

МГУУ Правительства Москвы

IV Конкурс исследовательских и проектных работ учащихся образовательных учреждений города Москвы и Московской области «Мегаполис XXI века – город для жизни»

Проектная работа

На тему: «РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ С ПОМОЩЬЮ ЭМ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО МИКРОРАЙОНА Г. О. ЭЛЕКТРОСТАЛЬ.

Выполнена: учащийся 11 «А» класса

Муниципального Общеобразовательного Учреждения «Средняя общеобразовательная школа №11»

Зверева Алина Сергеевна

Подпись  \_\_\_\_\_

Научный руководитель работы:  
Сидоренко Ольга Владимировна,  
учитель биологии

Подпись  \_\_\_\_\_

Руководитель Муниципального  
Общеобразовательного Учреждения «Средняя  
общеобразовательная школа №11», Азарова  
Марина Александровна

Подпись  \_\_\_\_\_  


Москва

2020

## АННОТАЦИЯ

Представленный проект является вкладом в решение актуальных проблем рационального использования ресурсов и улучшения качественных свойств городских почв.

Проведенные исследования в Северном районе г. о. Электросталь являются основой для разработки технологии производства биогумуса из органических отходов. Была проанализирована учебная и научная литература, иные источники для формирования представления об объекте и предмете исследования, изучены экологические особенности г. о. Электросталь. Выяснено, что в настоящее время растительный опад и пищевые отходы вывозят с территории города на свалки и полигоны, тогда как из них можно получить ценное органическое удобрение путём переработки для рекультивации городских земель и формирования газонов. В ходе исследования была произведена оценка состояния почв и проанализировано качество листового опада и других растительных остатков на территории города. Изучены особенности процесса переработки органических отходов с помощью ЭМ-технологий. В соответствии с технологией составлены рекомендации администрации г. о. Электросталь. Подсчитана экономическая составляющая реализации проекта.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ</b> .....	6
1.1. Особенности и факторы почвообразования в городских условиях.....	6
1.2. Способы утилизации органических отходов, традиционно используемые в городах России.....	6
1.3. Экологические факторы г. о. Электросталь .....	7
1.4. Особенности процесса компостирования органических отходов с использованием ЭМ-технологий.....	7
1.5. Резюме к главе 1 .....	9
<b>ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, СОСТАВ ИЗМЕРЕНИЙ И ДАННЫЕ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ХОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО ОСТАТКА</b> .....	9
2.1 Методы исследования, использованные при реализации проекта .....	9
2.2 Характеристика участков, выбранных для проведения обследования на территории г. о. Электросталь. Место, сроки и состав работ .....	10
2.3 Состав исследований камерального этапа.....	11
2.4 Систематизация данных, полученных в ходе эксперимента.....	13
2.5 Резюме к главе 2 .....	143
<b>ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГУМУСА И РЕКОМЕНДАЦИИ АДМИНИСТРАЦИИ Г. О. ЭЛЕКТРОСТАЛЬ</b> .....	14
3.1. Технология переработки органических отходов методом компостирования с использованием биопрепарата «Байкал ЭМ-1» .....	14
3.2. Технология обращения с городскими отходами.....	15
3.3. Рекомендации .....	15
3.4. Оценка экономической стороны проекта .....	16
3.5. Описание возможных перспектив продолжения исследовательской деятельности в данной области .....	17
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	17
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	20
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	21



## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность** темы исследования обусловлена тем, что этот проект является вкладом в решение актуальных проблем рационального использования ресурсов, утилизации части городских бытовых отходов и улучшения экологического состояния городских почв.

**Практическая значимость:** проведённые исследования в Северном районе г. о. Электросталь являются основой для разработки технологии производства биогумуса из органических отходов, что решает сразу несколько городских проблем: производство компоста на основе ЭМ-технологий позволяет утилизировать растительные и пищевые отходы в пределах города, снижать нагрузку на городские свалки и полигоны и получать ценное органическое удобрение, применение которого способствует улучшению качественных свойств городских почв.

**Цель работы:** разработать рекомендации по утилизации органических отходов в городских условиях с помощью ЭМ-технологий на примере Северного района г. о. Электросталь.

В связи с поставленной целью в ходе работы над проектом решались следующие задачи:

1. По литературным данным и другим источникам информации сформулировать представление об объекте исследования. Изучить:
  - факторы и особенности образования городских почв;
  - способы утилизации органических отходов в городских условиях;
  - экологические факторы г. о. Электросталь;
  - особенности процесса переработки органических отходов с помощью ЭМ-технологий и возможность практического применения в имеющихся условиях.
2. Подобрать методики, которые позволят провести исследование качества растительного опада в Северном районе города.
3. Выбрать тестовые участки и методом химического анализа оценить количество тяжелых металлов в листовом опаде на этих территориях. Систематизировать данные, полученные в ходе исследования и провести их



анализ. Обсудить полученные результаты.

4. Разработать технологию переработки органических отходов методом компостирования с использованием биопрепарата «Байкал ЭМ-1» и на её основе обосновать рекомендации по утилизации органических отходов и производству биогумуса.

5. Оценить экономическую сторону реализации проекта: произвести расчёты затрат и возможной прибыли от производства и продажи биогумуса.

6. Наметить перспективные направления дальнейших исследований.

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования:**

- сбор данных по литературным и другим источникам информации.
- метод химического анализа для исследования качества растительного опада;
- экономический расчёт;
- консультация со специалистами.

