдается в пробе № 8. Превышение всех элементов (Pb, Zn, Cd, Cu, Ni,) наблюдается в пробах № 9,12. Это говорит о том , что в этих пробах загрязненность тяжелыми металлами максимальная. Превышение Cd, Cu, Ni наблюдается в пробах № 10,13,14. Превышение Pb, Cd, Cu, Ni наблюдается в пробах № 11,17. Превышение фонового значения Cd и Ni наблюдается в пробах № 16, 18. Превышение фонового содержания Zn, Cd, Cu, Ni наблюдается в пробе №19. В пробе №23 наблюдается превышение Pb, Zn, Cd, Cu, а в пробе № 29 - Zn, Cd.

Свинец малоподвижен и практически недоступен растениям и другим живым организмам. Накоплению свинца способствуют процессы изоморфного замещения в кристаллических решетках, сорбция, соосаждение с гидроксидами железа и марганца, которые обычно присутствуют в почвах, и образование слаборастворимых минеральных комплексов.

Загрязнение почвы цинком может вызвать заболевания растений и снизить урожайность. Повышенное попадание цинка в организм человека может привести к токсическому отравлению.

При повышенном содержании кадмия у растений наблюдается хлороз листьев, красно-бурый цвет их краев и прожилок, задержка роста и повреждения корневой системы. Основным источником кадмиевого загрязнения почв является внесение удобрений, особенно суперфосфата, куда кадмий входит в качестве микродобавки.

Высокие концентрации меди действуют на растения токсично. Переизбыток этого элемента приводит к замедлению развития растения, появлению бурых пятен на нижних листьях и их отмиранию. Кроме того, он может провоцировать дефицит железа в растениях.

Обычным признаком токсичности никеля является хлороз, который связан с недостатком железа в растениях при токсичных концентрациях никеля в окружающей среде. Резко снижается абсорбция других питательных веществ, тормозится рост растений, нарушается метаболизм. Фитотоксичные концентрации никеля для растений изменяются в широких пределах. Также есть растения, толерантные к никелю и накапливающие его в больших количествах.

ПДК тяжелых металлов для валовых форм в Гигиенических нормативах ГН 2.1.7.2041-06 приводится только для свинца и равно 32 мг/кг. Превышения ПДК по содержанию свинца не выявлено. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) были взяты для супесчаных почв (пробы № 9,12,19) с pH>5: Pb – 32мг/кг, Zn – 55 мг/кг, Cd – 0,5 мг/кг, Сu – 33 мг/кг, Ni – 20 мг/кг. Остальные пробы характерны суглинистым гранулометрическим составом. ОДК для суглинистых дерново-подзолистых почв с pH>5: Pb – 130 мг/кг, Zn – 220 мг/кг, Cd – 2,0 мг/кг, Cu – 132 мг/кг, Ni – 80 мг/кг.

Содержание большинства определяемых тяжелых металлов не превышает ОДК. Содержание кадмия и никеля в пробах № 9 и 12 превыает ОДК в 1,7; 1,785 и 1,38; 1,23 соответственно.

**3.6. Суммарный индекс загрязнения почв**

По суммарному индексу загрязнения загрязнение присутствует во всех пробах (табл. 10, приложение 9). Максимально большой индекс загрязнения наблюдается в пробе № 9.

Суммарный индекс загрязнения почвы (Zc) на территориях отбора проб изменялся от 0,3 (проба №20, 5) до 26,45 (проба №9) (приложение 10, рис. 19).

Согласно таблице 10, большинство образцов по суммарному индексу загрязнения относятся к допустимому уровню загрязнения. Пробы № 9 и 12 отличаются умеренно опасным уровнем загрязнения почвы. При умеренно опасном уровне загрязнения почвы отмечается увеличение заболеваемости населения. В пробах № 5 и 6 загрязнение отсутствует. При допустимом уровне загрязненности почв, что наблюдается в оставшихся пробах, отмечается наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений.

