

Автономное образовательное учреждение Удмуртской Республики  
«Региональный образовательный центр одаренных детей»

**Номинация «Ландшафтная экология и почвоведение»**

**Исследовательская работа**

**«Оценка экологического состояния почв  
микрорайона «Строитель» города Ижевска»**

Выполнила: Абдулхакова Айгуль,  
обучающаяся АОУ УР «РОЦОД»,  
учащаяся 11а класса МБОУ "СЭЛ № 45"

Руководитель: Данилова Вера Леонидовна,  
педагог дополнительного образования  
АОУ УР «РОЦОД»

Ижевск, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава I. Обзор литературы.....	4
1.1. Определение почвы.....	4
1.2. Городские почвы (урбоземы).....	4
Глава II. Физико-географическая характеристика района исследования.....	6
Глава III. Методика исследования.....	7
3.1. Определение механического состава почвы.....	9
3.2. Определение кислотности почвы.....	9
3.3. Приготовление солевой вытяжки.....	10
3.4. Приготовление водной вытяжки.....	10
3.5. Определение карбонат- и гидрокарбонат-анионов.....	10
Глава IV. Результаты исследования.....	12
4.1. Результаты изучения механического состава почв.....	12
4.2. Результаты химического анализа.....	13
Выводы.....	16
Заключение.....	17
Список источников информации.....	18
Приложения.....	20

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель** - оценить экологическое состояние почв на территории микрорайона «Строитель» города Ижевска

**Задачи:**

1. Изучить механический состав почв
2. Провести химический анализ почв
3. Провести картирование района исследования

По оценкам специалистов, почва – это один из важнейших природных компонентов, поддерживающих необходимое для сохранения здоровья человека состояние окружающей среды. Почва служит природным фильтром загрязнений, поступающих на её поверхность с атмосферными осадками, а также из других источников. Выполняя важные средообразующие функции, почва изменяет химический состав атмосферных осадков и подземных вод, она является хорошим поглощательным барьером выбросов от автотранспорта, ТЭЦ, заводов и т.д., а также контролирует газовый состав атмосферы, выделяя и поглощая различные газы (метан, аммиак, углекислый газ и др.).

**Актуальность:** Воздействие на почвы также влияет и на состояние зеленых насаждений, которые играют важную роль в поддержании комфортной среды, очищая воздух от шума, пыли и газов, выполняя ветрозащитную и терморегуляционную функцию. В городской среде наблюдается комплексное воздействие негативных факторов природного и антропогенного характера на рост и развитие растений, их способность к репродукции. Актуальными в настоящее время становятся вопросы реконструкции и возобновления городских насаждений, что невозможно без оценки экологического состояния почв.

Подобное исследование еще не проводилось на территории микрорайона «Строитель», а потому вопрос об экологическом состоянии почв на данной участке малоизучен.

Исследование проводилось с октября 2020 года по октябрь 2021 года. Пробы были взяты с различных участков на территории микрорайона «Строитель» г. Ижевска.

# ГЛАВА I. ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

## 1. 1. Определение почвы

Почва - природное тело, обладающее плодородием и формирующееся в результате воздействия на него различных факторов почвообразования. В почве взаимодействуют литосфера, атмосфера, гидросфера и биосфера, а плотность живого вещества планеты максимальна.

Почва состоит из минеральных частиц, почвенной воды, почвенного воздуха, органического вещества в основном растительного происхождения и живых организмов. В различных районах Земли толщина почвы колеблется от нескольких сантиметров до 2-3 метров.

Почва образуется очень медленно, для полного обновления ее минеральной части на глубину 1 м необходимо 10 000 лет.

От климата зависят тепловой и водный режимы почвообразования, а также скорость выветривания горных пород. Растительность поставляет в почву органические вещества и заметно влияет на ее микроклимат. Животные и микроорганизмы, населяющие почву, перемешивают и разрыхляют ее, а также ускоряют разложение органических остатков. В зависимости от рельефа перераспределяются тепло и влага, а химический состав и режим грунтовых и почвенных вод воздействуют на многие почвенные процессы.

По степени выраженности отдельных почвенных горизонтов, их мощности, химическому составу определяют типы почв — черноземы, солончаки, серые и подзолистые почвы и т.д.

Наиболее ценное свойство почвы — плодородие, т.е. способность обеспечивать растения необходимыми питательными веществами и влагой. [5,6,7,10]

## 1.2. Городские почвы (урбоземы)

В результате антропогенного воздействия городские почвы имеют существенные отличия от природных почв, главными из которых являются следующие:

- формирование почв на насыпных, намывных, перемешанных грунтах и культурном слое;
- наличие включений строительного и бытового мусора в верхних горизонтах;
- изменение кислотно-щелочного баланса с тенденцией к подщелачиванию;
- высокая загрязненность тяжелыми металлами, нефтепродуктами, компонентами выбросов промышленных предприятий;
- изменение физико-механических свойств почв (пониженная влагоемкость, повышенная плотность, каменистость и т.д.);
- рост профиля за счет интенсивного напыления.

Почвы в городе существуют под воздействием тех же факторов почвообразования, что и природные ненарушенные почвы, но в городах антропогенные факторы почвообразования преобладают над естественными факторами. Городские почвы отличны от естественных по химическим и водно-физическим свойствам. Они переуплотнены, почвенные горизонты перемешаны и обогащены строительным мусором, бытовыми отходами. Почвенный покров крупных городов отличается также и высокой контрастностью, неоднородностью из-за сложной истории развития города, перемешанности погребенных разновозрастных исторических почв и культурных слоев.

Для большинства городских почв характерно отсутствие генетических горизонтов и наличие различных по окраске и мощности слоев искусственного происхождения. До 30-40% площади жилых застроенных зон занимают запечатанные почвы (экрanoземы), в промышленных зонах преобладают химически загрязненные индустриземы на насыпных и привозных грунтах, вокруг АЗС формируются интруземы (перемешанные почвы), а в районах новостроек - почвоподобные тела (реплантоземы).

Особый вклад в ухудшение химических свойств почв вносят "снегоносы" - применение зимой солей в целях быстрого освобождения дорожных покрытий от снега. Для этого обычно используют хлористый натрий (поваренную соль), что ведет не только к коррозии подземных коммуникаций, но и к искусственному засолению почвенного слоя. Предлагаемые безвредные для растений заменители соли (например, фосфорсодержащая зола) не нашли в России широкого применения. Благодаря повышенному поступлению из атмосферы карбонатов кальция и магния почвы имеют повышенную щелочность (их рН достигает 8-9).

