



**ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева  
Институт Агробиотехнологии  
СНО института Агробиотехнологии  
Почвенно-агрономический музей им. В.Р. Вильямса**



## **СБОРНИК ТРУДОВ**

**Всероссийской молодежной научной конференции с  
международным участием VIII Вильямсовские чтения,  
посвященной 160-летию выдающегося ученого, одного  
из основоположников агрономического почвоведения  
В.Р. Вильямса (1863-1939)**

**30 ноября – 2 декабря 2023 г.**

Москва, 2023

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

---

---

## **СБОРНИК ТРУДОВ**

**Всероссийской молодежной научной конференции  
с международным участием VIII Вильямсовские чтения,  
посвященной 160-летию выдающегося ученого, одного  
из основоположников агрономического почвоведения  
В.Р. Вильямса (1863-1939)**

Москва, 2023

УДК 929 : 001.891 : 631.4

ББК 72.6 : 40.3

*Главный редактор: д.б.н., профессор Наумов В.Д.*

*Редактор: ассистент Шмакова К.А.*

**Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием VIII Вильямсовские чтения, посвященной 160-летию выдающегося ученого, одного из основоположников агрономического почвоведения В.Р. Вильямса (1863-1939)/**  
Под. ред. В.Д. Наумова. – М., 2023. – 201 с.

© РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ .....</b>	<b>9</b>
Каменных Н.Л. ВАСИЛИЙ РОБЕРТОВИЧ ВИЛЬЯМС ЧЕЛОВЕК. УЧЕНЫЙ. ГРАЖДАНИН.....	9
Лазарев Н.Н. РОЛЬ В.Р. ВИЛЬЯМСА В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ НАУЧНОГО ЛУГОВОДСТВА РОССИИ .....	14
<b>ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ.....</b>	<b>17</b>
Бедретдинова Д.Р. ОЦЕНКА ПОЧВ ЗАЛЕЖНОГО УЧАСТКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СЕЛА ПЕТРОВСКОЕ ЩЁЛКОВСКОГО РАЙОНА .....	17
Еремина У.В. МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ КАТЕНА КАЛУЖСКОГО ФИЛИАЛА РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА.....	20
Аргеткина С.А. ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ 4 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА ....	22
Ведерникова П.С. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЧАСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРМСКОГО НИИСХ – ФИЛИАЛА ПФИЦ УРО РАН .....	25
Чебыкина Е.Ю., Низамутдинов Т.И. МИКРОБИОМ ПОСТПИРОГЕННЫХ ПОДЗОЛОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ.....	28
Мартынова П.Н. ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ НА СТЕПЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОДСТИЛКООБРАЗОВАНИЯ, ДЕРНОВОГО И ПОДЗОЛИСТОГО ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА.....	30
Пономарева П.Г. ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ НАСАЖДЕНИЙ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ 8 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА.....	32
Рычкова И.В., Сивкова Д.Д. МОРФОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОЧВ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ГОРНОЙ ТАЙГИ (ХРЕБЕТ БАСЕГИ, СРЕДНИЙ УРАЛ) .....	35
<b>МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ .....</b>	<b>38</b>
Хирк А.В. МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ АГРЕГАТОВ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ ..	38
Егорова М.Н., Ушкова Д.А. ВЛИЯНИЕ ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ НА СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ .....	40
Бородина К.С., Козюлина А.А. АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПАХОТНЫХ ГОРИЗОНТОВ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ВОЗВРАТЕ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ПАШНЮ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕРУССКОЙ ПРОВИНЦИИ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ.....	43
Ушкова Д.А. УТОЧНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ .....	45
Гилев А.А., Брикманс А.В., Рыбачук Н.А., Сакара Н.А. ВОЗДЕЙСТВИЕ БИОУГЛЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОПОЧВАХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ.....	48
Гуменная Е.А. ВЛИЯНИЕ БИОУЛЯ НА ПОРОВОЕ ПРОСТРАНСТВО АНТРОАОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВ О. РУССКИЙ.....	51

Шулкова М.Е. АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СУХОБУЗИМСКОГО ФИЛИАЛА  
КРАСНОЯРСКОГО АГРАРНОГО ТЕХНИКУМА..... 53

Мещерякова С.М. АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАО  
«АВАНГАРД» ШАРЫПОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ..... 56

Слесарев Н.А. ОЦЕНКА СВОЙСТВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ЕРГАЧЕНСКОГО  
КАРЬЕРА..... 58

## **АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ ..... 62**

Ручкина А.В. ХОЗЯЙСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УДОБРИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА (НА ПРИМЕРЕ ЯЧМЕНЯ)  
..... 62

Белых А.Д. ОЦЕНКА СВОЙСТВ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ ВЯТСКО-  
КАМСКОЙ ПОЧВЕННОЙ ПРОВИНЦИИ..... 65

Агеев К.Д., Прохоров А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИНДЕКСОВ ВЕГЕТАЦИИ В  
ПОЧВЕННОМ КАРТИРОВАНИИ, НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕЙ ХОЗЯЙСТВА В КАЛУЖСКОЙ  
ОБЛАСТИ ..... 68

Рыбкин И.Д. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ  
ДЕСТРУКЦИИ ОТХОДОВ ОТРАСЛИ ПЕНЬКОПРОИЗВОДСТВА ..... 71

Малахов А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ С ЗАДАНЫМИ  
ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПЛОДОРОДИЯ..... 74

Котюн Д.Н., Прохоров А.А. ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ  
ЗЕРНОГРАДСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ  
АГРОЛАНДШАФТА ..... 76

Корнев И.А. ВАРИАТИВНОСТЬ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ..... 78

Макарова М.П., Прохоров А.А., Котюн Д.Н. ОЦЕНКА СВОЙСТВ ДЕРНОВО-  
ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В УСЛОВИЯХ  
АГРОЛАНДШАФТА ..... 80

Кащенко Г.А., Федотова М.С. ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ В  
ПРЕДЕЛАХ ПОПУЛЯЦИЙ РОДОДЕНДРОНА ЖЁЛТОГО (*R. luteum* Sweet) НА  
ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ..... 83

Прокофьева К.Д. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПОЧВЕННЫЕ  
РЕСУРСЫ КРАСНОАРМЕЙСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ..... 84

Пустобаев Л.А. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ  
ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ И РЫБ..... 87

Исроилова М., Каримов Т. ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ  
ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЗАСОЛЕННЫХ КАРБОНАТАМИ МАГНИЯ..... 89

Абзапарова Е.К. ПРИМЕНЕНИЕ ОТРАБОТАННОГО СУБСТРАТА  
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ШАМПИНЬОНОВ В КАЧЕСТВЕ  
КОМПОНЕНТА ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР ..... 92

Морозов Ф.В., Березка А.Э. ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЗАЛЕЖИ..... 95

## **ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ХИМИЯ ПОЧВ..... 99**

Гуменюк Ю.Д., Бовсун М.А., Брикманс А.В. СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЯПОНСКОГО МОРЯ..... 99

Тиличко Д.Ю., Подлипский И.И., Зеленковский П.С. РТУТЬ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗ. ЛОШАМЬЕ (НП «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»)..... 100

Паташова Е.С. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЕННЫХ ПРОБ ГОРОДА ИЗОБИЛЬНЫЙ..... 104

Сухарев А.И., Ушкова Д.А. ТРЁХФАЗНАЯ И ГЕЛЕВАЯ МОДЕЛИ ПОЧВ В АНАЛИЗАХ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ..... 107

Лосев А.И. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ПРЕОБРАЗОВАННОСТИ..... 110

Павлюченкова А.В., Шмакова К.А. РЕЛЬЕФ КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТАХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА..... 113

Семина О.Ю. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ, СОДЕРЖАЩИХ РАЗНОЕ КОЛИЧЕСТВО НЕФТЕПРОДУКТОВ..... 115

Ефременко В.В. ОЦЕНКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВОГРУНТОВ ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФИНСКОГО ЗАЛИВА НА ПРИМЕРЕ ЭКОСИСТЕМЫ НЕВСКОЙ ГУБЫ..... 117

Полякова А.А., Кулагина Н.А., Ревунова Е.П., Полякова Н.В. ПОДВИЖНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АЛЛЮВИАЛЬНОЙ БОЛОТНОЙ ОСУШЕННОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЛЬЕФА ПОЙМЫ И УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ .... 120