**ВЫВОДЫ**

1. Гранулометрический состав почвы колеблется от супесчаного до тяжелых суглинков. Пробы № 1, 3, 5, 6, 10, 11, 14, 15,17,22,25,29 представляют собой средний суглинок; пробы № 2, 8, 13,18,24,27,28 – легкий суглинок, а пробы № 4,7,16,20,21,23,26,30 – тяжелый суглинок. Пробы № 9,12,19 имеют супесчаные механический состав.

2. Во всех пробах почв, кроме почвы в пробе №1, потенциальная кислотность >7. Почвы относят к нейтральным, слабощелочным и щелочным.

3. Сильная целлюлозная активность наблюдается в пробах № 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 30. Наименьшая целлюлазная активность почвы выявлена в пробах почвы со станций исследования № 1, 4, 12, 13, 23, 28, 29, в этих пробах, кроме пробы №12, целлюлозная активность слабая, а в пробе №12 целлюлозная активность очень слабая.

4. Всхожесть семян кресс-салата варьируется от 0 до 100%. Почва пробы № 12 характеризуется отсутствием загрязнения и отсутствием фитотоксичности. Пробы № 1, 2, 3, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 20,21, 24, 26, 30 характеризуются сильной фитотоксичностью и сильной загрязненностью.

5. Наибольшее загрязнение тяжелыми металлами наблюдается в пробах № 8, 9, 11, 12, 19, 23.

6. По суммарному индексу загрязнения максимально большой индекс загрязнения наблюдается в пробе № 9. Минимальный индекс наблюдается в пробе № 20. Все почвы загрязнены тяжелыми металлами

Таким образом гипотеза нашего исследования подтвердилась данными химического анализа. В почве наблюдаются превышения фонового значения, значения ОДК тяжелых металлов, а именно свинца, цинка, кадмия, меди и никеля. Все они имеют плохое воздействие на растения и при попадании в организм человека вызывают различные болезни.

По результатам исследования были разработаны рекомендации. Они представлены в приложении 11.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

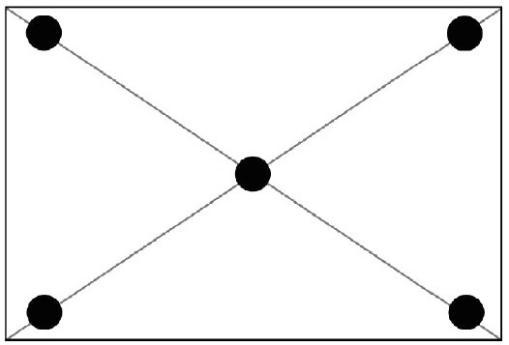
1. Андреев Ю.М. Овощеводство: учебник для нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 256 с.
2. Ашихмина Т.Я. Зубкина Н.Б. Экологический мониторинг: учебн. - методическое пособие / под ред. Т.Я. Ашихминой – М, 2000 – 231 с.
3. Гельцер О.Г. Показатели биологической активности в почвенных исследованиях // Почвоведение, 1990. № 9. – С. 47-59.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83 Почвы. Общие требования к отбору проб.
5. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
6. Зейферт Д.В. Использование кресс-салата как тест-объекта при оценке токсичности природных и сточных вод Стерлитамакского промузла // Башкирский экологический вестник, 2010. №2, - с. 39-50.
7. Методические указания МУ 2.1.7.730-99 "Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 7 февраля 1999 г.) <http://mhts.artinfo.ru/biblio/snips/mu/2.1.7.730-99.htm>
8. Почвенная карта Москвы (Электронный ресурс). <http://www.etomesto.ru/map-eco_pochva/> Дата обращения 24.09.2020
9. Почвы Московских парков: разнообразие, свойства, экологические функции (Электронный ресурс). <https://istina.msu.ru/projects/8813900/>. Дата обращения 24.09.2020
10. Раскатов В.А., Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Писарева А.В. Экологическое состояние почвенного покрова городских ландшафтов различного функционального использования (на примере г. Москвы) // Известия ТСХА. Агрохимия, Почвоведение, Экология, Выпуск 5, 2016. – С. 5-18
11. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почв». «Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель».
12. Состояние почвенного покрова города Москвы (Электронный ресурс). [http://www.dpioos.ru/eco/ru/condition\_soil Дата обращения 24.09.2020](http://www.dpioos.ru/eco/ru/condition_soil%20%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%2024.09.2020)
13. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. М.: ПНИИС Госстроя России, 1997. – 41 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

Приложение 1

Рисунок 3.