По оценкам специалистов, с ростом урбанизации в городах прогрессивно уменьшается площадь озеленения и увеличивается запечатанность территории жилыми постройками, камнем, асфальтом и т.д.; ухудшаются почвенно-геологические условия, что ведет к подтоплению, заболачиванию, просадкам, образованию карстовых зон; увеличивается загрязнение приземного воздушного слоя; наблюдается превышение норм рекреационного использования. Помимо этого всё большее значение приобретает действие других экологически неблагоприятных факторов: переуплотнения корнеобитаемого слоя и захламления поверхности, истощения и нарушения органофилия, сокращения биоразнообразия, микрофлоры и почвенной мезофауны и её структурных изменений, заражения патогенными микроорганизмами, внедрения загрязняющих веществ, источниками которых являются внутригородские и аварийные выбросы и глобальные массопереносы, загрязнения тяжёлыми металлами и другими токсичными веществами, изменения кислотности и щелочности почв.

## ГЛАВА II. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Город Ижевск располагается на подзональном контакте южной тайги и хвойно-широколиственных лесов, на границе центрального и южного климатического района. Преобладают дерново-подзолистые почвы.

Климат г.Ижевска умеренно-континентальный, с холодной долгой зимой, теплым коротким летом и выраженными переходными сезонами - весной и осенью. Средняя температура января  $-12,4^{\circ}\text{C}$ , июля  $+18,9^{\circ}\text{C}$ ; среднегодовое количество осадков 512мм, среднегодовая скорость ветра - 3,6м/с, среднегодовая влажность воздуха 76%.

Население Ленинского района насчитывает 126 023 человек. Он находится в юго-западной части города, на правом побережье реки Иж и является градообразующим. Здесь сконцентрированы крупнейшие предприятия металлургического и машиностроительного комплекса, такие как «Ижсталь», «Нефтемаш»; предприятия строительного комплекса и перерабатывающей промышленности. Площадь района составляет 130 км<sup>2</sup> – это 32,5% всей территорий города.

Ленинский район следует считать умеренно–загрязненным в экологическом отношении, так как преобладающее направление ветров в Ижевске юго-западное, и большая часть выбросов в атмосферу попадает в центральный и восточный районы города.

Улица Клубная — центральная улица жилого района «Строитель» Ленинского административного района города Ижевск. Проходит с запада на восток от улицы Олега Кошевого до 14-й улицы. Пересекает Новосестнадцатую, Новостроительную, Мужвайскую улицы и заканчивается на Т-образном перекрестке с улицей Олега Кошевого. Ее протяженность – около 2 км. По обе стороны от автомагистрали расположены жилые многоэтажные дома, магазины, два рынка, школы, детские сады. [12]

### ГЛАВА III. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось с октября 2020 года по октябрь 2021 года. Пробы были взяты методом “конверта” на участках на территории микрорайона «Строитель» г. Ижевска (Рис. 1). Были выбраны 26 участков (Приложение 1):

- 1, 2. На перекрестке улиц Клубная и Четырнадцатая
- 3, 4. Между остановками “Швейная фирма “Зангари”” и “Клубная”
- 5, 6. На перекрестке улиц Клубная и Новшестнадцатая
- 7,8. Напротив МБОУ “СОШ №100”
9. У остановки “Селтинская”
10. На территории АОУ УР “РОЦОД”
11. На территории сквера Оружейника Драгунова
12. На территории МБОУ «СОШ №85»
13. На территории МБОУ «СЭЛ №45»
14. На территории двора Клубная, 57
15. На территории МБОУ «СОШ №61»
16. На территории двора Оружейника Драгунова, 52
17. На территории двора Клубная, 23
18. На улице Городок строителей, 64
19. На улице Городок строителей, 70
20. На улице Новостроительная, 29
21. На улице Баранова, 53
22. На улице Олега Кошевого, 2
23. На улице Клубная, 58
24. На улице Баранова, 59
25. На улице Луначарского, 21
26. На улице Новоажимова, 6

Метод «конверта» заключается в сборе пробы с пяти точек (четыре точки по углам и одна в центре). Масса объединенной пробы составляла 1 кг. Почва бралась с глубины 10 см [1,2].

Пробы были высушены, очищены от инородных включений и просеяны. Был определен механический состав, с помощью мини-экспресс лаборатории «Пчелка-У/почва» (Рис. 2) проведен химический анализ водной вытяжки на активный хлор и сульфаты. Концентрация хлоридов и нитратов определялась методом прямой ионометрии при помощи лабораторного иономера И-160МИ (Рис.3). Кислотность определялась с помощью рН-метра рН-150МИ у солевой вытяжки [15]. Засоленность определялась в соответствии с таблицей 5 (Приложение 2)