**Предмет** исследования: утилизация органических отходов методом компостирования с использованием ЭМ-технологий.

**Объект** исследования: органические отходы – основа для приготовления компоста.

**Гипотеза** проекта: в начале исследования было выдвинуто предположение, что из городских органических отходов путём компостирования с использованием микробиологических препаратов можно получить ценное органическое удобрение.

# ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

## 1.1. Особенности и факторы почвообразования в городских условиях.

В городах антропогенные факторы почвообразования преобладают над естественными, формируя специфические типы почв. Главная функция городских почв – их пригодность для произрастания зеленых насаждений, способность адсорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды и от поступления в виде пыли в городской воздух.

В городской среде деревья, выполняя рекреационную функцию, насыщая атмосферу кислородом, сорбируют часть загрязняющих веществ. Тяжелые металлы и мусор, поступающие на поверхность почвы вместе с опавшей листвой, накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых горизонтах. Однако уборка растительного опада с городских территорий вносит значительные изменения в процессы почвообразования: почвы не получают питательные органические вещества и обедняются, истощается почвенный слой.

## 1.2. Способы утилизации органических отходов, традиционно используемые в городах России.

1. В настоящее время органические отходы (растительные отходы, образующиеся при ежегодных работах по уходу за зелеными насаждениями и городскими газонами: лиственный опад, скошенная трава, ветки и древесина от обрезки; а также пищевые отходы) вывозят на городские свалки и полигоны. Это достаточно затратный способ, который не решает проблемы рационального использования ресурсов.

2. Наиболее распространённый и простой способ утилизации органических отходов – сжигание. Однако это приводит к выбросу токсичных веществ, канцерогенов, в атмосферу. Также при сжигании в воздух выбрасываются оксиды углерода, диоксиды азота и серы, оксиды азота и тяжелые металлы. Некоторые предприятия оснащены системой очистки, но эти системы достаточно затратные.

К современным альтернативным и экологически чистым методам утилизации органических отходов относят метод компостирования с

использованием микробиологических препаратов. Микроорганизмы перерабатывают содержимое компостной ямы, и переработанную биомассу можно использовать как удобрение для повышения плодородия почвы.

### **1.3. Экологические факторы г. о. Электросталь.**

Исследования были организованы автором на территории города Электросталь, где природные экосистемы испытывают значительную антропогенную нагрузку.

Городской округ Электросталь расположен на равнинной местности, к востоку от Москвы (см. приложения 1, 2).

В его окрестностях широко распространены заболоченные участки территории. С запада и востока к г. о. Электросталь вплотную примыкают значительные по площади лесные массивы.

На территории города расположено большое количество теплотрасс, производимое тепло которых теряется.

В городе действуют 11 крупных и более 100 средних и малых промышленных предприятий, выбросы которых загрязняют атмосферный воздух следующим набором веществ: диоксид азота, окись углерода и соединения хлора.

Электросталь испытывает большую транспортную нагрузку. Через город проходит автотрасса федерального значения, машины выбрасывают в воздух выхлопные газы, содержащие следующие загрязняющие вещества: оксид углерода, диоксиды азота и серы, соединения свинца, углеводороды, альдегиды.

### **1.4. Особенности процесса компостирования органических отходов с использованием ЭМ-растворов и возможность практического применения.**

Самый простой и малозатратный способ переработки органических отходов – полевой метод ЭМ-компостирования.

Внесение в компост ЭМ-раствора способствует как увеличению скорости компостирования, так и повышению питательной ценности получаемого удобрения. При поддержании оптимальной влажности и температуры такой



компост можно использовать уже через месяц после закладки, когда обычный компост готовится несколько лет.

Для приготовления биогазуса с использованием ЭМ-препаратов подойдёт любая органика (листва, древесина, листья, ветки, сорняки, солома, пищевые отходы). Не нужно избавляться от корней живучих сорняков и их семян, т. к. всего через 3 дня они утратят свои свойства и образуют чисто питательную массу.

Кроме того, обязательной частью ЭМ-компоста является плодородная почва, составляющая 10% от общей массы. Её лучше распределять по куче равномерно. Компост равномерно поливают ЭМ-раствором в соотношении 1:100. Приблизительный расход ЭМ-экстракта: 1 литр на 1 тонну отходов.

При этом оптимальная влажность компостной ямы: 50-60%. Оптимальная температура для приготовления ЭМ-компоста — 28-35° С.

Экологические особенности г. о. Электросталь способствуют выполнению необходимых условий (Глава 1.3.):

1. Ежегодно на территории города образуется огромное количество органических отходов (растительные, образуемые при уходе за зелёными насаждениями и газонами, при сборе листового опада, а также пищевые), которые при организации раздельного сбора мусора могут стать основой для компоста.
2. Наличие большого количества теплотрасс на территории города, закладка компоста над которыми способствует поддержанию оптимальной температуры.
3. В окрестностях города широко распространены заболоченные территории (способствует поддержанию необходимой влажности).

В зависимости от срочности использования и достижения требуемого качества компост готовят аэробным или анаэробным способом. Аэробное компостирование способствует более быстрой переработке отходов. Однако такой способ требует постоянного контролирования температуры содержимого, т. к. в противном случае может произойти гибель части биогазуса. Поэтому выгоднее организовывать анаэробное компостирование.

Для анаэробного компостирования выкапывают яму глубиной до 0,5 м. Составляющие вносят послойно, утрамбовывая и обрабатывая ЭМ-раствором. После закладки накрывают пленкой, края закрепляют и сверху набрасывают еще слой земли.