Митичкин Д.Е., Колонская М.И. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ КЛАСИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ДЛЯ АНАЛИЗА КОЭФФИЦИЕНТА  $C_{орг}/I_{л<2мкм}$ ..... 122

Коршунова В.С. СРАВНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АГРОГЕННЫХ ПОЧВ УЧЕБНО БОТАНИЧЕСКОГО САДА УДМУРТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА..... 125

## **ГЕОЛОГИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ..... 128**

Дмитриевская П.А., Кузакова М.А., Карандеев И.С. МУЗЕЙ-ЗАПОВЕДНИК КОЛОМЕНСКОЕ, КАК ОПОРНЫЙ ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА..... 128

Кузакова М.А., Аркатова М.А. ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ РГАУ МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА..... 130

Артемова А.А., Ильина Е.К. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ..... 133

Умудумиадис Т.О. АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВАРИАЦИИ СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА И ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РАЙОНА .....	136
Ткачева Е.И. ЛАНДШАФТНО – ИЕРАРХИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЕВРЕЙСКОЙ АВТНОМНОЙ ОБЛАСТИ .....	139
Савин З.Д., Карпунин А.В., Матвеев К.В. ФОСФОР КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ В УДОБРЕНИЯХ. ПОЛУЧЕНИЯ ФОСФОРНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ АПАТИТОВОЙ РУДЫ .....	141
Николаева К.П. РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРОЦЕССАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ЭКЗОГЕННОМ ПРЕОБРАЗОВАНИИ МИНЕРАЛОВ .....	144
Бекряева М.А. ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ .....	147
Пичикин Д.В. ЛАНДШАФТНО ИЕРАРХИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ.....	149
Идричан М.В. АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУММ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА .....	152
Гаськов А.Р., Лепшин П.Р. ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЕЙШИХ И ВОЗОБНОВЛЁННЫХ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПУТЁМ АНАЛИЗА ЭНДОГЕННЫХ ФЛЮИДНОЙ АКТИВНОСТИ, И ТЕПЛОВОГО ПОТОКА.....	154
Шаповалов К.А., Корнеева А.А., Метяева С.А. ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИИ В ПОЧВОВЕДНИИ.....	157
Евстегнеева А.Б., Аршин Н.А. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРНЫХ И ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СМЕРЧЕЙ И ДЕГАЗАЦИИ НЕДР НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ	159
<b>ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ «ЮНЫЙ ПОЧВОВЕД» .....</b>	<b>162</b>
Баканова Э.Е. ЛАНДШАФТНЫЕ РЕШЕНИЯ. АЛЬПИНАРИЙ НА САДОВОМ УЧАСТКЕ СТАНЦИИ ЮНЫХ НАТУРАЛИСТОВ .....	162
Штунова Е.А. ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ И РАСТЕНИЙ .....	164
Панкова А.А. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ФАЦЕЛИИ ПИЖМОЛИСТНОЙ ( <i>PHASELIA TANACETIFOLIA</i> ).....	167
Карповец П.Ю. МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ АКВАРИУМНЫХ РАСТЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO .....	169
Салеев Р.Ю. ВЫРАЩИВАНИЕ САЖЕНЦЕВ ДЕРЕВЬЕВ В ПИТОМНИКЕ СТАНЦИИ ЮНЫХ НАТУРАЛИСТОВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИШГКОЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ.....	171
Ефимова Я.С., Ефимова У.С. ЛИШАЙНИКИ В ЧЕРТЕ МЕГАПОЛИСА Г. МОСКВЫ. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО СОСТОЯНИЮ ЛИШАЙНИКОВ.....	173

Хохлов К.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ПРОРОСТКОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР ОГУРЦА ПОСЕВНОГО.....	176
Махиянов Д.Е. ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ СВЕТЛОЯРСКОГО РАЙОНА И РАЗВИТИЕ ШКОЛЬНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА .....	179
Корчагина А.П., Андриянова П.С. ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВ НАРО-ФОМИНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	181
Печинская Е.А. ВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ПОЧВ НАРО-ФОМИНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ АЗОТОФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ.....	183
Родионова А.А., Антипьева У.Д. ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ – НИКТРОФИКСАТОРОВ НА РАССАДУ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР.....	186
Комиссарова К.А. ПОИСК МИКРООРГАНИЗМОВ-ПРОДУЦЕНТОВ ПРОТЕАЗ В ПОЧВАХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	188
Макарова М.Д. ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ООПТ Г. МОСКВЫ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРЛЕЦКОГО ЛЕСОПАРКА).....	192
Мотина С.В. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА Г. МОСКВЫ .....	194
Мокрушина В.С. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ.....	196
Алубина А.А. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛЬШОГО САДОВОГО ПРУДА.....	198

## **ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ**

### **ВАСИЛИЙ РОБЕРТОВИЧ ВИЛЬЯМС ЧЕЛОВЕК. УЧЕНЫЙ. ГРАЖДАНИН**

**Каменных Наталья Львовна** – к.б.н., доцент кафедры геологии, почвоведения и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Девятого октября 2023 года исполнилось 160 лет со дня рождения выдающегося ученого Василия Робертовича Вильямса. В почвенной науке это фигура яркая, но вместе с тем и противоречивая. Не случайно в монографии «История отечественного почвоведения» Игорь Васильевич Иванов (2003) отмечает широту мнений о В.Р. Вильямсе: “творец и демон в почвоведении” [3]. Василий Робертович Вильямс был многогранный ученый, известен своими работами не только в области почвоведения, но и в области земледелия, растениеводства, луговодства, механизации и т.д.

«Я могу смело утверждать, что я знаю, почем фунт лиха и где его достать» - так о себе утверждает сам В.Р. Вильямс. Путь становления его как молодого ученого был очень непрост

В 13 лет, оставшись без отца, молодому Василию пришлось достаточно быстро повзрослеть. Роберт Вильямс инженер-мостовик, приехал на строительство Николаевской (ныне Октябрьской) железной дороги из Америки и после строительства остался работать в ремонтно-механических мастерских. Еще будучи маленьким мальчиком, Василий посещал с отцом эти мастерские и общение с простыми рабочими людьми оказало большое влияние на формирование личности. Именно мастеровые люди научили его работать с инструментами, привили любовь, к чистой, красивой и аккуратной работе, что отличало Вильямса на протяжении всей его жизни [5].

Мама Елена Федоровна после смерти мужа была вынуждена продать дом и снять квартиру. Так семья переехала в квартиру на углу Смоленской площади и Ружейного переулка. Но не смотря ни на какие материальные трудности мать решила дать детям достойное образование. С малых лет Васили изучал английский, французский, немецкий и итальянский языки, читал книги по естественным наукам и именно дома он готовился для поступления сразу в 4 класс в училище. К экзаменам его готовил тогда гимназист – старшеклассник, а позже профессор математики МГУ Болеслав Корнелиевич Млодзеевский. Материально семье помогала старшая дочь Софья, учившаяся в Московской консерватории, чьи заработки долгое время оставались практически единственным в семье.

Осенью 1879 года Василий Вильямс успешно сдал экзамены и поступил в одно из лучших училищ того времени в реальное училище для мальчиков Карла Мазинга. Помимо общеобразовательных дисциплин во второй половине дня тут преподавали и творческие дисциплины - вокал, драматургию и др. Особое внимание уделялось приобретению практических навыков. Не удивительно, что в такой благодатной обстановке, будучи учеником только 5 класса Василий открывает химическую лабораторию. Шутливое прозвище друзей «Августейший лаборант» пришлось сменить на «Сентябрейший лаборант», т. к. первое можно было быть применять только к особам царской семьи. С детского лет Вильямс живо интересовался чтением литературы по геологии и минералогии, читал труда геолога Г.Е. Щуровского, в будущем профессора МГУ. В училище на занятиях изучали минералы, разбирали процессы выветривания. Вот на этих занятиях В.Р. Вильямс получает первые представления о почве. Хочется отметить необыкновенную жажду знаний юного исследователя. В выходные он зачастую отправляется в очень протяженные пешие маршруты в Мячково, что находится при слиянии рек Пахры и Москвы. Здесь были каменоломни, где с древних времен добывали тот самый мячковский мрамор, из которого строилась Москва «белокаменная». Именно тут Василий изучает слои известняков, для него это своеобразная практика по геологии, а с этой наукой в дальнейшем будет связано множество работ ученого.