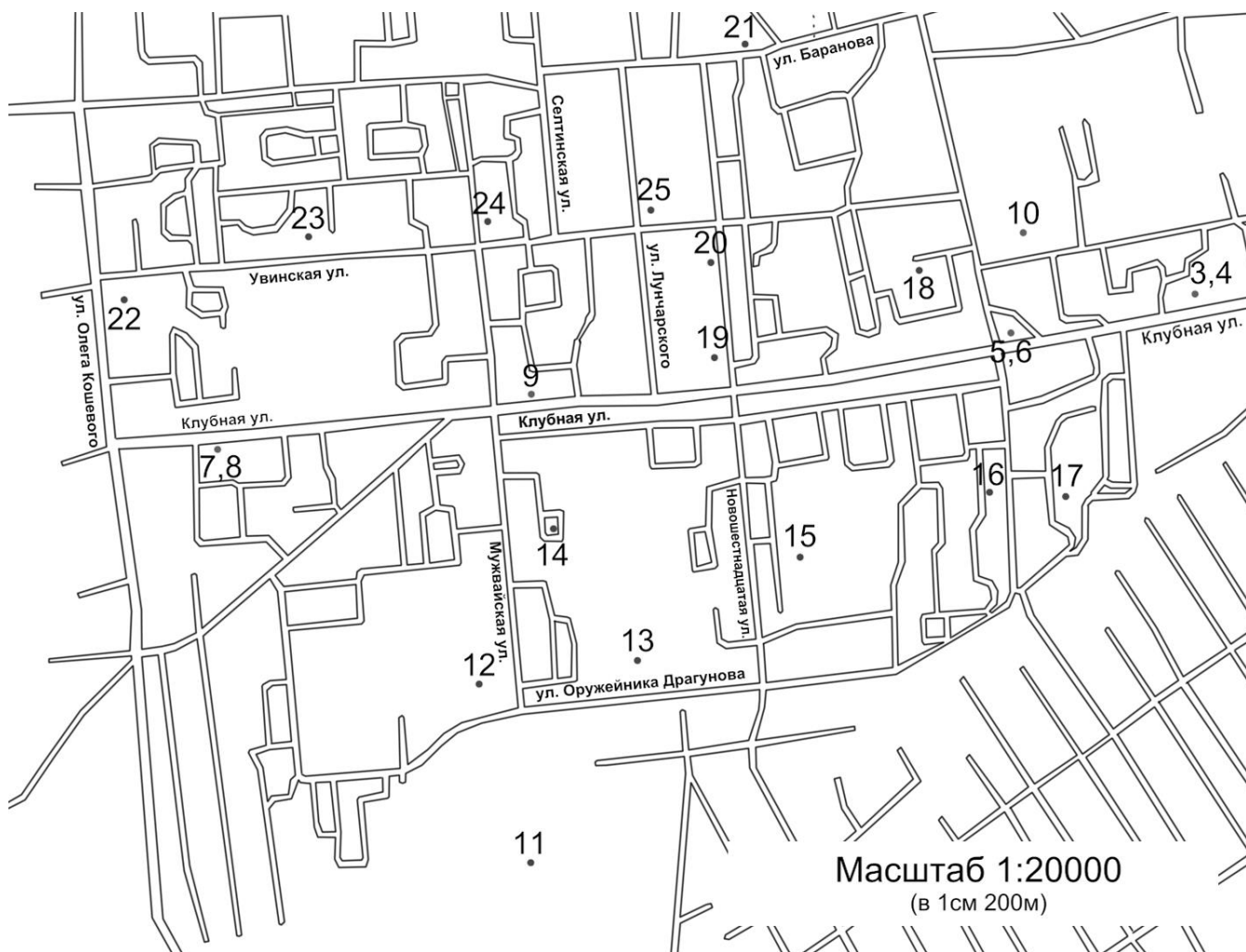


Рис. 1. Карта района исследования



Рис. 2. Мини-экспресс лаборатория «Пчелка-У/почва»



Рис. 3. Иономеры

### 3.1. Определение механического состава почвы

Выделяют следующие основные разновидности почв по механическому составу: глинистые, суглинистые, супесчаные и песчаные. В основу подобного выделения положена пластичность почвы, ее способность к слипанию.

Для определения механического состава почв используется тест, выполняемый «методом шнура». Небольшое количество сырой почвы берется на ладонь и разминается до тестообразного состояния. Если почва недостаточно сырая, то она смачивается водой так, чтобы вода из почвы не отжималась, но почва была достаточно пластичной. Хорошо размятую почву раскатывают на ладони ребром другой руки в шнур толщиной около 3мм и сворачивают в кольцо диаметром около 3см. При этом, в зависимости от механического состава почвы, получаются различные результаты.

Тяжелые глинистые почвы во влажном состоянии при раскатывании образуются длинный, тонкий шнур, легко сворачиваемый в стойкое кольцо.

Средний суглинок дает более толстый шнур, но кольцо распадается на отдельные кусочки. Легкий суглинок не скатывается в тонкий шнур, при большом увлажнении может дать «колбаску» толщиной в 3—4 мм, распадающуюся на отдельные сегменты, кольца не образует. Поверхности среза от ножа или лопаты матовые.

Супесчаные почвы шнура не образуют, легко скатываются в шар во влажном состоянии.

Песчаные почвы не связны, сыпучи, при большом увлажнении можно слепить шар [13,16].

### 3.2. Определение кислотности почвы:

Кислотность почвы – важный экологический фактор, определяющий условия жизнедеятельности почвенных организмов и высших растений, а также аккумуляцию и подвижность загрязнителей в почве (в первую очередь металлов). При высокой кислотности угнетается рост и развитие многих растений, подавляется жизнедеятельность микроорганизмов. При высокой кислотности почвы необходимо проводить ее известкование. Кислотность почвы определяют, измеряя величину рН солевой вытяжки. В зависимости от величины рН почва может быть кислой, нейтральной или щелочной [9]:

- рН = 4 и менее – сильнокислая;
- рН = 5 – кислая;
- рН = 6 – слабокислая;
- рН = 7 – нейтральная;
- рН = 8 и более – щелочная

### **3.3. Приготовление солевой вытяжки почвы:**

1. Высушить отобранный образец почвы в сушильном шкафу или на воздухе, расположив почву в кювете слоем толщиной не более 2см. Образец почвы необходимо предварительно подготовить; отобрать инородные включения, камни и т.п. Почва для анализа должна быть рассыпчатой.
2. Добавить к почве раствор хлорида калия в количестве 5мл раствора на 2г почвы, приготовив тем самым солевую вытяжку. Объем раствора хлорида калия отмерить с помощью цилиндра.
3. Перемешать содержимое стакана в течение 3-5 мин. с помощью стеклянной палочки.
4. Отфильтровать содержимое стакана через бумажный фильтр, собирая готовую вытяжку в нижний стакан. Обратит внимание на ее внешний вид (цвет, мутность). Вытяжка должна быть однородной и не содержать частиц почвы. [9]

### **3.4. Приготовление водной вытяжки почвы:**

1. Высушить отобранный образец почвы в сушильном шкафу или на воздухе, расположив почву в кювете слоем толщиной не более 2см. Образец почвы необходимо предварительно подготовить; отобрать инородные включения, камни и т.п. Почва для анализа должна быть рассыпчатой.
2. Добавить к почве дистиллированную воду в количестве 5мл раствора на 1г почвы. Объем воды отмерить с помощью цилиндра.
3. Перемешать содержимое стакана в течение 3-5 мин. с помощью стеклянной палочки.
4. Отфильтровать содержимое стакана через бумажный фильтр, собирая готовую вытяжку в нижний стакан. Обратит внимание на ее внешний вид (цвет, мутность). Вытяжка должна быть однородной и не содержать частиц почвы. [9]

### **3.5. Определение карбонат- и гидрокарбонат-анионов**

1. В склянку налить 10мл анализируемой воды
2. Добавить в склянку пипеткой 5-6 капель фенолфталеина. При отсутствии окрашивания раствора считают, что карбонат-анион в пробе отсутствует (рН пробы меньше 8,0-8,2)

3. Постепенно титровать содержимое склянки раствором соляной кислоты (0,05 н) до тех пор, пока окраска побледнеет до слабо-розовой. Определить объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование ( $V_K$ , мл)

4. Рассчитать массовую концентрацию карбонат-аниона ( $C_K$ , мг/л) по формуле  $C_K = V_K \cdot 300$

5. В склянку налить 10мл анализируемой воды либо использовать раствор, оставшийся после определения карбонат-аниона.