В зависимости от температуры полное преобразование органических отходов в биогумус будет длиться от 3 до 5 месяцев. Хотя полученный компост можно использовать уже через месяц после закладки, более длительный процесс компостирования увеличивает ценность удобрения.

### **1.5. Резюме к главе 1.**

Исходя из обзора литературных данных, можно выявить следующее:

1. Городские почвы имеют существенные отличия от природных: в результате антропогенного воздействия нарушается процесс их образования, истощается почвенный слой, почвы подвержены обеднению и разрушению.

2. Растительный опад и растительные отходы с городской территории вывозят на свалки и полигоны или сжигают – что приводит к истощению почвенного слоя, хотя существует возможность переработки и получения из них ценного органического удобрения.

3. Изучены особенности процесса и необходимые условия для переработки органических отходов с помощью ЭМ-технологий. Выяснено, что экологические факторы г. о. Электросталь способствуют выполнению этих условий.

В ходе исследования необходимо оценить состояние городских почв на территории города и проанализировать качество листового опада и других растительных остатков на выбранных территориях.

## **ГЛАВА 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, СОСТАВ ИЗМЕРЕНИЙ И ДАННЫЕ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ХОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА**

### **2.1. Методы исследования, использованные при реализации проекта.**

Для решения поставленных задач при проведении работ использовались следующие методы исследования:



1. Сбор данных по литературным и другим источникам информации для обоснования состава планируемых исследований, позволивший сформировать представления об объекте исследования.
2. Из существующих методов исследования качества растительного опада был выбран химический анализ — обнаружение примесей тяжелых металлов способом Государственной Фармакопеи РФ «Определение тяжелых металлов в зольном остатке».
3. Систематизация и комплексный анализ данных измерений позволили сделать соответствующие выводы, которые легли в основу разработки предложений по дальнейшей утилизации органических отходов.
4. Для критического осмысления разработанных предложений и рекомендаций использовались консультации и обсуждения со специалистами.

## **2.2. Характеристика участков, выбранных для проведения обследования на территории г. о. Электросталь. Место, сроки и состав работ.**

Работы были организованы в октябре 2018 года и проводились в 2 этапа: полевой и камеральный этап (лабораторные исследования).

Для исследования качества растительного опада на территории города были выбраны 4 тестовых участка, расположенные в 3-х зонах с разной степенью антропогенной нагрузки на природные экосистемы (приложение 3):

- 1) Территория общего пользования в 2х метрах от Ногинского шоссе — автомобильной дороги федерального значения — образец №1 (точка 1).
- 2) На участке селитебной территории города (жилая застройка), в зоне зеленых насаждений дворовой территории — образец №2 (точка 2).
- 3) Участок природной, рекреационной территории, расположенный в природоохранной зоне г. о. — лесопарковая зона «Авангард» — образец №3, отобранный в 300м от Ногинского шоссе (точка3), и образец №4, собранный в 500м от шоссе (точка 4).

При отборе проб было описано место отбора и образцы растительного опада. На точках №1 и №2 — обнаружен механический мусор, а на точках №3 и



№4 – мусор не обнаружен.

### 2.3. Состав исследований камерального этапа.

Было проведено определение содержания тяжелых металлов в зольном остатке всех 4-х отобранных образцов.

#### *Опыт 1*

**Лабораторное исследование образцов растительного опада для выявления уровня их загрязнения тяжёлыми металлами производилось в следующей последовательности:**

1. Для приготовления испытуемого раствора зольный остаток, полученный после сжигания 1,0 г испытуемого образца в присутствии серной кислоты концентрированной, обработали при нагревании на сетке 2 мл насыщенного раствора ацетата аммония, нейтрализованного раствором гидроксида натрия. Добавили 3 мл воды и пропустили в пробирку через беззольный фильтр, предварительно промытый 1%-ным раствором уксусной кислоты и горячей водой. Тигель и фильтр промыли 5 мл воды, пропуская её через тот же фильтр в ту же пробирку.

2. Для приготовления эталонного раствора в тигель поместили концентрированную серную кислоту в количестве, взятом для сжигания испытуемого образца, и далее поступили как с испытуемым образцом, но промывание тигля и фильтра произвели только 3 мл воды. Затем к фильтрату добавили 2 мл стандартного раствора.

3. Для приготовления стандартного раствора 0,0799 г нитрата свинца поместили в мерную колбу вместимостью 500 мл и растворили в 50 мл воды с добавлением 0,5 мл концентрированной азотной кислоты, довели объём раствора водой до метки и перемешали. Затем 5,0 мл этого раствора поместили в мерную колбу вместимостью 100 мл, довели объём раствора водой до метки.

4. Контрольный раствор готовили так же, как и испытуемый раствор, но без испытуемого образца.

5. К полученным растворам добавили по 1 мл разведенной 30%-ной уксусной кислоты, 2 капли 2%-ного раствора сульфида натрия, перемешали и через 1 мин сравнили окраску с эталонным раствором.

## *Опыт 2*

**Лабораторное исследование образцов для определения концентрации свинца в растительном опаде** производилось в следующей последовательности:

1. По 1г каждого из 4 образцов измельчили, залили 200 мл дистиллированной воды и нагревали на водяной бане 15 минут. Остывшую смесь пропустили через бумажный фильтр.

2. Профильтрованные смеси поместили в пробирки в равных объемах. К каждому образцу добавили в равных пропорциях спирт и дистиллированную воду, упаривали полученный раствор. Затем добавили сульфид натрия.