Отбор смешанной пробы методом конверта



Приложение 2

Рисунок 4.

Шкала потенциальной кислотности



Приложение 3

Таблица 4.

Фоновые содержания валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в почвах (мг/кг) (ориентировочные значения для средней полосы России) (СП 11-102-97)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Почвы | Zn | Cd | Pb | Hg | Cu | Co | Ni | As |
| Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные | 28 | 0,05 | 6 | 0,05 | 8 | 3 | 6 | 1,5 |
| Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые | 45 | 0,12 | 15 | 0,10 | 15 | 10 | 30 | 2,2 |
| Серые лесные | 60 | 0,20 | 16 | 0,15 | 18 | 12 | 35 | 2,6 |
| Черноземы | 68 | 0,24 | 20 | 0,20 | 25 | 25 | 45 | 5,6 |
| Каштановые | 54 | 0,16 | 16 | 0,15 | 20 | 12 | 35 | 5,2 |
| Сероземы | 58 | 0,25 | 18 | 0,12 | 18 | 12 | 40 | 4,5 |

Приложение 4

Таблица 5.

Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве (валовое содержание)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование вещества** | **Группа почв** | **Величина**  **ОДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)** |
| Кадмий | а) песчаные и супесчаные  б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KСl<5,5  в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KСl>5,5 | 0,5  1,0  2,0 |
| Медь | а) песчаные и супесчаные  б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KСl<5,5  в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KСl>5,5 | 66  33  132 |
| Никель | а) песчаные и супесчаные  б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KСl<5,5  в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KСl>5,5 | 20  40  80 |
| Свинец | а) песчаные и супесчаные  б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KСl<5,5  в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KСl>5,5 | 32  65  130 |
| Цинк | а) песчаные и супесчаные  б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KСl<5,5  в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KСl>5,5 | 55  110  220 |

Приложение 5

Таблица 6.

Значение кислотности почв

|  |  |
| --- | --- |
| Номер пробы | Потенциальная кислотность почв ед. pH |
| 1 | 6,9 |
| 2 | 7,2 |
| 3 | 8,9 |
| 4 | 9,2 |
| 5 | 8,8 |
| 6 | 7,8 |
| 7 | 8,2 |
| 8 | 7,8 |
| 9 | 7,3 |
| 10 | 7,2 |
| 11 | 7,8 |
| 12 | 7,4 |
| 13 | 7,5 |
| 14 | 7,4 |
| 15 | 7,7 |
| 16 | 7,5 |
| 17 | 7,8 |
| 18 | 7,3 |
| 19 | 8,4 |
| 20 | 7,8 |
| 21 | 7,6 |
| 22 | 8,3 |
| 23 | 8,1 |
| 24 | 8,7 |
| 25 | 7,9 |
| 26 | 7,7 |
| 27 | 7,7 |
| 28 | 7,9 |
| 29 | 8,1 |
| 30 | 7,8 |

Приложение 6

Таблица 7.

Гранулометрический состав изучаемой почвы

|  |  |
| --- | --- |
| Номер пробы | Механический состав почвы |
| 1 | Средний суглинок |
| 2 | Легкий суглинок |
| 3 | Средний суглинок |
| 4 | Тяжелый суглинок |
| 5 | Средний суглинок |
| 6 | Средний суглинок |
| 7 | Тяжелый суглинок |
| 8 | Легкий суглинок |
| 9 | Супесчаный |
| 10 | Средний суглинок |
| 11 | Средний суглинок |
| 12 | Супесчаный |
| 13 | Легкий суглинок |
| 14 | Средний суглинок |
| 15 | Средний суглинок |
| 16 | Тяжелый суглинок |
| 17 | Средний суглинок |
| 18 | Легкий суглинок |
| 19 | Супесчаный |
| 20 | Тяжелый суглинок |
| 21 | Тяжелый суглинок |
| 22 | Средний суглинок |
| 23 | Тяжелый суглинок |
| 24 | Легкий суглинок |
| 25 | Средний суглинок |
| 26 | Тяжелый суглинок |
| 27 | Легкий суглинок |
| 28 | Легкий суглинок |
| 29 | Средний суглинок |
| 30 | Тяжелый суглинок |

Приложение 6

Таблица 8.