6. Добавить пипеткой 1-2 капли раствора метилового оранжевого

7. Постепенно титровать пробу раствором соляной кислоты при перемешивании до перехода желтой окраски в розовую. Определить объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование ( $V_{ГК}$ , мл)

8. Рассчитать массовую концентрацию карбонат-аниона ( $C_K$ , мг/л) по формуле  $C_{ГК} = V_{ГК} \cdot 305$ . [9]

## ГЛАВА IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1. Результаты изучения механического состава почв

В результате исследования выяснилось, что по механическому составу почвы делятся на средние суглинки (участок №1,25), легкие суглинки (участки №№13,19,22), супеси (участки №№2,4,6,8,9,10,11, 12,14,15,16,17,18,20,23,24,26) и пески (участки №№3,5,7,21) (Рис. 4; Приложение 2, таблица 3).

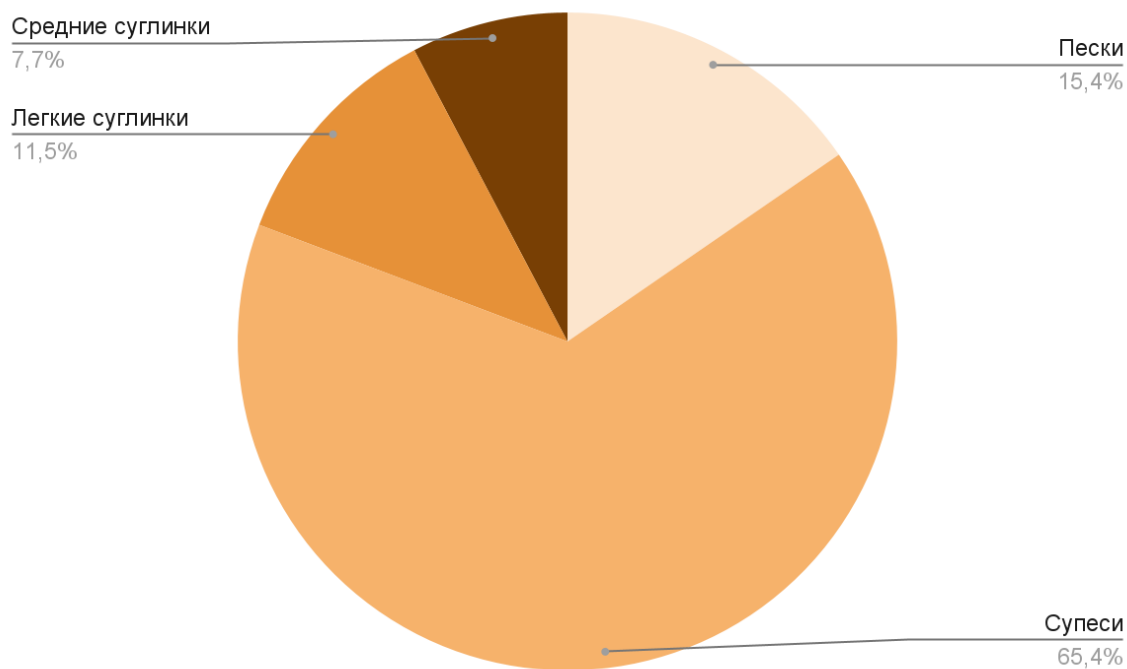


Рис. 4. Виды почв по механическому составу

Песчаные почвы содержат мало питательных веществ, обладают хорошей водопроницаемостью. Питательные вещества вымываются из верхнего слоя, не поступая к корням растений. Эти почвы хорошо прогреваются и быстро охлаждаются. Супесчаная почва раньше оттаивает весной, проблем с воздушным питанием корней не возникает. Однако вода быстро испаряется и просачивается в более нижние слои, при этом влага уносит часть необходимых растениям питательных веществ (особенно соединений азота).

Суглинистые почвы являются наиболее плотными среди остальных типов почв. Они прогреваются и набирают влагу медленнее, чем песчаные, но зато не так легко отдают воду и полезные минеральные вещества, в них дольше удерживаются удобрения. Однако при избытке влаги в таких почвах нарушается снабжение корней кислородом, а для улучшения структуры следует регулярно вносить разрыхляющие землю вещества – песок и органические удобрения.

## 4.2. Результаты химического анализа

При характеристике кислотно-щелочного режима почв выделяют следующие градации: рН = 6,5 - 7,0 - пригодные и плодородные; рН = 7,0 - 7,5 - потенциально плодородные; рН = 7,5 - 8,0 - малопригодные и слаботоксичные; рН = 8,0 - 8,5 - среднепригодные и среднетоксичные рН > 8,5 - непригодные по химическим свойствам и сильнотоксичные [7].

Большинство изученных проб имеют нейтральную рН или близкую к нейтральной (6,35 – 7,25), т.е. пригодны и потенциально пригодны для озеленения. Тем не менее, природные дерново-подзолистые почвы, преобладающие в Удмуртской республике, характеризуются кислой и сильнокислой реакцией (рН = 4 - 5,5), однако подщелачивание характерно для урбоземов. Кислые почвы были обнаружены на участке №11, что можно объяснить произрастанием на данной территории хвойных деревьев (Рис. 5.)