3. В растворах выпал осадок разной степени концентрации. Наличие осадка свидетельствует о присутствии в исследуемых образцах ионов свинца. Количество осадка и интенсивность окрашивания разных анализируемых проб сравнили.

## *Опыт 3:*

**Лабораторное исследование образцов для определения концентрации железа в растительном опаде** производилось в следующей последовательности:

1. В пробирки поместили по 10мл водной вытяжки исследуемых образцов.
2. В каждую пробирку добавили 1 каплю концентрированной азотной кислоты, 2 капли раствора пероксида водорода и по 0,5 мл раствора роданида калия (20 г KCNS растворили в дистиллированной воде и довели до 100 мл).
3. Необходимо сравнить концентрацию окрашивания в полученных растворах. Бледно-розовое окрашивание появляется при концентрации ионов железа 0,1 мг/л, розовое – при 2,0 мг/л, а при концентрации более 10 мг/л – красное.

## *Опыт 4:*

**Лабораторное исследование образцов для обнаружения ионов меди в растительном опаде:**

1. В пробирку налить 3–4 мл кислотной вытяжки образца листовенного опада, добавить избыток 10%-ного раствора аммиака, перемешать.
2. Сравнить окраску раствора образцов и количество выпавшего осадка.



## **2.4. Систематизация данных, полученных в ходе эксперимента.**

**В результате проведённого комплекса измерений получены следующие данные:**

- В первом опыте (выявление уровня загрязнения тяжёлыми металлами) интенсивность окраски всех образцов не превысила эталонного раствора;
- Интенсивность окрашивания полученных растворов в каждом опыте распределилась следующим образом (см. приложения 4, 5, 6):
  - цвет полученных растворов образцов №3 и №4 практически не изменился, что говорит о наименьшем содержании тяжелых металлов;
  - в образце №2 интенсивность окраски соответствует показателю среднего содержания тяжелых металлов;
  - в образце №1 – наиболее интенсивная окраска, что говорит о наибольшей концентрации.
- Количество выпавшего осадка для опыта №2 (определение концентрации свинца) и №3 (обнаружение ионов меди) для каждого из образцов распределилось, опять же, следующим образом:
  - количество выпавшего осадка в образце №1 оказалось незначительным, но наибольшим;
  - наименьшее количество осадка – в образцах №3 и №4, собранных в лесопарковой зоне;
  - образец №2 – средние показатели количества выпавшего осадка.
- Для опыта №3 получены следующие данные: во всех образцах содержание ионов железа не превышает 0,1 мг/л (см. приложение 7).

Полученные данные представлены в таблице 1 (см. приложение 8).

## **2.5. Резюме к главе 2.**

Сравнительный анализ проведённых измерений концентраций тяжелых металлов в образцах растительного опада позволил дать следующую оценку экологической ситуации в 3-х зонах с разной степенью антропогенной нагрузки на природные экосистемы и сформулировать следующие выводы:

1. В Северном районе г. о. Электросталь на территории, удаленной от дорог и оживленных автомагистралей, в зоне зелёных насаждений, растительный опад наименее подвержен загрязнению как тяжелыми металлами, так и механическим мусором. Листовой опад и другие растительные остатки образуют подстилку, влияющую на водный режим, предохраняющую почву от эрозии и регулируюшую процессы почвообразования. Подстилка из растительного опада, образовавшаяся естественным путём, служит источником азотного питания, поддерживает биологический круговорот веществ и энергии – почвы здесь не нуждаются в восстановлении с помощью искусственных удобрений.
2. В местах скопления людей, на территории общего пользования, у дорог и тротуаров в результате антропогенного воздействия нарушается процесс почвообразования, почвы в этих местах подвержены обеднению и разрушению, поэтому необходимо предпринять комплекс мер по их восстановлению. Для повышения плодородия городских почв и улучшения их качества предлагается вносить компост, полученный из листового опада.

### **ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГУМУСА И РЕКОМЕНДАЦИИ АДМИНИСТРАЦИИ Г. О. ЭЛЕКТРОСТАЛЬ**

#### **3.1. Технология переработки органических отходов методом компостирования с использованием биопрепарата «Байкал ЭМ-1».**

1. Необходимо вырыть траншеи глубиной 0.5 м, расположенные над теплотрассами в частично затемнённом месте с достаточным увлажнением (50-60%).
2. В вырытые ямы послойно вносить очищенный и измельчённый органический субстрат, добавляя почву (составляющую 10% от общей массы), утрамбовывая и обрабатывая раствором «Байкал ЭМ-1» (в соотношении 1 л на тонну субстрата).
3. После закладки накрыть ямы пленкой, края которой закрепить, и засыпать сверху слоем земли.

4. Преобразование органических отходов в биогумус над теплотрассами будет длиться 3 месяца.

### **3.2. Технология обращения с городскими отходами.**

1. Необходимо организовать отдельный сбор пищевых отходов и растительных отходов, полученных при уходе за зелёными насаждениями в весенний сезон: при подрезке и вырубке деревьев и кустарников образуются древесно-растительные отходы в виде веток и листового опада, при уходе за городскими газонами остаются скошенная трава и однолетние сорняки.
2. В осенний период организовать сбор листового опада с территорий общего пользования (зоны зелёных насаждений, расположенные вблизи дорог и тротуаров).
3. Растительные и пищевые отходы, собранные в каждый из сезонов, очистить от механического мусора, измельчить и доставить в городские пункты переработки.
4. В соответствии с технологией компостирования организовать закладку субстрата.
5. Через 3 месяца извлечь переработанный компост.
6. Полученное удобрение вносить по 0,7 кг на квадратный метр поверхности городских почв.
7. Биогумус, не использованный для рекультивации городских почв, можно поставлять на рынок.