Здесь же в пойме реки Москвы он собирает гербарий, сам его оформляет и дарит училищу как замечательное наглядное пособие. А еще он собирает коллекцию бабочек, а дома сооружает террариум, где на радость младшим братьям и сестрам жили пойманные змеи, ящерицы и лягушки.

Мазинг ценил заслуги своего воспитанника и поручил В. Вильяму заведовать химической лабораторией, освободив его от платы за обучение, что позволило Василию не только успешно окончить реальное училище, но и получить навыки практической и экспериментальной работы по химии.

Все эти годы в семье материальное положение оставалось очень тяжелым. И Вильямсу приходилось заниматься репетиторством, одним из его учеников был будущий народный артист СССР К.С. Станиславский. А что бы устроить своего младшего брата без оплаты за обучение в училище Мазинга Василий берет на себя обязанности старшего технического десятника при строительстве нового корпуса в училище.

Вспоминая свою молодость, Вильямс говорил: «В тяжелых условиях проходили мои молодые годы, мало было радостей, а горя хоть отбавляй. И тем не менее я никогда не падал духом. Я верил в лучшую судьбу трудящегося человечества. Огромное удовлетворение давали мне мои научные работы, которые я проводил, еще будучи учащимся средней школы. Большое влияние на мое хорошее настроение, на успехи, которых я достиг в науке в годы моей тяжелой молодости, оказывали занятия спортом. Спортсмен я был неплохой. Никакие трудности меня не пугали: я был крепкий, уверенный в своих силах молодой человек» [5].

В 1883 году после окончания училища, В. Вильямс сдает успешно экзамены и поступает в Петровскую земледельческую и лесную академию. И теперь начались нелегкие студенческие будни. В своей книге И. и Л. Крупениковы так пишут об этом периоде «Вильямс выходил из дому в шесть часов утра. Дневной рацион составлял два фунта ржаного хлеба и чай «с угрызением» (вприкуску). Ежедневно два часа он занимался с детьми одного из преподавателей Академии, Григорьева, получая за это 10 рублей в месяц. Вечером возвращался и садился за книги, подсаживаясь к окошку и пользовался светом уличного фонаря, горевшего на Смоленском бульваре. Только редкая выносливость и целеустремленность помогли В.Вильямсу в такой обстановке продолжать учиться, оставаясь все время в числе лучших студентов» [5].

Большое влияние на формирование личности В.Р. Вильямса в студенческие годы оказали лекции К.А. Тимирязева, Г.Г. Густавсона, И.А. Стебута, А.А. Фадеева.

Навыки практической работы, полученные в училище, пригодились Вильямсу как при работе в лаборатории, так и в поле.

В своих лекциях Г.Г. Густавсона не только говорил о почве и процессах, происходящих в ней, но и давал представление о почве, как об особом природном образовании, имеющем свою историю развития.

А К.А. Тимирязев всегда отмечал значение среды для развития организмов. ««Растение и почва», — говорил он в одной из своих лекций, — растение и влага, растение и воздух, растение и солнце, — вот эти четыре порядка явлений: с ними приходится считаться земледельцу; во всяком случае, ему необходимо понимать их относительную роль» [5]. Именно такой подход Тимирязева к изучению природы был взят за основу Вильямсом при формировании основ передового научного земледелия.

Ответственное отношение к работе, аккуратность, увлеченность, практические навыки все это не мог не заметить Иван Александрович Стебут, заведующий кафедрой земледелия. Он и поручил молодому Вильямсу проведение опытов на опытном поле академии, где изучались кормовые культуры.

По ходатайству своего руководителя А.А. Фадеева за упорство в работе на опытном поле Вильямса утвердили ассистентом кафедры земледелия с оплатой «за счет суммы опытного поля». Что существенно повысило материальное состояние студента [2, 5].

По окончании четырехлетнего курса обучения В.Вильямса направили в Казанскую губернию для прохождения практики. В этой поездке он собрал множество почвенных

образцов, большой гербарий, познакомился не только с природой, но и с непростой жизнью простого крестьянства. Что несомненно заставляло молодого исследователя задуматься не только о судьбе русской деревни, но и состоянии сельского хозяйства того времени.

В 1888 году В.Р. Вильямс защитил работу «Исследование восьми почв Мамадышского уезда Казанской губернии» и получил степень кандидата сельского хозяйства [1, 5].

Как одного из лучших выпускников В.Р. Вильямса оставляют в Академии для подготовки получения профессорского звания. За годы своей научной деятельности Василий Робертович работал в составе нескольких экспедиций, прошел множество полевых маршрутов, как в своей стране, так и за рубежом. В многочисленных поездках он знакомился с особенностями природы и ведения сельского хозяйства самых разных регионов.

год — это большая поездка Вильямса по истокам Волги и Днепра. И тут он знакомится с таежно-лесной и лесостепной зоной, где изучает дерново-подзолистые и черноземные почвы.

С 1889 по 1891 год В.Р. Вильямс был направлен в двухгодичную командировку во Францию и Германию.

Во Франции он не только работал в лаборатории Луи Пастера, осваивая микробиологические методы исследования, но и предпринял большое путешествие по регионам Франции с целью знакомства с почвами, ландшафтами и сельским хозяйством разных районов севера и юга страны. Он посетил французскую Ривьеру, от Бордо отправился по Ландам это территория вдоль побережья Атлантического океана, на севере посетил Бретань и Нормандию. Он впервые ознакомился здесь с красноцветными почвами, взбирался на песчаные дюны, изучил камышовые заросли Ланд, а также маломощные и сильно каменистые почвы севера Франции.

Летом 1890 года Василий Вильямс на короткий период приехал в Москву, чтобы жениться на Марии Александровне Луговской. В этом браке у супругов было два сына и дочь.

После свадьбы молодожены отправились в Германию. В Мюнхене Вильямс работал в лаборатории Мартина Эвальда Вольни, где продолжал свои работы по механическому анализу почв. В этот период он активно разрабатывал программу курса общего земледелия и почвоведения, изложил его на 60 страницах и отправил в Петровскую академию в качестве отчета за очередное полугодие своей заграничной командировки.

Совет Академии 11 января 1892 года утвердил программу курса, предложенную Вильямсом, и с этого года после утверждения в Министерстве государственных имуществ Василий Робертович принят на работу преподавателем в Петровскую Академию [5].

В 1893 году американские власти решили отметить четырехсотлетие открытия Америки устройством всемирной выставки. В начале 1893 года Министерство государственных имуществ выделило значительную группу специалистов для подготовки русского отдела на Колумбовой выставке. Из Петровской академии были выдвинуты два молодых преподавателя — Вильямс и Слезкин. Организатором пяти русских отраслевых отделов был Василий Робертович Вильямс. Он доставил на выставку коллекцию русских почв, собранную Докучаевым, со специально изданным на английском языке каталогом, переведенную на английский язык книгу В.В.Докучаева «Наши степи прежде и теперь», оригинальные приборы, разработанные и созданные работниками Академии: аппарат профессора Густавсона для сжигания органических веществ почвы в струе кислорода, прибор Фадеева для определения связности почвы, набор аппаратуры, сконструированной Вильямсом, для механического анализа почв, и другие экспонаты.

На североамериканском континенте Вильямс посетил Северную и Южную Дакоту, где познакомился с особенностями выращивания пшеницы, в Неваде и Юте с солончаками, в Калифорнии с субтропическими почвами и удивительными климатическими условиями. Продолжил свое путешествие по провинциям Манитобы и Саскачеван в Канаде, где также знакомился с ведением сельского хозяйства.

В 1894 году 31 января Василий Робертович защищает магистерскую диссертацию на тему «Опыт исследования в области механического анализа почв» и в этот же день на заседании Совета было объявлено о закрытии Петровской академии [1, 5, 9].

Летом 1894 года на месте бывшей Петровки открыли Московский сельскохозяйственный институт, и молодой профессор В.Р. Вильямс наряду с Д.Н. Прянишниковым и Демьяновым были приняты на работу. Во вновь созданном институте Василий Робертович Вильямс стал заведующим кафедрой общего земледелия [1, 5, 9].