Целлюлазная активность изучаемой почвы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер пробы | Убыль массы  (%) | Целлюлозная активность почв |
| Проба 1 | 24,0625 | Слабая |
| Проба 2 | 72,59 | Сильная |
| Проба 3 | 69,73 | Сильная |
| Проба 4 | 19,75 | Слабая |
| Проба 5 | 61,406 | Сильная |
| Проба 6 | 56,09 | Сильная |
| Проба 7 | 85,879 | Сильная |
| Проба 8 | 63,234 | Сильная |
| Проба 9 | 70,83 | Сильная |
| Проба 10 | 68,97 | Сильная |
| Проба 11 | 71,3 | Сильная |
| Проба 12 | 9,87 | Очень слабая |
| Проба 13 | 22,78 | Слабая |
| Проба 14 | 81,354 | Очень сильная |
| Проба 15 | 51,794 | Сильная |
| Проба 16 | 79,63 | Сильная |
| Проба 17 | 49,053 | Средняя |
| Проба 18 | 84,381 | Очень сильная |
| Проба 19 | 42,1875 | Средняя |
| Проба 20 | 84,48 | Очень сильная |
| Проба 21 | 70,024 | Сильная |
| Проба 22 | 79,208 | Сильная |
| Проба 23 | 29,498 | Слабая |
| Проба 24 | 77,248 | Сильная |
| Проба 25 | 35,320 | Средняя |
| Проба 26 | 48,862 | Средняя |
| Проба 27 | 30,295 | Средняя |
| Проба 28 | 24,708 | Слабая |
| Проба 29 | 25,407 | Слабая |
| Проба 30 | 71,763 | Сильная |

Приложение 7

Таблица 9.