### **3.3. Рекомендации.**

Администрации г. о. Электросталь рекомендуется:

1. Организовать отдельный сбор, переработку пищевых отходов и отходов, образующихся при уходе за зелёными насаждениями (листового опада, веток, скошенной травы и сорняков), с последующей реализацией полученного биогумуса, на основе технологии обращения с отходами.
2. Предусмотреть финансирование на поэтапное создание городской системы отдельного сбора и переработки органических отходов путём включения в



городскую программу благоустройства г. о. Электросталь соответствующих мероприятий.

### 3.4. Оценка экономической стороны проекта.

Предлагается использовать часть городских органических отходов в качестве основы для получения биогумуса.

Цена на сбор утилизируемых отходов – 7,03 руб. за 1 куб. метр. Стоимость организации сбора в размере 100 куб. метров:

$$7,03 \text{ (руб.)} \times 100 \text{ (м}^3\text{)} = 703 \text{ (руб.)}$$

При этом разовые расходы на установку контейнеров для раздельного сбора мусора составят, в среднем, 10 000 руб. за 1 шт.

Компостирование предлагается проводить на участках, расположенных над теплотрассами, в траншеях глубиной 0,5 м. Цены на рытьё канав – 250 руб. за 1 куб. метр. Затраты на организацию траншей общим объёмом 100 куб. метров:

$$250 \text{ (руб.)} \times 100 \text{ (м}^3\text{)} = 25\,000 \text{ (руб.)}$$

На проведение всех работ, связанных с транспортировкой, укладкой, утрамбовкой органического субстрата и последующим извлечением, и доставкой биогумуса, потребуется 12 500 руб.

Масса 100 куб. метров субстрата, увлажнённого до 60%, составит приблизительно 40 тонн. Для обработки компоста такой массы потребуется 40 литров ЭМ-препарата. Цена 1 литра биораствора «Байкал ЭМ-1», в среднем, равна 250 руб. Затраты составят:

$$250 \text{ (руб.)} \times 40 \text{ (л)} = 10\,000 \text{ (руб.)}$$

Общие расходы за один цикл производства:

$$703 + 25\,000 + 12\,500 + 10\,000 = 48\,203 \text{ (руб.)} *$$

\* не учитываются разовые затраты на установку контейнеров.

Финансовые издержки одного цикла производства биогумуса представлены в таблице 2 (см. приложение 9).

Биогумус, который не был использован для рекультивации городских почв, можно поставлять на рынок. Производимый компост пользуется высоким спросом среди

садоводов, дачников, фермерских и тепличных хозяйств, а также среди организаций жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города.

Из 40 тонн субстрата в процессе компостирования образуется примерно 27 тонн ЭМ-компоста. Цена биогумуса на рынке, в среднем, составляет 21 руб. за 1 кг.

Стоимость 27 тонн органического удобрения составит:

$$21 \text{ (руб.)} \times 27 \text{ 000 (кг)} = 567 \text{ 000 (руб.)}$$

При продаже всего объёма образованного биогумуса сумма выручки составит: 567 000 руб.

Затраты: 48 203 руб.

Прогнозируемая прибыль (с учётом вычета налога в размере 6% от дохода по системе упрощённого ведения счёта) составит:

$$567 \text{ 000} - 48 \text{ 203} - 567 \text{ 000} \times 0,06 = 484 \text{ 777 (руб.)}$$

Выручка и возможная прибыль для одного цикла производства биогумуса представлены в таблице 3 (см. приложение 10).

### **3.5. Описание возможных перспектив продолжения исследовательской деятельности в данной области.**

Данный проект является частью более глобального долгосрочного исследования по решению проблем рационального использования ресурсов и загрязнения почв тяжёлыми металлами. Дальнейшую работу планируется продолжить на основе результатов данного проекта. Автор надеется, что исследование данной области позволит внести вклад в активизацию перехода г. о. Электросталь к устойчивому развитию.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В соответствии с поставленными задачами в ходе исследования сделано следующее:

1. Обзор литературных данных позволил вывить следующее: в настоящее время растительные и пищевые отходы с территории города вывозят на свалки и полигоны, тогда как из них можно получить ценное органическое удобрение

путём переработки. Найден наиболее безопасный способ утилизации органических отходов – компостирование, в процессе которого образуется питательная биомасса – её можно использовать для решения проблемы восстановления городских почв. Изучены особенности процесса переработки органических отходов с помощью ЭМ-технологий. Выяснено, что их практическое применение возможно в условиях г. о. Электросталь.

2. Из существующих методов исследования качества растительного опада для оценки состояния городских почв выбран химический анализ — обнаружение примесей тяжелых металлов способом Государственной Фармакопеи РФ.

3. Для лабораторного исследования были отобраны пробы растительного опада в 4-х выбранных тестовых участках г. о. Электросталь, расположенных в 3-х зонах с разной степенью антропогенной нагрузки на природные экосистемы (см. приложение 3). Результаты оценки качества образцов представлены в Таблице 1 (приложение 8).