В 1894 году В.Р. Вильямс заведовал агрономическим отделом в комплексной экспедиции, возглавляемой геодезистом А.А. Тилло. Целью этой экспедиции было изучение территории бассейна рек Волги, Днепра, Дона, Урала, а также их притоков. В отчетах этой экспедиции указывается на большую роль леса как регулятора водного хозяйства всей страны

Из своих многочисленных полевых поездок Василий Робертович привозит огромное количество почвенных образцов, монолитов, горные породы, минералы, растения для составления гербария. Весь этот богатейший материал послужил основой экспозиции Почвенно-агрономического музея ныне широко известного как у нас в России, так и мировому сообществу.

В 1895 году Вильямс по предложению чаесторговца К.С. Попова отправляется в Батумскую область для изучения природных условий, особенностей почвенного покрова и выбора территорий для чайных плантаций. Годы спустя он говорил: «Я первый ввел культуру чайного дерева в Закавказье (Чаква, Салибаури, Капрешуми) и цитрусовых там же» [5].

В 1986 году В.Р. Вильямс организует и возглавляет испытательную станцию семян, почв и удобрений. Здесь проходят оценку применение агрономические руды, удобрения, отечественные семена.

А в 1897 году Вильямс активно принимается за работу по организации Люблинских полей орошения, первых под Москвой и становится руководителем этого крупного хозяйства, где были проведены работы по изучению почвенного покрова, грунтовых вод, заложен дренаж, составлены карты полей, проведено известкование, составлены севообороты и выращивались травы, огородные культуры и корнеплоды.

С 1898 по 1923 год В.Р. Вильямс является директором Сельскохозяйственного отдела Политехнического музея. За годы работы в этой должности он прочитал множество публичных лекции, всегда оставался пропагандистом передовой аграрной науки.

Огромную научную работу с 1903 года и более десяти лет Василий Робертович проводит по изучению органического вещества почв с помощью лизиметров.

С 1907 года В.Р. является директором МСХИ. На этом поприще он успел предоставить право обучения женщинам наравне с мужчинами, боролся за права студентов и за превращения института в центр передовой науки. Напряжение в работе в такое сложное и беспокойное время в стране, сопровождавшееся обысками, арестами, провокациями привело к физическому и нервному напряжению и в 1908 году у Василия Робертовича случилось кровоизлияние в мозг. Некогда здоровый, рослый богатырь утратил речь, была парализована левая сторона лица, отнялись ноги. Долго и медленно В.Р. Вильямс одолевал болезнь, последствия столь серьезного удара он ощущал до конца своих дней. Но, тем не менее ему удалось вернуться к работе.

В 1911 году при кафедре В. Р. Вильямс организует курсы по луговодству, а в 1914 году добивается открытия Высшего государственного института луговодства. Ныне это институт кормов имени академика В.Р. Вильямса.

С 1912 года из кафедры Общего земледелия выделили самостоятельную кафедру Почвоведения, которую и возглавил Василий Робертович, в этой должности он проработал до конца своих дней. Вильямса по праву считают основоположником научной и педагогической школы почвоведов Тимирязевки «Разработка теории почвообразовательного процесса и плодородия почв» [6, 7].

В своих взглядах и трудах В.Р. Вильямс придерживался докучаевского понятия о почве, подчеркивая динамику процессов и особое свойство почвы - плодородие. В 1914- 1919 году выходит в свет курс «Почвоведение», создание нового направления в науке – биологического почвоведения [1, 4, 5].

В 1920 году Вильямс принимает самое активное участие в разработке учебных планов и учебных программ при организации рабфака в академии.

В 1921 Вильямс представил Доклад Госплану о травопольной системе земледелия: первое схематическое изложение основ травопольной системы.

С 1922 по 1925 год Василий Робертович является ректором Сельскохозяйственной академии. Именно в этот период в 1923 году 10 декабря академии было присвоено имя великого русского ученого, учителя и наставника В.Р. Вильямса, Климента Аркадьевича Тимирязева.

В 1924 году по поручению Госплана Вильямс занимается обоснованием организации сельского хозяйства в социалистическом государстве. В своей рукописи, а это около 300 страниц, для каждой природной области страны в отдельности, он обосновывает комплексную систему мероприятий по организации сельского хозяйства [5].

1919-1922 – выход в свет труда «Общее земледелие».

Активная жизненная позиция всегда отличала Василия Робертовича, и в 1922 он был избран депутатом Моссовета. Много добрых и лавных дел он сделал на этом поприще.

В 1926 в ходе экспедиции в Муганскую степь (Азербайджан) он активно занимается изучением пустынь и вопросами освоения таких территорий с применением орошения.

1927 – выход в свет труда «Общее земледелие с основами почвоведения».

1927 - руководство экспедицией в Биробиджанский район

1929 – избран членом Белорусской академии наук

1935 – 1939 Участие в перестройке работы Каменной степи

За свой долгий и плодотворный труд Василий Робертович был удостоен в 1923 году звания Героя Труда, в 1924 и в 1936 награжден орденом Трудового Красного, а в 1935 – награждение орденом Ленина.

С 1928 Вильямс член ВКП(б), с 1929 – действительный член Академии наук Белорусской ССР, с 1931 академик АН СССР отделение математических и естественных наук (почвоведение), с 1937 – избрание депутатом Верховного Совета СССР.

Всего по 1940 г. было опубликовано 472 печатных работы В.Р. Вильямса (включая тезисы, заключения, предисловия), а также около 200 кратких выступлений, после было издано 12-томное собрание его сочинений. Из этого количества (без кратких выступлений) 81 публикация относится к почвоведению. На протяжении всей жизни В.Р. Вильямса отличало необыкновенное трудолюбие, желание работать на благо страны, продвигая вперед передовые идеи аграрной науки того времени, желание помогать людям без разбора чинов и сословий [5,

В завершении имеет смысл привести слова Е. Дж. Ресселя (Президента Международной Ассоциации почвоведов) о Василии Робертовиче Вильямсе: «Академик В. Р. Вильямс — один из наиболее известных русских почвоведов. Знание им в совершенстве английского языка дало ему возможность непосредственно общаться со своими британскими и американскими коллегами, и он всегда был в состоянии представить на ясном и безошибочном языке те идеи, которые он хотел изложить. Изучение его наиболее известных трудов — «Почвоведение» и «Общее земледелие с основами почвоведения» — открывает в нем оригинального мыслителя с большой силой выражения, и его взгляды всегда заслуживают исключительного уважения. В то время как он рассматривает себя последователем Докучаева, он, пожалуй, более его известен оригинальностью своих взглядов на почвоведение, и хотя эти взгляды не могут считаться общепризнанными, к ним всегда относятся очень серьезно» [8].

### Литература

1. Бушинский В.П. Краткий очерк жизни и деятельности / под общей редакцией проф. А.Г.Шестакова, 1955. -32 с.
2. Вильямс В.Р. Избр. соч. в 2-х томах. Т. 2. М.: Сельхозгиз, 1949. 534 с.

3. Иванов, И.В. История отечественного почвоведения : Развитие идей, дифференциация, институционализация : В 2. кн. / И.В. Иванов ; Рос. акад. наук. Ин-т физ.-хим. и биол. пробл. почвоведения, Докучаев. о-во почвоведов. - Москва : Наука, 2003- (С.-Петербург. тип. Наука). - 22 см.; ISBN 5-02-006449-1 (в пер.)
4. Кауричев И.С. Научное наследие Василия Робертовича Вильямса: (К 140-летию со дня рождения /И.С.Кауричев, Е.В.Кулаков.// Почвоведение - 1983, -№ 10.- С. 5-11
5. Крупеников И.А. Василий Робертович Вильямс. 1863-1939 [Текст] / И. и Л. Крупениковы. - [Москва]: Мол. гвардия, 1952. - 544 с., 25 л. ил.
6. Наумов В.Д. Научно-педагогическая школа почвоведов Тимирязевки /В.Д.Наумов //Известия ТСХА. 2015 -№ 4.- с. 128-139
7. Наумов, В. Д. Научное наследие академика В.Р. Вильямса в почвоведении / В. Д. Наумов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1. – С. 16-26.
8. Рессель Е.Д. Академик В.Р.Вильямс. Почвоведение, 1935, № 5/6, 1935. с. 677-679.
9. Соколовский А. Н. Академик В. Р. Вильямс. — В юбил. сб.: Академик Василий Робертович Вильямс. — М.: Сельхозгиз, 1935. 387 с.