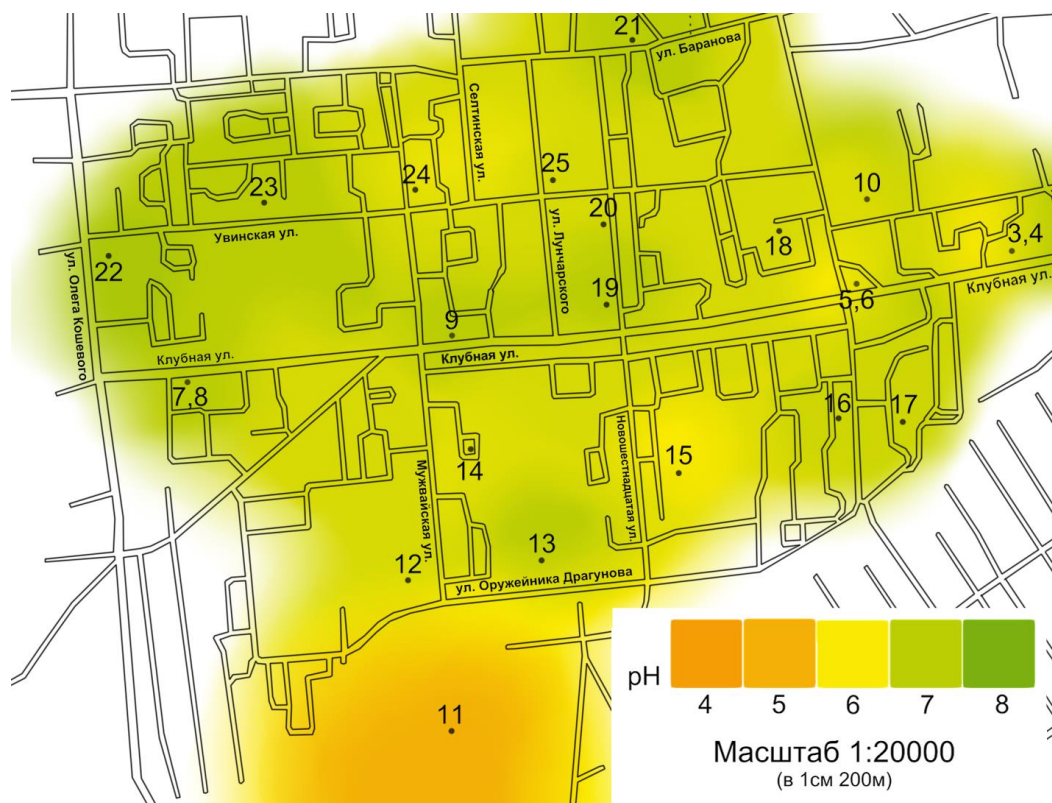


Рис.5. Карта исследования (уровень кислотности почв)

На участках №№3, 6, 8, 14 (Приложение 2, таблица 1) был обнаружен активный хлор, что может говорить о следах использования дезинфекционных растворов (хлорной извести, гипохлоритов кальция и натрия). Активный хлор может подавлять дыхательную активность микробиоты почв, ухудшая их качество [14].

Были определены концентрации легкорастворимых солей (гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов) в водной вытяжке (Приложение 2, таблица 2).

Легкорастворимые соли считаются токсичными для растений, поскольку они увеличивают осмотическое давление почвенной влаги, снижая ее доступность для растений. Именно эти соли могут вызвать засоленность почвы, что негативно скажется на свойствах и создаст неблагоприятные условия для развития и роста растений. Результаты показали, что большинство изученных почв – 80,8% изученных участков - (Приложение 2, таблица 4) являются слабозасоленными (Рис.6.).

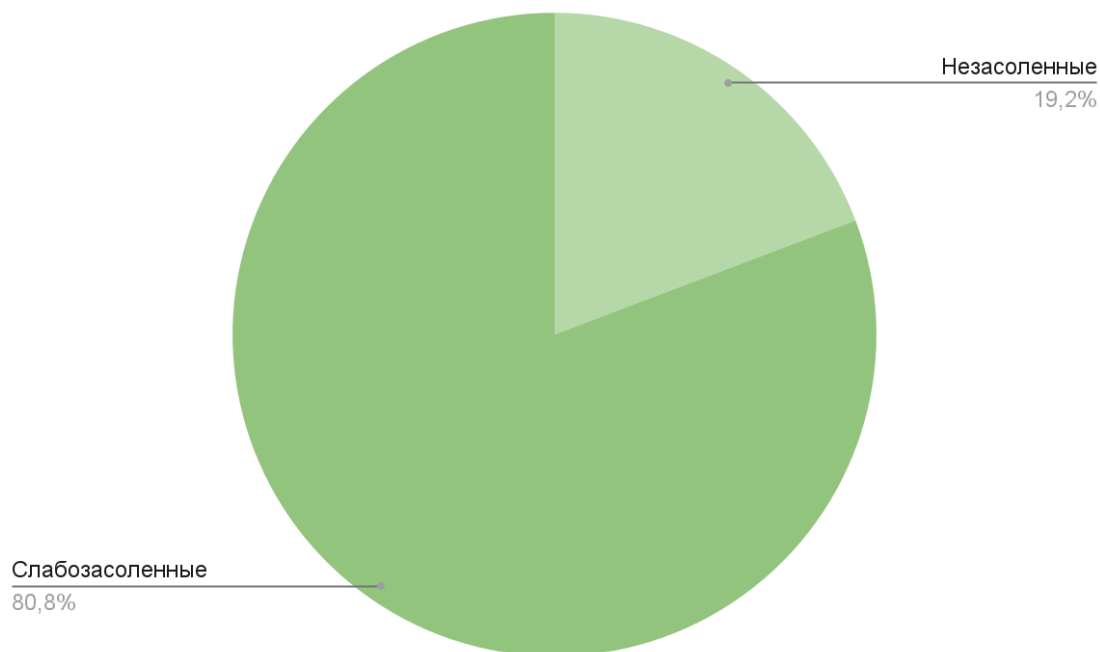


Рис. 6. Степень засоленности почв

В результате химического анализа было обнаружено превышение ПДК нитратов от 1,2 до 5 раз на участках №№12,16,17,18,19,20,22,24,26 (Рис. 7,8). На участке №17 обнаружено наибольшее содержание нитратов (превышение ПДК почти в 5 раз). Под слоем почвы в 10см на данном участке находился толстый слой глины, что могло затруднить вымывание солей и способствовать их накоплению. Повышенное содержание нитратов может говорить о процессах самоочищения почвы от азотсодержащих органических веществ [11].