Сравнительный анализ полученных данных позволил сделать следующие **выводы:**

- В Северном районе г. о. Электросталь на природной, рекреационной территории, в зоне зелёных насаждений, растительный опад наименее подвержен загрязнению как тяжелыми металлами, так и механическим мусором. На этих территориях почвы не нуждаются в восстановлении с помощью искусственных удобрений.
- На территориях общего пользования, у дорог и тротуаров в результате антропогенного воздействия нарушается процесс почвообразования, почвы подвержены обеднению и разрушению, поэтому необходимо предпринять комплекс мер по их восстановлению.

4. Разработаны предложения на основе технологии производства биогумуса и технологии обращения с отходами. Администрации г. о. Электросталь **рекомендуется:**



- 1) Организовать отдельный сбор, переработку пищевых отходов и отходов, образующихся при уходе за зелёными насаждениями (листового опада, веток и скошенной травы, и сорняков), с последующей реализацией полученного биогумуса.
- 2) Предусмотреть финансирование на поэтапное создание городской системы отдельного сбора и переработки органических отходов путём включения в городскую программу благоустройства г. о. Электросталь соответствующих мероприятий.

5. Подсчитаны финансовые издержки, выручка и возможная прибыль за один цикл производства (см. приложения 9, 10). Затраты на переработку 100 куб. метров органических отходов, которые составят примерно 48 тыс. руб. При продаже всего объёма образованного биогумуса сумма прогнозируемой выручки составит около 485 тыс. руб.

6. Планируется продолжить дальнейшее исследование проблем рационального использования ресурсов и загрязнения почв тяжёлыми металлами.

Компостированием органических отходов решается сразу несколько проблем: обезвреживание части городских бытовых отходов и получение полноценного органического удобрения для использования в процессе рекультивации земель, а также рациональное использование теряемого тепла теплотрасс. Внесение компоста на поверхность почв снижает необходимость поливов и применения искусственных удобрений.

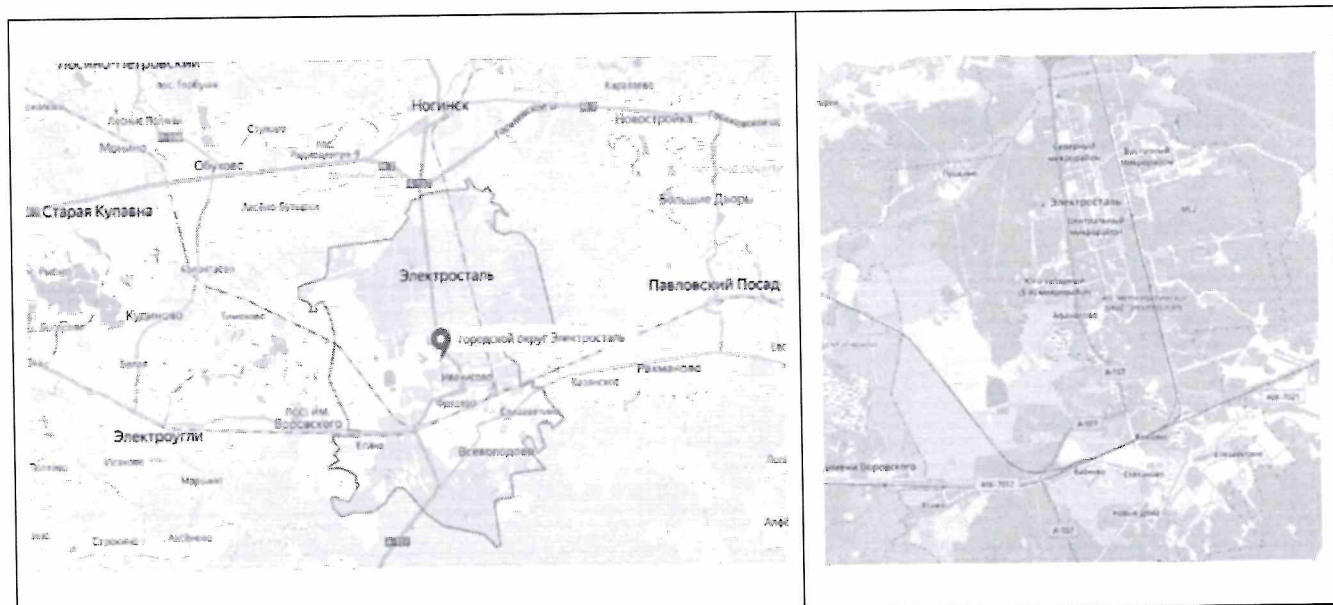
Такие меры помогут улучшить состояние городских почв, а также снизить нагрузку на городские свалки и полигоны.

Таким образом, можно считать, что цель работы достигнута, а гипотеза оправдалась.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