## **РОЛЬ В.Р. ВИЛЬЯМСА В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ НАУЧНОГО ЛУГОВОДСТВА РОССИИ**

**Лазарев Николай Николаевич**, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Луговое хозяйство является важнейшей подотраслью растениеводства, обеспечивающей животноводство кормами, получаемыми на природных кормовых угодьях. Источниками получения кормов могут не только сенокосы и пастбища, оленьи пастбища, но и залежи, болота и леса. В последние годы значение природных кормовых угодий в производстве кормов снизилось, но травяная экосистема имеет огромную роль как источник товаров и услуг, таких как продукты питания и корма, энергии и мест обитания диких животных, генетических ресурсов, обеспечивает защиту водораздела для многих крупных речных систем. Пастбищная растительность, над и под землей, а также сама почва, служит большим хранилищем для углерода, помогая ограничить глобальное потепление. Травяная экосистема занимает 40,5% земной суши (без Гренландии и Антарктиды), являясь самой большой наземной экосистемой в мире [6]. Академик В.Р. Вильямс рассматривал природные кормовые угодья как составную часть хозяйственно обустроенной площади, включающей также лес и поле, и ввел понятие культурной площади пастбищ и сенокосов. В своих трудах он подчеркивал огромную роль луговой растительной формации в сохранении и накоплении зольных элементов питания в биологическом круговороте «почва-растение» [4].

Придавая большое значение луговым угодьям, ежегодно проводятся собрания Европейской Федерации луководов и раз в четыре года – Международные конгрессы по луговодству.

В.Р. Вильямс был одним из первых русских ученых, глубоко заинтересовавшимся природными лугами, методами их улучшения и разработкой способов создания искусственных лугов. Еще в школьные годы он начал проявлять интерес к луговой, когда собирал растения для своего первого гербария. В Петровской академии у студента В.Р. Вильямса этот интерес делается более целеустремленным. На лекциях И.А. Стебута он ознакомился с кратким изложением основ луговое хозяйство.

В 1894 году Петровская академия была преобразована в Московский сельскохозяйственный институт, и уже с 1895 года сам В.Р. Вильямс начал преподавать курс луговое хозяйство. До этого он был в командировках в Германии, Франции, США и Канаде и его

первый опыт преподавания в значительной степени опирался на знания, полученные на основе изучения зарубежной практики и литературы [5].

Первый отечественный учебник «Луговое хозяйство» был напечатан в 1898 г. по запискам студентов Н.П. Ерлыкова и Н.З. Маркелова, слушавших лекции В.Р. Вильямса. В этом труде приводится первая классификация лугов, предложенная ученым. В ней выделены заливные, суходольные, болотистые, лесные и степные типы лугов. В.Р. Вильямс большое внимание уделил в своем первом курсе улучшению лугов поверхностными способами, приведена характеристика различных луговых плугов и скарификаторов для аэрации дернины [1].

В.Р. Вильямс придавал большое значение луговым травам как источнику кормов, так и важному фактору почвообразовательного процесса. В 1904 году для изучения всего многообразия луговых растений им был создан уникальный питомник, насчитывающий более 3000 видов, форм, рас злаковых и бобовых трав. Василий Робертович проводил научные исследования, лично участвовал в работах по уходу за растениями, уборке семенников трав в этом питомнике. Образцы семян трав со всей страны ему присылали его ученики. Им был выделен ряд чистых линий трав: можайская форма райграсса пастбищного, желтая люцерна и два экотипа гибридной люцерны. Эти природные гибриды люцерны, улучшенные в питомнике кафедры почвоведения, были переданы в 1912 г. профессору Ганзену и получили в США широкое распространение под названием черной и казацкой люцерны.

В 1913 г. со студентами на специально зафрахтованном пароходе В.Р. Вильямс совершает экскурсию по рекам Оке и Волге с целью изучения почв, растительности и рельефа пойм этих рек. В результате этой экскурсии окончательно оформилось его учение об образовании пойм, которое заняло видное место в его трудах по луговодству, почвоведению, земледелию.

В.Р. Вильямс при обследовании лугов пришел к заключению о необходимости проведения работ по их улучшению. Для этого требовались специалисты по луговодству. В 1911 году он получил из Петербурга разрешение организовать при кафедре почвоведения краткосрочные курсы переподготовки агрономов по луговодству. Для преподавания на курсах В.Р. Вильямс привлекает А.М. Дмитриева. К этому времени А.М. Дмитриев был уже сложившимся луководом, опубликовавшим свыше 80 работ по вопросам лугопастбищного хозяйства. Он имел большой практический опыт по обследованию лугов Ярославской губернии и организации опытно-показательных пунктов по культуре кормовых растений.

В начале 1914 г. В.Р. Вильямс был командирован в Австрию и Германию для изучения работ по луговодству и болотоведению в высших школах этих стран, и в этом же году под его руководством открываются высшие курсы по луговодству. В.Р. Вильямсом был разработан детальный план организации курсов Департамента земледелия при Московском сельскохозяйственном институте для подготовки специалистов по луговодству и культуре кормовых растений [2]. Для практической подготовки слушателей курсов в Качалкине (ныне пос. Луговая) было организовано учебное хозяйство. В.Р. Вильямсу и А.М. Дмитриеву пришлось приложить много усилий по организации этого хозяйства, поскольку на выделенной территории никаких луговых угодий не было, а рос лес, причем сильно переувлажненный. На базе учебного хозяйства в 2018 году была создана станция по изучению кормовых растений и организации кормовой площади при Петровской сельскохозяйственной академии. В 1922 г. она была преобразована в Государственный луговой институт. Профессор В.Р. Вильямс стал заведующим отделом луговедения, а А.М. Дмитриев – директором института. Одновременно с работой в институте В.Р. Вильямс возглавлял кафедру почвоведения, а А.М. Дмитриев – кафедру луговодства. Государственный луговой институт под руководством этих ученых провел большую работу по организации научных исследований по луговодству в масштабе всей страны. В 1924 году коллегией Наркомзема Государственному луговому институту присвоено имя профессора В.Р. Вильямса (ныне ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»).

В.Р. Вильямс в течение 15 лет был заведующим сельскохозяйственным отделом Люблинских полей орошения и получил богатейшие научные данные по влиянию сточных вод на пойменные почвы и растительность лугов.

В 1922 г. выходит из печати капитальный труд В.Р. Вильямса «Естественно-научные основы луговодства или луговедение». В этом труде он выделил луговедение как отдельную науку и учебную дисциплину. Эта работа – органическая часть всего его учения о почвах и почвообразовательном процессе – связывает в единое стройное целое почву и растительность луга. Центральным звеном его учения о луге является разработка теории дерновообразовательного процесса [3].

В последующих своих трудах, в частности «Луговодство и кормовая площадь» (1930 г.), он уже дает практические рекомендации по использованию и уходу за лугами. Василий Робертович считал, что поверхностные способы улучшения (рыхление дернины, подсев трав) на природных лугах дают невысокий и краткосрочный эффект. Он пришел к заключению, что наиболее целесообразно улучшать луга коренным способом [4]. Последующие исследования во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса и других научных учреждениях показали, что с появлением новой техники для обработки дернины высокий эффект может дать омоложение лугов и подсев трав в дернину [5].

Основной причиной падения урожайности лугов В.Р. Вильямс считал изменение условий роста трав, обусловленное их же собственным развитием на данной почве. По мнению ученого, луговые злаки оказывают положительное влияние на структуру почвы и отрицательное – переполнение верхнего слоя почвы органическим веществом, что приводит к плохой проницаемости почвы для воды и воздуха, заболачиванию, появления осок и мхов. Из этого В.Р. Вильямс делает вывод о необходимости чередования лугов с полями. Так он пришел к травопольной системе земледелия, основные производительные секторы, которой лес, луг и поле. В луговом севообороте чередуется полевой и луговой период. В луговой период воссоздается прочная структура почв. В полевой период питательные вещества, накопившиеся в дернине, расходуются ценными продовольственными и техническими культурами. Эти положения являются особенно актуальными в современных условиях, когда из-за сокращения поголовья животных, резко уменьшилось применение органических удобрений.