Превышения ПДК других изучаемых химических веществ не было обнаружено [3].

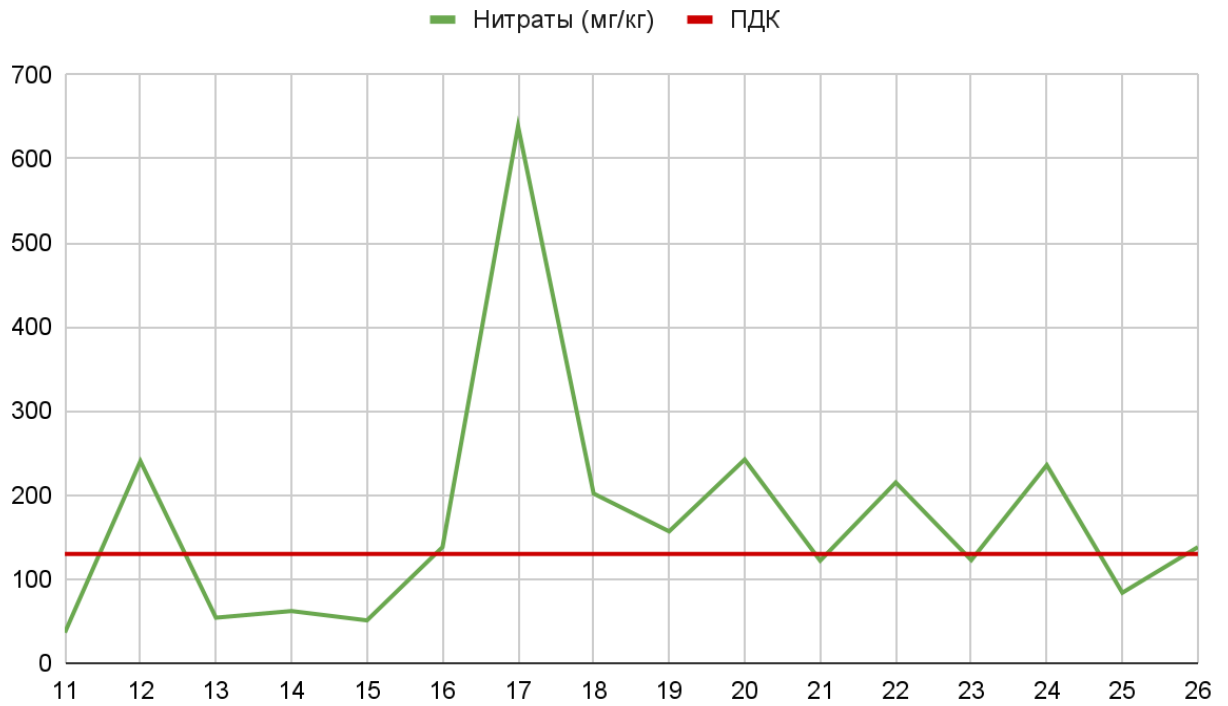


Рис. 7. Содержание нитратов в пробах

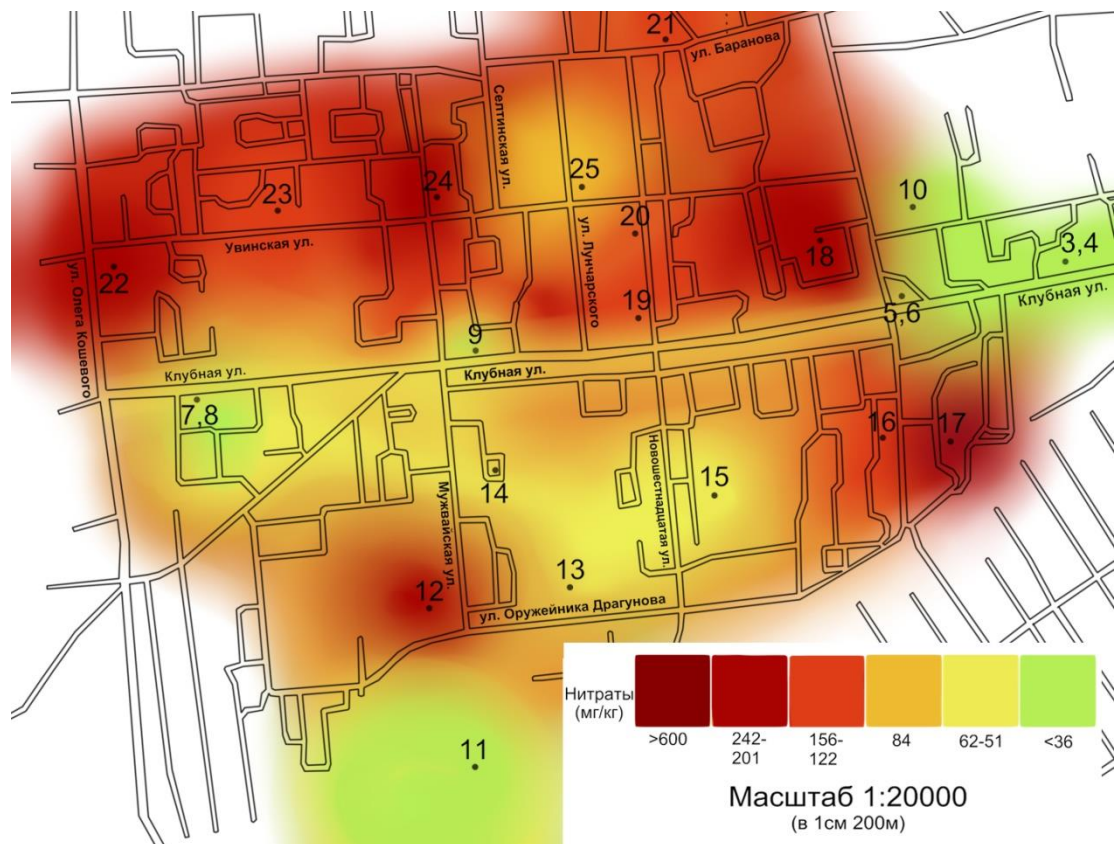


Рис. 8. Карта района исследования (содержание нитратов)