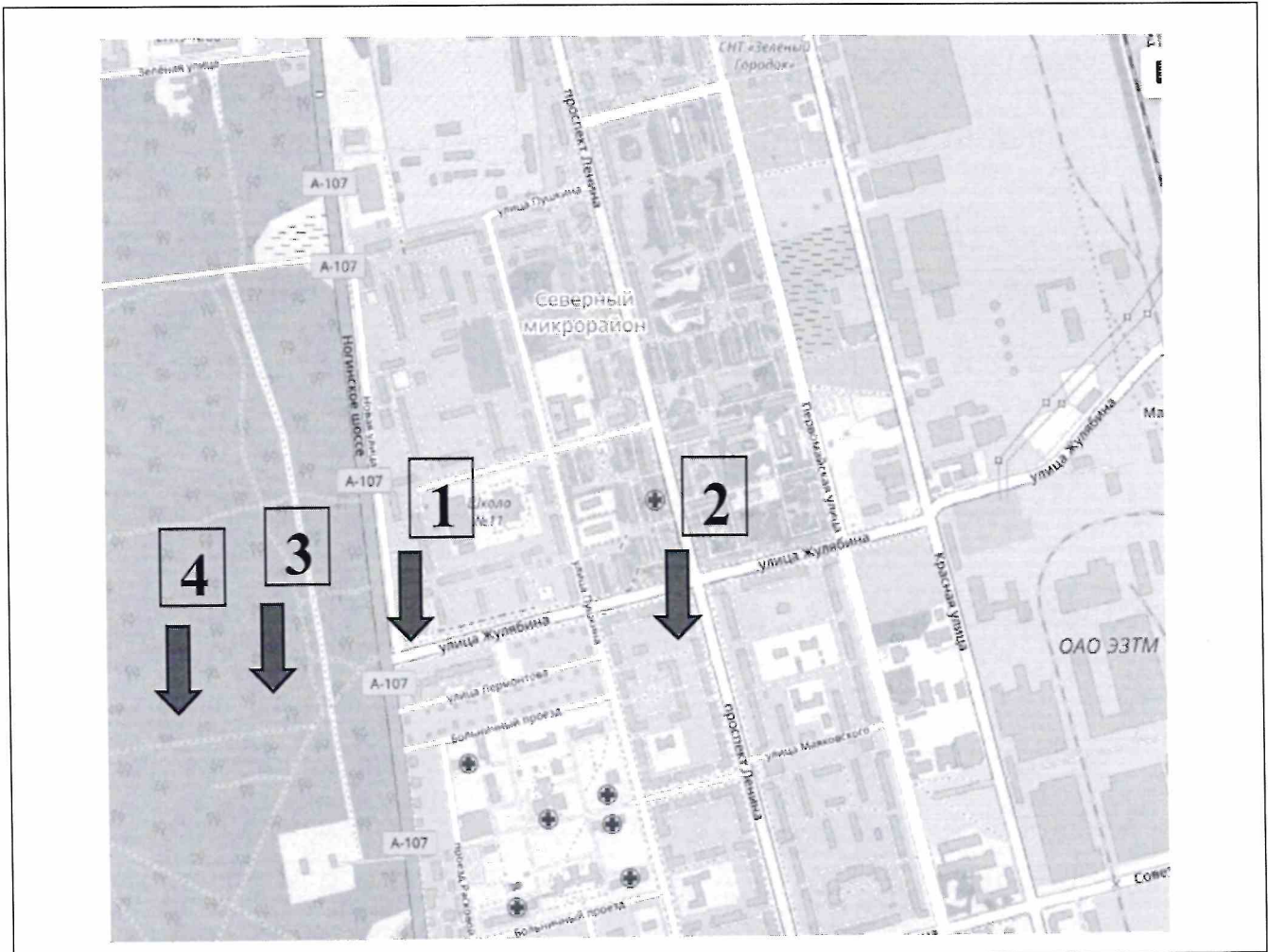
1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина – М: Изд-во МГУ, 1970. - 471 с.
2. Богатырев Л.Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах / Л.Г. Богатырев - Почвоведение, 1996. – 489 с.
3. Государственная Фармакопея Российской Федерации -Министерство здравоохранения РФ, 2008.
4. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие /авт. коллектив: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Березина; ред. А.Б. Ручин. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. - 412 с.
5. Муравьев А.Г. Оценка экологического состояния почвы / А.Г. Муравьев, Б.Б. Каррыев, А.Р. Ляндзберг. - СПб.: Кримас + ,2000.
6. Почвоведение / Под ред. И. С. Кауричева. Изд. 2-е. - М.: Изд-во «Колос», 1975. - 496 с.
7. Прожорина Т.И. Химический анализ почв. Часть 1: Лабораторный практикум для вузов [Электронный ресурс] / Т.И. Прожорина, Е.Д. Затулей. – Электрон. текстовые дан. – Воронеж: ВГУ, 2008. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/573/65573/36950?>
8. Федорец Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г Федорец, М. В. Медведева - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. - 84 с.
9. Ткаченко А. В. Определение тяжелых металлов в фитомассе и метод ее утилизации [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://revolution.allbest.ru/ecology/00791546\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/ecology/00791546_0.html)
10. Книга о ЭМ-препарате [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Книга ЭМ-технологии.doc](#)
11. Экологический обзор города Электросталь [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.e-ng.ru/ekologiya\\_i\\_oxrana\\_prirody/ekologicheskij\\_obzor\\_goroda\\_elektrostal.html](http://www.e-ng.ru/ekologiya_i_oxrana_prirody/ekologicheskij_obzor_goroda_elektrostal.html)

## ПРИЛОЖЕНИЯ

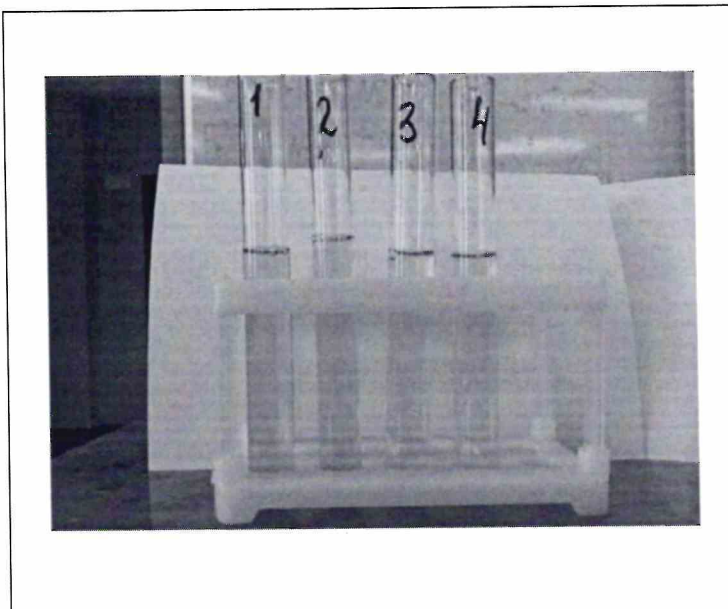


Приложение 2. Схемы расположения Северного микрорайона - места проведения исследований, в пределах территории г. о. Электросталь.