В.Р. Вильямс и А.М. Дмитриев по праву являются основоположниками научного луговодства в нашей стране. Они первыми начали преподавать луговодство как самостоятельную учебную дисциплину, написали первые учебники по луговодству и луговедению, заложили основы научного луговодства, организовав первое в стране научное учреждение по изучению лугов. Созданный этими учёными крепкий фундамент луговодческой науки является основой дальнейшего успешного развития научного луговодства в России.

### Литература

1. Вильямс В.Р. Луговодство, читаемое в 1898 г. / В.Р. Вильямс. – М., типолитогр. В. Рихтера, 1898. – 148 с.
2. Вильямс В.Р. План организации курсов Департамента земледелия при Московском сельскохозяйственном институте для подготовки специалистов по луговодству и культуре кормовых растений и показательного хозяйства при них и объяснительная записка к нему / В.Р. Вильямс. – М., типолитогр. В.Ф. Рихтера, 1915. – 62 с.
3. Вильямс В.Р. Естественно-научные основы луговодства или луговедение / В.Р. Вильямс. – М.: Новая деревня, 1922. – 298 с.
4. Вильямс В.Р. Луговодство и кормовая площадь / В.Р. Вильямс. – М.- Л.: Сельхозгиз, 1930. – 143 с.
5. Смелов С.П. Вильямс и луговодство / С.П. Смелов, И.И. Куров, А.А. Высоцкий и И.П. Минина // Избранные сочинения В.Р. Вильямса, том. 3. – 1955. – С. 975-982.
6. Suttie J.M. Grassland of the world / J.M. Suttie, S.G. Reynolds, C. Batello. – Rome: FAO, 2005. – 538 с.

# ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

## ОЦЕНКА ПОЧВ ЗАЛЕЖНОГО УЧАСТКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СЕЛА ПЕТРОВСКОЕ ЩЁЛКОВСКОГО РАЙОНА

**Бедретдинова Динара Рамазановна** – студентка 4 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

**Научные руководители:** **Каменных Наталья Львовна** – к.б.н., доцент кафедры геологии, почвоведения и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; **Шмакова Кристина Алексеевна** – ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

В РФ в настоящее время 4,4 млн га пахотных земель находятся в залежи. В 2021 году правительство РФ издало Постановление от 14 мая 2021 г. N 731 "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации" даже была создана государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель с/х назначения [9].

В данной работе рассматривается состояние почвенного покрова одного из залежных участков села Петровское Щёлковского района. Залежные земли в таежно-лесной зоне постепенно зарастают древесной растительностью [4,5,6].

Цель исследования: оценка залежных земель села Петровское и оценка возможностей вовлечения почв в сельскохозяйственный оборот.

Данная территория находится в Бореальном поясе, Европейско-Западно-Сибирской таёжно-лесной области, Среднерусской почвенной провинции, фации умеренных промерзающих почв, зоны дерново-подзолистых почв и дерново-подзолов южной тайги [3].

Ранее рядом с данным участком располагалась птицефабрика "ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ПЕТРОВСКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА" зарегистрирована 17 декабря 2002 года по адресу 141135, Московская область, ЩЁЛКОВО, Г. ЩЁЛКОВО, С. ПЕТРОВСКОЕ. По этой причине на почвы оказывало влияние внесение органических удобрений, ранее почвы входили в состав пахотных земель [1,2,10].

В качестве объектов исследования выступали почвы, расположенные на пологом склоне.

Разрез №1 (под древесной растительностью) расположен на северо-западной границе территории (191 м),

Разрез №2 в центре земельного участка (высота 188 м),

Разрез №3 является самой низкой точкой территории (184 м),

Разрез №4 является наивысшей точкой участка (191 м).

Была проведена оценка рН водный и солевой вытяжки, гидролитической кислотности, гумуса, суммы обменных оснований и гранулометрического состава [7,8].

Разрез №1 был выполнен под древесной растительностью, с хорошо выраженным травянистым покровом, а именно: Тополь Дрожащий (*Populus tremula* L), Берёза Обыкновенная (*Betula alba*), Борщевик Сосновского (*Heracléum sosnowskyi*), Крапива Жгучая (*Urtica urens*), Сныть Обыкновенная (*Aegoródium podagraria*). В этом разрезе сильнее всего выражен был подзолистый горизонт. Название почвы: Дерново-подзолистая глубокодерновая глубокоподзолистая среднесуглинистая на лёгком моренном суглинке.

Разрез №2 был выполнен в средней части залежного участка, который расположен несколько ниже по рельефу под борщевиком. Растительность: Борщевик Сосновского (*Heracléum sosnowskyi*), Люцерна Посевная (*Medicágo satíva*), Вейник Наземный (*Calamagróstis epigéjos*), Подмаренник Белый (*Galium album*), Ярутка Полевая (*Thláspi arvénsé*), Клевер Луговой (*Trifolium praténsé*). Мы наблюдаем признаки оглеения в пределах почвенного профиля. Мощность гумусового горизонта 40 см (A1+A1A2). Название почвы: Дерново-подзолистая грунтовооглеенная глубокодерновая глубокоподзолистая

легкосуглинистая на лёгком моренном суглинке.

Разрез № 3 выполненный в самой нижней точке участка отличается мощным гумусовым горизонтом 35 см. Выраженные признаки оглеения в виде сизо-серого горизонта и затёков. Тут и более разнообразная травянистая растительность: Борщевик Сосновского (*Heracléum sosnowskyi*), Мать-и-мачеха Обыкновенная (*Tussilágo fárfara*), Клевер Луговой (*Trifolium pratense*), Тысячелистник Обыкновенный (*Achilléa millefólium*), Сныть Обыкновенная (*Aegoródium podagrária*), Цикóрий Обыкновенный (*Cichórium íntybus*), Вейник Наземный (*Calamagróstis epigéjos*), Подмаренник Белый (*Galium album*), Ярутка Полевая (*Thláspi arvense*), Тысячелистник Обыкновенный (*Achilléa millefólium*), Полынь Обыкновенная (*Artemisia vulgáris*), Манжетка Обыкновенная (*Alchemilla vulgaris*). Представлен Дерново-подзолистой грунтовооглеенной глубокодерновой глубокоподзолистой среднесуглинистой почвой на лёгком моренном суглинке.

И последний разрез был выполнен на самой высокой точке участка. Почва была механически обработанной. В профиле в горизонте А2В был обнаружен крупный валун. Верхний паханный горизонт имел мощность 35 см. Подзолистый же выражен фрагментарно. Растительность: Борщевик Сосновского (*Heracléum sosnowskyi*), Крапива жгучая (*Urtica urens*), Вейник наземный (*Calamagróstis epigéjos*), Подмаренник Белый (*Galium album*), Пустырник обыкновенный (*Leonurus cardiaca L.*), Люцерна посевная (*Medicago sativa L.*). Название: Дерново-подзолистая окультуренная глубокопахотная дерново-глубокоподзолистая легкосуглинистая на среднем моренном суглинке.

Рельеф участка неоднороден. Две точки копания оказались на одном уровне, а в центре понижение.

Была проведена морфологическая характеристика почв. Посмотрев на отношение гумусового к подзолистому горизонту, мы увидели, что везде преобладает дерновый процесс почвообразования. Везде большая мощность гумусового горизонта. Причём он преобладает над подзолистым. Горизонт А2 выражен везде отдельным горизонтом с затёками и только в четвёртом он фрагментарен.

Почвы оказались в основном легкосуглинистыми, одна среднесуглинистая. Распределение гранулометрического состава по профилю неравномерное. В срединной части профиля наблюдается утяжеление гранулометрического состава. Все почвы развиты на легко- и среднесуглинистых моренных отложениях. Преобладающая фракция песок и крупная пыль. Распределение ила носит элювиально-иллювиальный характер.

Далее был произведён анализ физико-химических свойств почв. Гумусовые горизонты всех почв имеют близкую к нейтральной реакцию среды и высокую насыщенность основаниями. Вниз по профилю степень насыщенности постепенно уменьшается, достигая средних значений 63,02-71,5 %.

Гумус во всех профилях невысокое и составляет от 2 до 3% в гумусовых горизонтах, далее по профилю происходит резкое его снижение.