Содержание тяжелых металлов в пробах почвы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № пробы | Элемент | Конц-я в пробе | Фоновая конц-я | Превышениефона (раз) | ПДК | Превышение ПДК (раз) | ОДК | ПревышениеОДК (раз) |
| 1 | Pb | 15,0 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 28,3 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 1,68 | 0,12 | 14 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 59 | 15 | 3,9 |  |  | 132 | - |
| Ni | 20,4 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 2 | Pb | 7,3 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 19,7 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,95 | 0,12 | 7,9 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 25,4 | 15 | 1,7 |  |  | 132 | - |
| Ni | 15,5 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 3 | Pb | 10,6 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 36,9 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,56 | 0,12 | 4,7 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 12,2 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 15,2 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 4 | Pb | 19,9 | 15 | 1,3 | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 20,9 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,77 | 0,12 | 6,4 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 10,5 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 19,8 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 5 | Pb | 5,1 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 9,6 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,4 | 0,12 | 0,3 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 4,5 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 10,5 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 6 | Pb | 5,2 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 3,8 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,36 | 0,12 | 3 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 1,6 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 5,4 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 7 | Pb | 4,6 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 7,4 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,42 | 0,12 | 3,5 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 3,0 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 6,9 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 8 | Pb | 16,2 | 15 | 1,1 | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 39,6 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,83 | 0,12 | 6,9 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 16,6 | 15 | 1,1 |  |  | 132 | - |
| Ni | 39,3 | 30 | 1,31 |  |  | 86 | - |
| 9 | Pb | 17,4 | 6 | 2,9 | 32 |  | 32 | - |
| Zn | 47,8 | 28 | 1,7 |  |  | 55 | - |
| Cd | 0,87 | 0,05 | 17,4 |  |  | 0,5 | 1,7 |
| Cu | 20,1 | 8 | 2,5 |  |  | 33 | - |
| Ni | 35,7 | 6 | 5,95 |  |  | 20 | 1,785 |
| 10 | Pb | 13,3 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 40,9 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,97 | 0,12 | 8,08 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 15,2 | 15 | 1,01 |  |  | 132 | - |
| Ni | 32,5 | 30 | 1,08 |  |  | 86 | - |
| 11 | Pb | 16,9 | 15 | 1,1 | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 31,1 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 1,07 | 0,12 | 8,9 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 15,1 | 15 | 1,006 |  |  | 132 | - |
| Ni | 34,6 | 30 | 1,15 |  |  | 86 | - |
| 12 | Pb | 11,2 | 6 | 1,8 | 32 |  | 32 | - |
| Zn | 30,5 | 28 | 1,09 |  |  | 55 | - |
| Cd | 0,69 | 0,05 | 13,8 |  |  | 0,5 | 1,38 |
| Cu | 12,8 | 8 | 1,6 |  |  | 33 | - |
| Ni | 24,6 | 6 | 4,1 |  |  | 20 | 1,23 |
| 13 | Pb | 8,4 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 36,1 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,91 | 0,12 | 7,6 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 16,4 | 15 | 1,09 |  |  | 132 | - |
| Ni | 32,3 | 30 | 1,08 |  |  | 86 | - |
| 14 | Pb | 7,3 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 43,1 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 1,15 | 0,12 | 9,6 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 16,1 | 15 | 1,07 |  |  | 132 | - |
| Ni | 37,3 | 30 | 1,2 |  |  | 86 | - |
| 15 | Pb | 6,7 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 37,8 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,85 | 0,12 | 7,08 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 9,7 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 21,3 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 16 | Pb | 14,0 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 39,2 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,40 | 0,12 | 3,3 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 12,8 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 35,8 | 30 | 1,2 |  |  | 86 | - |
| 17 | Pb | 18,0 | 15 | 1,2 | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 34,0 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,16 | 0,12 | 1,3 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 17,0 | 15 | 1,1 |  |  | 132 | - |
| Ni | 25,0 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 18 | Pb | 14,0 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 39,2 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,40 | 0,12 | 3,3 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 12,8 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 35,8 | 30 | 1,2 |  |  | 86 | - |
| 19 | Pb | 5,3 | 6 |  | 32 |  | 32 | - |
| Zn | 43,2 | 28 | 1,54 |  |  | 55 | - |
| Cd | 0,46 | 0,05 | 9,2 |  |  | 0,5 | - |
| Cu | 17,1 | 8 | 2,1357 |  |  | 33 | - |
| Ni | 12,5 | 6 | 2,08 |  |  | 20 | - |
| 20 | Pb | 8,7 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 17,2 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,16 | 0,12 | 1,3 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 6,8 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 12,4 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 21 | Pb | 3,6 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 6,9 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,51 | 0,12 | 4,25 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 22,2 | 15 | 1,48 |  |  | 132 | - |
| Ni | 5,2 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 22 | Pb | 7,4 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 37,2 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,37 | 0,12 | 3,08 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 29,1 | 15 | 1,94 |  |  | 132 | - |
| Ni | 15,7 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 23 | Pb | 16,3 | 15 | 1,09 | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 48,9 | 45 | 1,09 |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,71 | 0,12 | 5,9 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 35,2 | 15 | 2,3 |  |  | 132 | - |
| Ni | 12,5 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 24 | Pb | 12,9 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 38,1 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,9 | 0,12 | 7,5 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 35,1 | 15 | 2,34 |  |  | 132 | - |
| Ni | 14,6 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 25 | Pb | 11,4 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 37,5 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,19 | 0,12 | 1,6 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 52,8 | 15 | 3,52 |  |  | 132 | - |
| Ni | 14,6 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 26 | Pb | 18,4 | 15 | 1,2 | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 56,1 | 45 | 1,2 |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,16 | 0,12 | 1,3 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 46,4 | 15 | 3,09 |  |  | 132 | - |
| Ni | 12,3 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 27 | Pb | 9,3 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 23,1 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,65 | 0,12 | 5,4 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 56,1 | 15 | 3,74 |  |  | 132 | - |
| Ni | 17,3 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 28 | Pb | 12,1 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 28,6 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,48 | 0,12 | 4 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 45,5 | 15 | 3,03 |  |  | 132 | - |
| Ni | 13,5 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 29 | Pb | 12,2 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 53,8 | 45 | 1,2 |  |  | 220 | - |
| Cd | 0,76 | 0,12 | 6,3 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 0,65 | 15 |  |  |  | 132 | - |
| Ni | 12,4 | 30 |  |  |  | 86 | - |
| 30 | Pb | 11,2 | 15 |  | 32 |  | 130 | - |
| Zn | 38,3 | 45 |  |  |  | 220 | - |
| Cd | 1,08 | 0,12 | 9 |  |  | 2,0 | - |
| Cu | 59,4 | 15 | 3,96 |  |  | 132 | - |
| Ni | 12,4 | 30 |  |  |  | 86 | - |