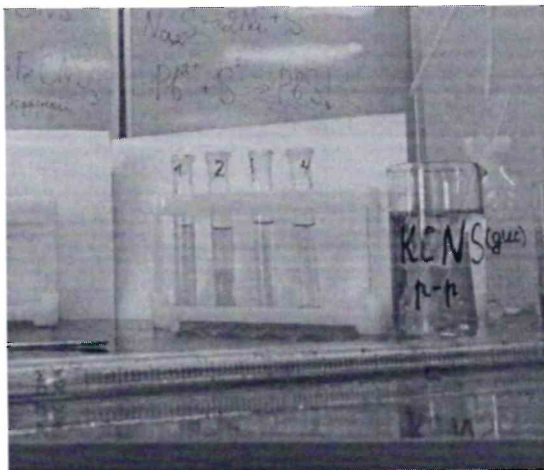




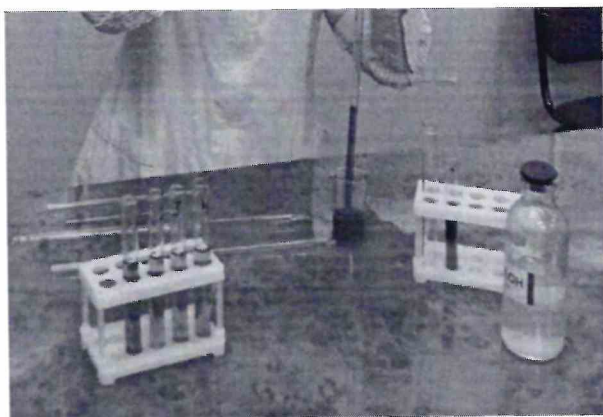
Приложение 3. Расположение 4-х тестовых участков на территории г. о. Электросталь (точки № 1-4), где произведён отбор образцов растительного опада для лабораторного химического анализа.



Приложение 4. Обнаружение ионов свинца. Результаты опыта.



Приложение 5. Обнаружение ионов железа. Результаты опыта.



Приложение 6. Обнаружение ионов меди. Результаты опыта.



Приложение 7. Концентрация ионов железа.

Приложение 8. Таблица 1.		
Образец	Место отбора	Результат
№1	Территория общего пользования (2м от Ногинского шоссе)	Содержит наибольшее количество мусора и примесей тяжелых металлов: ионов свинца, железа и меди.
№2	Селитебная территория (жилая застройка) – зона зелёных насаждений	Содержит меньшую концентрацию загрязнителей.
№3, 4	Лесопарковая зона «Авангард»	Механического мусора не обнаружено, а концентрация ионов тяжелых металлов минимальная.

Приложение 9. Таблица 2.			
<b>Финансовые издержки для одного цикла производства</b>			
Вид затрат	Количество	Цена за единицу	Стоимость
Раздельный сбор отходов	100 куб. метров	7,03 руб. / куб. метр	703 руб.
Рытьё траншей	100 куб. метров	250 руб. / куб. метр	25 000 руб.
Транспортировка, укладка, извлечение и доставка	100 куб. метров	125 руб. / куб. метр	12 500 руб.
Раствор «Байкал ЭМ-1», необходимый для обработки 100 куб. метров субстрата	40 л	250 руб. / л	10 000 руб.
Итого:			48 203 руб.


Приложение 10. Таблица 3.			
<b>Выручка и прогнозируемая прибыль для одного цикла производства</b>			
Вид продукции	Количество	Цена за единицу	Выручка
Биогумус	27 т	21 руб. / 1 кг	567 000 руб.
Налог в размере 6% от дохода			34 020 руб.
Затраты			48 203 руб.
Прибыль (с вычетом затрат и налога)			484 777 руб.



## Отзыв руководителя

Представленный проект является вкладом в решение актуальных проблем рационального использования ресурсов и улучшения качественных свойств городских почв.

Проведенные исследования в Северном районе г. о. Электросталь являются основой для разработки технологии производства биогумуса из органических отходов. Была проанализирована учебная и научная литература, иные источники для формирования представления об объекте и предмете исследования, изучены экологические особенности г. о. Электросталь. Выяснено, что в настоящее время растительный опад и пищевые отходы вывозят с территории города на свалки и полигоны, тогда как из них можно получить ценное органическое удобрение путём переработки для рекультивации городских земель и формирования газонов. В ходе исследования была произведена оценка состояния почв и проанализировано качество листового опада и других растительных остатков на территории города. Изучены особенности процесса переработки органических отходов с помощью ЭМ-технологий. В соответствии с технологией составлены рекомендации администрации г. о. Электросталь. Подсчитана экономическая составляющая реализации проекта.

Научный руководитель: \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ О.В. Сидоренко