## ВЫВОДЫ

1. По механическому составу большинство изучаемых почв относятся к супесям. Такие почвы хорошо прогреваются, однако плохо удерживают воду.
2. Большинство изученных почв имеют  $\text{pH} = 6,35 - 7,25$  (нейтральную и близкую к нейтральной), что делает их потенциально пригодными для озеленения.
3. Химический анализ показал, что изученные почвы имеют смешанный слабый тип засоления или не засолены. Это может благоприятно сказаться на росте растений.
4. На девяти из 26-ти участков превышена ПДК нитратов. Повышенное содержание нитратов может говорить о процессах самоочищения почвы от азотсодержащих органических веществ.
5. Превышения ПДК других изучаемых химических веществ не было обнаружено. Также был выявлен активный хлор на четырех участках, что может говорить о следах использования дезинфекционных растворов
6. Было проведено картирование района исследования по уровню кислотности и содержанию нитратов в почве.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Для составления более полной картины загрязненности района исследования необходимо дополнительно изучить почвы на содержание веществ, которые могут не только представлять опасность для растений, но и непосредственно влиять на здоровье населения (тяжелые металлы, нефтепродукты и др.). Также требуется провести обследование зеленых насаждений, чтобы составить рекомендации для их дальнейшего возобновления.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб
2. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа
3. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»
4. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Гущина Э.В. Экологический практикум школьника – Самара: Корпорация «Федоров», Издательство «Учебная литература», 2006. - 144с.
5. А.С. Изд. 2-е. Гаркуша И.Ф. Почвоведение. Изд. 5-е, Л. – М., Сельхозиздат, 1961. - 352 с.
6. Зеликов В.Д. Почвоведение: Учебник для техникумов, - М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 216 с.
7. Методические указания по оценке городских почв при разработке градостроительной и архитектурно-строительной документации/Курбатова А.С., Башкин В.Н., Мягкова А.Д., Решетина Т.В., Савельева В.А., Тощева Г.П., Яковлев – Москва, 2003
8. Муравьев А.Г., Каррыев Б.Б.б Ляндзберг А.Р. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство./Под ред. Муравьев А.Г. – СПб.: «Крисмас+», 2-е изд., перераб. и дополн., 2000. – 164с.
9. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций./Под ред. к.х.н. Муравьева А.Г. – СПб.: «Кристмас+», 2003. – 176с.
10. Никольский Н.Н. Почвоведение – М.: Гос. Учеб.-пед. Изд. Мин. Просвещения РСФСР, 1963. – 304с.
11. Пособие по вопросам изучения загрязненных земель и их санации / Н.Д. Сорокин, Е.Б. Королева, Е.В. Лосева, Н.В. Осинцева. – СПб., 2012. – 119с.
12. Природа Ижевска и его окрестностей: Сборник статей / Составитель В.М. Подсизерцев. – Ижевск: Удмуртия, 1998. -248 с.
13. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций и Общественный фонд “Центр обучения, консультации и инновации” Практические способы определения свойств почвы в фермерских условиях - Бишкек, 2018. – 28с.
14. Рымовская М.В., Романовский И.В. Воздействие отработанных растворов дезинфекции сооружений водоснабжения на почву // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2016. - №4. – С. 214-219
15. Учебное пособие / Е.В. Пименова, А.Е. Леснов, ФГОУ ВПО Пермская ГСХА. - Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО Пермская ГСХА, 2008. - 145 с

16. Влажность и гранулометрический состав почвы. URL: <https://rasc chrono.ru/pochvennaya-semka/3389-vlazhnost-i-granulometricheskiy-sostav-pochvy-chast-2.html> (дата обращения 12.11.2020)

17. Определение карбонатов. URL: [http://book-ist.ru/gedr/c2\\_4.html](http://book-ist.ru/gedr/c2_4.html) (дата обращения 12.11.2020)

18. Загрязнение почв. URL: [studwood.ru/1154005/ekologiya/zagryaznenie\\_pochv](http://studwood.ru/1154005/ekologiya/zagryaznenie_pochv) (дата обращения 15.11.2020)