Приложение 8

Таблица 10.

Суммарный индекс загрязнения

|  |  |
| --- | --- |
| Номер пробы | Суммарный индекс загрязнения |
| Проба 1 | 13,9 |
| Проба 2 | 5,6 |
| Проба 3 | 0,7 |
| Проба 4 | 3,4 |
| Проба 5 | 0,3 |
| Проба 6 | 3 |
| Проба 7 | 0,5 |
| Проба 8 | 6,41 |
| Проба 9 | 26,45 |
| Проба 10 | 6,17 |
| Проба 11 | 8,165 |
| Проба 12 | 18,30 |
| Проба 13 | 5,77 |
| Проба 14 | 7,87 |
| Проба 15 | 3,08 |
| Проба 16 | 0,5 |
| Проба 17 | 0,4 |
| Проба 18 | 0,5 |
| Проба 19 | 8,8757 |
| Проба 20 | 0,3 |
| Проба 21 | 1,73 |
| Проба 22 | 1,02 |
| Проба 23 | 6,38 |
| Проба 24 | 5,84 |
| Проба 25 | 1,12 |
| Проба 26 | 2,79 |
| Проба 27 | 5,14 |
| Проба 28 | 3,03 |
| Проба 29 | 1,16 |
| Проба 30 | 8,96 |

Приложение 9

Таблица 11.

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв

по суммарному показателю загрязнения (Zc) (http://mhts.artinfo.ru/biblio/snips/mu/2.1.7.730-99.htm)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория загрязнения | Величина,  Zc | Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения |
| Допустимая | Менее 16 | наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений |
| Умеренно опасная | 16-32 | увеличение общей заболеваемости населения |
| опасная | 32-128 | увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой систем |
| Чрезвычайно опасная | Более 128 | увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикозов беременности числа преждевременных родов мертворождаемости, гипотрофий новорожденных) |

Приложение 10

Рис. 19. Суммарный индекс загрязнения почвы

Приложение 11

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ СВОЙСТВ ПОЧВЫ**

1. Осуществление постоянного контроля поступления и содержания тяжелых металлов в почве.
2. Внесение органических веществ и глины, известкование помогают в борьбе с загрязнением тяжелыми металлами.
3. Посев, скашивание и удаление с поверхности почвы некоторых растений, например клевера, существенно снижает концентрацию тяжелых металлов в почве. Также данный способ является экологичным.
4. Внесение торфа и органических удобрений значительно снижает поступление в растения тяжелых металлов.
5. Ленточное внесение удобрений, применение бактериальных препаратов для повышения активации целлюлозоразлагающих микроорганизмов.
6. Для подкисления почвы (снижения уровня pH) можно внести верховой кислый торф, гипс, серу.
7. Рекультивация земель, которая должна быть направлена на восстановление плодородия и восстановления состояния почвы.
8. Снижение антропогенного воздействия на почву.
9. Озеленение парка.
10. Постоянная слежка за чистотой территории и своевременного выброса отходов.