Почвы сильно насыщены основаниями и вниз по профилю насыщенность понижается.

### **Выводы:**

1. Почвенный покров экспериментального участка представлен дерново-подзолистыми почвами: на участке под древесной растительностью почва дерново-подзолистая глубокодерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая на лёгком моренном суглинке; центр участка грунтовооглеенная легкосуглинистая на лёгком моренном суглинке, в самой нижней точке по рельефу – грунтовооглеенная глубокодерновая глубокоподзолистая среднесуглинистая на лёгком моренном суглинке; а самая высокая точка рельефа представлена окультуренной глубокопахотной дерново-глубокоподзолистой легкосуглинистой почвой на среднем моренном суглинке.

2. В строении почвенного профиля выявлены следующие особенности: максимальная мощность пахотного (гумусового) горизонта наблюдается на территории пашни (35 см), значительно меньше – на участке бывшей залежи (16 см), наименьшая мощность наблюдается под деревянистой растительностью (10 см).

3. По содержанию гумуса в пахотном (гумусовом) горизонте выявлена следующая закономерность: максимальное содержание гумуса определено на залежи в центре участка (3,41%), в почвах под древесной растительностью содержание гумуса составило 2,42%, в самой низкой точке участка 3,11%, а на высокой – 2,41%.

4. Дерново-подзолистые почвы данной территории имеют слабокислую реакцию среды (рН солевой вытяжки верхнего горизонта – 5,81 – 6,06) и, начиная с горизонта А2, только почва под древесной растительностью становится среднекислой, остальные снижаются незначительно в пределах рН от 5 до 6.

5. Установлено, что почвы участка насыщены основаниями (более 80%), следовательно, в известковании не нуждаются. Почвы разреза 3 и 4 имеют более высокую насыщенность основаниями в верхней части профиля, а почва второго разреза под бывшей залежью с борщевиком отличается большей насыщенностью основаниями. Наименьшее значение степени насыщенности отмечается в подзолистом горизонте. Почва разреза №1, что под древесной растительностью, имеет довольно резкое понижение значения с 90,4% в верхней части профиля до 44,0% в срединной части. Дифференциация по насыщенности основаниями по профилю дерново-подзолистых почв на пашне и бывшей залежи значительно меньше выражена, чем под древесной растительностью.

Под древесной растительностью идёт естественный процесс образования данных почв, т.е. наряду с дерновым процессом больше проявляется подзолистый процесс, а остальные почвы однозначно были произвесткованы. В планах исследования стоит задача оценки состояния почв по содержанию калия и фосфора.

В целом почвы данного участка пригодны для сельскохозяйственного использования и возврата в состав пахотного фонда.

### Литература

1. Агрономическая оценка гумусового состояния почв / В. И. Савич, В. Д. Наумов, Б. А. Борисов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 4(52). – DOI 10.51419/202124412. – EDN EEUPWM.
2. Агроэкологическая оценка дерново-подзолистых почв дачных участков Московской области / В. И. Савич, В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 4(58). – DOI 10.51419/202134406. – EDN OORMTJ.
3. Атлас Московской области / [Отв. ред. Э.Г. Галиуллина, В.И. Юрченко]; Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР. – Москва, 1976. – 41 с.
4. Баланс энергии в звене полевого севооборота на дерново-подзолистых почвах и обыкновенном черноземе / В. И. Савич, В. В. Гукалов, В. Д. Наумов [и др.] // Плодородие. – 2023. – № 5(134). – С. 55-59. – DOI 10.25680/S19948603.2023.134.14. – EDN RMBIDR.
5. Баранова О.Ю., Номеров Г.Б., Строганова М.Н. Изменение свойств пахотных дерново-подзолистых почв при зарастании их лесом // Почвообразование в лесных биогеоценозах. – Москва: Наука, 1989. – с. 60-78.
6. Карпинский Н.П. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистых почв в связи с их генезисом и окультуриванием. «Труды ВАСХНИЛ». – Москва: «Колос», 1970.
7. Лабораторный практикум по почвоведению / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, А. М. Поляков, К. А. Шмакова. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – 165 с. – EDN DDAYAC.
8. Наумов, В. Д. Оценка гумусового состояния дерново-подзолистых почв под древесными насаждениями различного состава / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина // Гуминовые вещества в биосфере : Материалы VII Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Д.С. Орлова и III Международной научной школы, Москва, 04–08 декабря 2018 года. – Москва: ООО "МАКС Пресс", 2018. – С. 97-98. – EDN ZAPWGD.
9. Проведение почвенного обследования сельскохозяйственных земель : Научно-методические рекомендации / О. М. Голозубов, В. Д. Наумов, Р. В. Некрасов [и др.] ; Научно-методические рекомендации рассмотрены и одобрены на Ученом Совете ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» 21.04.2022,

Протокол № 5. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – 188 с. – ISBN 978-5-9238-0270-2. – DOI 10.25680/VNPIA.2019.19.17.029. – EDN TSSGJW.

10.Седых, В. А. Оценка влияния птичьего помета на состояние почв, воздушной и водной среды / В. А. Седых, В. И. Савич, Н. Л. Поветкина // Агрехимический вестник. – 2013. – № 1. – С. 33-36. – EDN RCVYFP.

## МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ КАТЕНЫ КАЛУЖСКОГО ФИЛИАЛА РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Еремина Ульяна Валентиновна - студентка 3 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Научный руководитель: Шмакова Кристина Алексеевна – ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

**Аннотация:** Особенностью почв на границе таежной и лесостепной зон является переходный характер их морфологических свойств, что позволяет относить их к почвенным типам дерново-подзолистых и серых лесных [1]. В связи с этим появляется необходимость в изучении этих почв в системе катены для выявления зависимостей между проявлением факторов почвообразования и морфогенетическими показателями почв.

**Цель:** выявление особенностей формирования почвенной катены участка леса Калужской области в бассейнах

### Задачи:

1. проанализировать морфологическое описание почв;
2. изучить свойства почв катены и их сопоставление с литературными данными;
3. дать оценку связи свойств почв катены с факторами почвообразования;
4. установить ряд специфических особенностей по свойствам почв, почвообразовательным процессам и факторам почвообразования.

Анализ особенностей строения почв и почвенного покрова Калужской области имеет важное значение с научной и практической точек зрения. До сих пор для этого региона остается множество нерешенных вопросов, касающихся происхождения и распространения почв; существуют противоречивые оценки процессов почвообразования, отмечается дефицит почвенных карт и аналитических характеристик [2]. В прикладном аспекте исследование фонового состояния почвенного покрова весьма актуально в связи с освоением этих территорий и необходимостью проведения экологических экспертиз и оценки земельных ресурсов. На рисунке 1 представлена почвенная катена участка леса Калужской области.

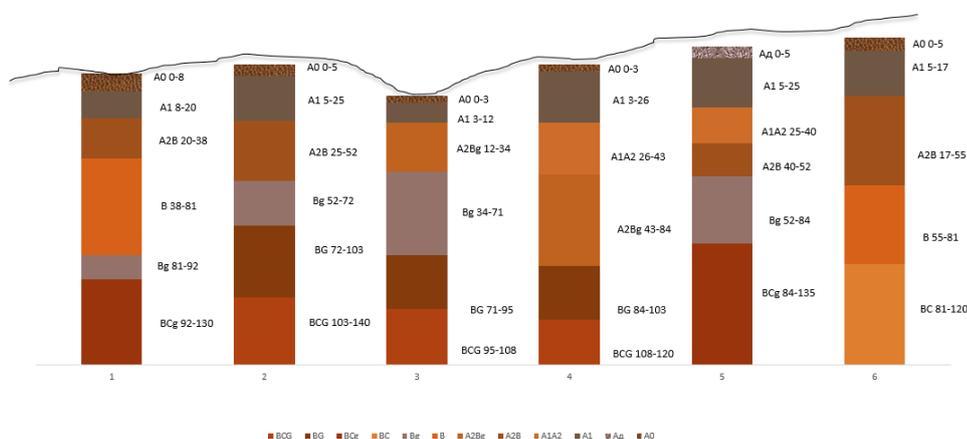


Рисунок 1 – Почвенная катена Калужского леса

Все разрезы расположены на пологом склоне с уклоном в  $1-3^0$  но с разными высотами над уровнем моря: 1- 175 м, 2- 181, 3- 160, 4 -180, 5- 191, 6- 200 м.