Рис. 8 - Участок №1



Рис. 9 - Участок №2



Рис. 10 – Участок №3



Рис. 11 – Участок №4

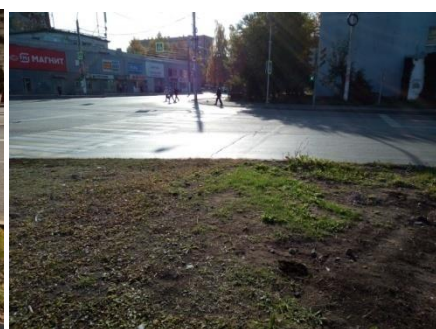


Рис. 12 – Участок №5



Рис. 13 – Участок №6



Рис. 14 – Участки №7,8

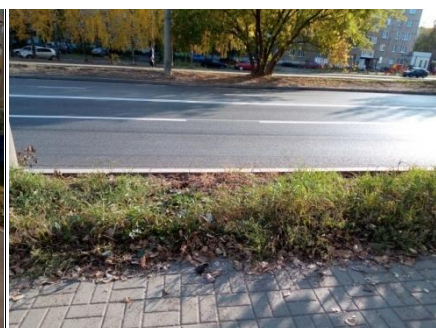


Рис. 15 – Участок №9



Рис. 16 – Участок №11



Рис. 17 – Участок №12



Рис. 18 – Участок №13



Рис. 19 – Участок №14



Рис. 20 – Участок №15



Рис. 21 – Участок №16



Рис. 22 – Участок №17



Рис. 23 – Участок №18



Рис. 24 – Участок №19



Рис. 25 – Участок №20

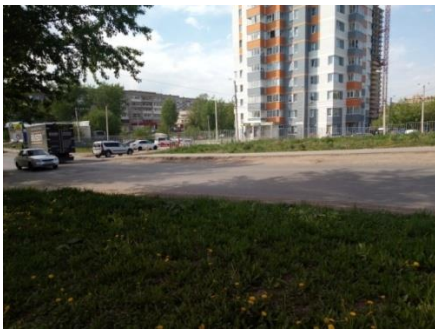


Рис. 26 – Участок №21



Рис. 27 – Участок №22

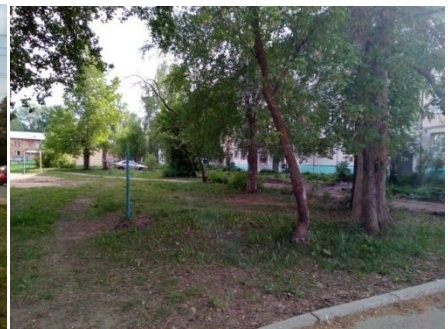


Рис. 28 – Участок №23



Рис. 29 – Участок №24



Рис. 30 – Участок №25



Рис. 31 – Участок №26

Таблица 1. Результаты химического анализа

№	рН	Акт. Хлор (мг/кг)	Сульфаты (мг/кг)	Нитраты (мг/кг)	Хлориды (мг/кг)	Гидрокарбонаты (мг/кг)
1	7,04	0,3	38,4	1	1,3	38,125
2	7,13	0,3	5,76	3,7	3	53,375
3	6,35	0,3	11,52	1,3	1,3	61
4	6,99	0	23,04	3	7,7	76,25
5	6,47	0	7,68	9,7	9,3	61
6	7,19	0,3	5,76	6,7	1,3	45,75
7	6,89	0	19,2	10	1,7	61
8	7,25	0,3	15,36	5	2,3	45,75
9	7,22	0	15,36	22	12,7	61
10	6,42	0	7,68	2	1,3	30,5
11	4,81	0	9,6	36,4	3,15	30,5
12	6,92	0	11,52	240,3	10,4	61
13	7,19	0	9,6	54,1	2,58	45,75
14	6,54	1,2	5,76	62	3,08	30,5
15	6,21	0	7,68	50,9	3,67	30,5
16	6,86	0	5,76	138,1	5,76	45,75
17	6,77	0	7,68	638,8	47,4	45,75
18	6,68	0	3,84	201,5	4,72	45,75
19	7,13	0	11,52	156,8	5,24	45,75
20	6,78	0	15,36	242,3	3,8	15,25
21	7,02	0	5,76	122	18,8	61
22	7,41	0	13,44	215	12,8	30,5
23	7,25	0	9,6	122,6	14	76,25
24	6,40	0	3,84	235,7	41	61
25	6,50	0	7,68	83,8	7,02	45,75
26	7,30	0	11,52	138,1	11	61
ПДК	-*	-*	160	130	360	-*

\* - отсутствуют данные о ПДК в почвах

Таблица 2. Степень засоленности почв

Участок	Содержание соли						Степень засоленности
	Хлориды		Сульфаты		Гидрокарбонаты		
	Концентрация в вытяжке, мг/л	Массовая доля в сухой почве, %	Концентрация в вытяжке, мг/л	Массовая доля в сухой почве, %	Концентрация в вытяжке, мг/л	Массовая доля в сухой почве, %	
№1	8,715	0,004	76,8	0,038	91,5	0,046	Незасоленные
№2	18,105	0,009	11,52	0,006	137,25	0,069	Слабозасоленные
№3	8,875	0,004	23,04	0,012	106,75	0,053	Незасоленные
№4	45,795	0,023	46,08	0,023	91,5	0,046	Незасоленные
№5	56,09	0,028	15,36	0,008	76,25	0,038	Незасоленные
№6	7,952	0,004	11,52	0,006	91,5	0,046	Незасоленные
№7	9,736	0,005	38,4	0,019	122	0,061	Незасоленные
№8	13,135	0,007	30,72	0,015	91,5	0,046	Незасоленные
№9	75,97	0,038	30,72	0,015	122	0,061	Слабозасоленные
№10	7,1	0,004	15,36	0,008	61	0,031	Незасоленные
№11	6,3	0,003	19,2	0,01	61	0,031	Незасоленные
№12	20,71	0,010	23,04	0,012	122	0,061	Незасоленные
№13	5,17	0,003	19,2	0,01	91,5	0,046	Незасоленные
№14	6,17	0,003	11,52	0,006	61	0,031	Незасоленные
№15	7,33	0,004	15,36	0,008	61	0,031	Незасоленные
№16	11,51	0,006	11,52	0,006	91,5	0,046	Незасоленные
№17	9,49	0,005	15,36	0,008	91,5	0,046	Незасоленные
№18	9,45	0,005	7,68	0,004	91,5	0,046	Незасоленные
№19	10,48	0,005	23,04	0,012	91,5	0,046	Незасоленные

№20	7,61	0,004	30,72	0,015	30,5	0,015	Незасоленные
№21	37,69	0,019	11,52	0,006	122	0,061	Слабозасоленные
№22	25,60	0,013	26,88	0,013	61	0,031	Незасоленные
№23	28,10	0,014	19,2	0,01	152,5	0,076	Слабозасоленные
№24	82,08	0,041	7,68	0,004	122	0,061	Слабозасоленные
№25	14,04	0,007	15,36	0,008	91,5	0,046	Незасоленные
№26	21,94	0,011	23,04	0,012	122	0,061	Незасоленные

Таблица 3. Механический состав почв

	Песок	Супесь	Легкий суглинок	Средний суглинок
Участки	3, 5, 7, 21	2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 26	13, 19, 22	1, 25

Таблица 4. Степень засоленности почв

	Незасоленные	Слабозасоленные	Среднезасоленные
Участки	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 26	2, 9, 21, 23, 24	-

Таблица 5. Степень и типы засоленности почв в зависимости от концентрации солей (Радов А.С. и др. Практикум по агрохимии. – М.: Колос, 1071.)

Степень засоленности почв	Тип засоленности в зависимости от вида и массовой доли солей в сухой почве, %		
	Хлориды	Сульфаты	Гидрокарбонаты
<b>Для хлоридно-сульфатного засоления</b>			
Незасоленные	Меньше 0,01	-	-
Слабозасоленные	0,01-0,05	-	-
Среднезасоленные	0,05-0,10	-	-
Сильнозасоленные	0,1-0,2	-	-
Солончаки	Больше 0,2	-	-
<b>Для сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления</b>			
Незасоленные	Меньше 0,01	Меньше 0,10	-
Слабозасоленные	0,01	0,1-0,04	-
Среднезасоленные	0,05	0,4-0,6	-
Сильнозасоленные	0,10	0,6-0,8	-
Солончаки	-	Больше 0,8	-
<b>Для содового и смешанного засоления</b>			
Незасоленные	0,01	0,02	Меньше 0,06
Слабозасоленные	0,01	0,05-0,10	0,1-0,2
Среднезасоленные	0,1	0,2	0,2-0,3
Сильнозасоленные	0,2	0,2	0,3-0,4
Солончаки	0,2	0,2	Больше 0,4