Разрез 1 формируется под хвойной древесной и разнотравной травянистой растительностью, поэтому лесная подстилка А0 относительно мощная и составляет 8 см. Ниже мы наблюдаем горизонт А1 мощностью 12 см. Верхние горизонты имеют супесчаный гранулометрический состав, а нижний- среднесуглинистый, поэтому на контакте пород возникает оглеенный горизонт Вg на глубине 81 см, сизого цвета с рыжими и охристыми пятнами. Также разрез по рельефу занимает срединную часть склона на высоте 175 м над уровнем моря. Исходя из описания, почва имеет название: Дерново-подзолистая контактно-глубокоглееватая среднедерновая слабоподзолистая супесчаная на двучленных отложениях

Разрез 2 формируется под мелко-широколиственной растительностью в первом и втором ярусе, в наземной части заметно преобладание осок, как следствие мощность А0 составляет 5 см, но при этом заметно увеличение мощности горизонта А1 до 20 см. Охристые пятна появляются в горизонте А2В с 25 см, что свидетельствует о начале глеевого процесса. Глеевый же горизонт ВG начинает формироваться с глубины 72 см (имеет мощность 31 см) и отличается охристыми, сизыми пятнами и железомарганцевыми конкрециями. Высота над уровнем моря – 181 м, но возможно близкое залегание грунтовых вод. Исходя из описания, почва имеет название: Дерново-глеевая грунтово-глееватая оподзоленная среднеспесчаная на среднем моренном суглинке

Разрез 3 формируется под плотным сообществом сныти. Лесная подстилка А0 составляет всего 3 см при мощности гумусового горизонта А1 9 см. Наблюдаются признаки подзолистого процесса (А2Вg мощностью 22 см). Разрез отличается выраженным глеевым процессом, характеризующимся наличием охристых пятен, начинающимся с горизонта А2Вg и далее прослеживается вниз по профилю, заметны крупные сизые пятна, железистые конкреции. Разрез расположен в понижении - 160 м над уровнем моря. Исходя из описания, почва имеет название: Дерново-глеевая маломощная оподзоленная супесчаная на двучленных отложениях

Разрез 4 формируется под смешанным составом леса, с хвойными и лиственными породами, а также влаголюбивой травянистой растительностью. Мощность горизонта А0 составляет 3 см. Появляется мощный гумусовый горизонт А1 (23 см), связанный с преобладанием опада широколиственных пород деревьев. Охристые пятна появляются с горизонта А1А2 (мощность 23 см). Залегание по рельефу выше -183 м над уровнем моря. Исходя из описания, почва имеет название: Дерново-грунтово-глееватая среднеспесчаная на двучленных отложениях

Разрез 5 формируется под луговой растительностью. Вместо подстилки можно наблюдать дернину Ад мощностью 5 см, сильно развит гумусовый горизонт А1 (мощностью 20 см), а также хорошо выражен переходно-гумусовый горизонт А1А2 (15 см). Признаки оглеения (обилие Fe-Mn конкреций) появляются с горизонта Вg (мощностью 25 см) с глубины 59 см. В нижней части профиля отмечены скопления карбонатов. Залегание по рельефу- 191 м над уровнем моря. Исходя из описания, почва имеет название: Дерново-подзолистая грунтово-глееватая глубокодерновая слабоподзолистая среднесуглинистая на моренном тяжёлом суглинке

Разрез 6 формируется под хвойными породами в первом ярусе, лиственными породами в подлеске и разнообразной травянистой растительностью. Выражена лесная подстилка А0 мощностью 5 см. Горизонт А1 несколько меньше, чем в других полугидроморфных почвах – 12 см. Профиль сильно щебнистый. Разрез располагается в самой высокой точке склона (200м). Оглеение не выражено, грунтовые воды залегают намного глубже. Исходя из описания, почва имеет название: Дерново-подзолистая среднедерновая слабоподзолистая легкосуглинистая на моренном тяжёлом суглинке

#### **Выводы:**

1. данные особенности разрезов объясняются различным расположением по рельефу, сменой растительности и залеганием грунтовых вод.

2. Дерновый процесс значительно преобладает над подзолистым, что объясняется составом наземной растительности.

3. Исследуемые почвы преимущественно имеют признаки оглеения, автоморфные почвы наблюдаются на возвышенностях. Степень проявления оглеения увеличивается в зависимости от рельефа местности и почвообразующих пород (в низинах и на двучленных отложениях почвы приобретают полноценный глеевый горизонт)

### Литература

1. Кузьмин, М. Р. Почвы на границе таежной и лесостепной зон центра Восточно-Европейской равнины / М. Р. Кузьмин, А. А. Гладков // Доклады ТСХА : Сборник статей, Москва, 02–04 декабря 2020 года. Том Выпуск 293, Часть IV. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 227-230. – EDN ТАОВNB.

2. Сюняева, О. И. Почвы Калужской области : Учебное пособие / О. И. Сюняева, Ю. В. Леонова. – Калуга : ИП Якунин А.В., 2022. – 156 с. – ISBN 978-5-6047645-1-0. – EDN ХККТХN.

## ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ 4 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**Аргеткина Софья Алексеевна** - студентка 3 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

**Научные руководители:** **Каменных Наталья Львовна** – к.б.н., доцент кафедры геологии, почвоведения и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; **Лебедев Александр Вячеславович** – к.с.-х.н., доцент кафедры землеустройства и лесоводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

В настоящее время актуальным является вопрос изучения древесных насаждений в условиях городской среды. Лесная опытная дача РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева является уникальным объектом, на котором можно проследить динамику хода роста древесных насаждений, используя таксацию за столетие [4, 6].

В данной работе представлено изучение динамики породного состава хвойных насаждений на пробных площадях (ПП) 4 квартала.

В 1862 году на территории квартала располагалось крестьянское поле и выгоны (5,32 га). В остальной части квартал был покрыт сосново-березовыми насаждениями. С закрытием выгона площадь, не покрытая лесом, сократилась до 1,62 га за счет новых посадок. В 1880–1890 годы территория квартала стала опытным участком для закладки опыта М.К. Турским по выращиванию географических культур сосны [3, 5].

В 1935 году четвертый квартал являлся одним из самых лесистых на территории Лесной дачи, чему способствовало, в том числе, выращивание перегущенных сосновых древостоев в географических посадках. [1,4, 5]. В 1938–1940 годы появились небольшие прогалины вследствие гибели ели, которые в дальнейшем были закультивированы.

Для изучения хода роста хвойных насаждений были рассмотрены следующие пробные площади 4 квартала: А(0,1357 га), В(0,1388 га), Д(0,1420 га), З(0,0848 га), Р(0,0915 га), С(0,0751 га), Т(0,0749 га), У(0,036 га), Ф(0,0576 га). Опытные площади были заложены профессором М.К. Турским весной в 1889-1892 гг. на участке после сельскохозяйственного использования (посевы овса) с целью изучения роста сосновых древостоев из семян различного географического происхождения [4, 5, 8].

На пробной площади А была произведена посадка сосны в чистом виде. Семена сосны взяты из Московской области [5]. По статистике, с 1912 по 2016 г. наблюдается резкое сокращение численности сосны. За век прослеживается изменение хвойного древостоя: так, с

1912 по 1965 гг оценивается, как чистый хвойный с незначительным количеством березы, дуба, липы и вяза. До 2016 года древостой считается условно чистым, так как в первом ярусе отмечается наряду с сосной и дуб. Важно, что вместо одноярусного чистого хвойного древостоя в 2023 году появляется второй ярус с кленом остролистным. Первый ярус представлен условно чистым хвойным насаждением с примесью березы и с незначительным количеством дуба и липы, второй ярус - клен остролистный. Общий состав древостоя в настоящее время описывается так: I: 9С1Б+Лп+Д; II: 10Кло. [1, 2, 8].

Семена сосны на пробной площади В собраны с Пермского края. [5] Чистый хвойный древостой наблюдался с 1912 по 1986 гг. При сокращении количества сосны, состав древостоя в 1993 г. изменился на условно чистый, так как, помимо сосны, в древостое присутствует липа с незначительным количеством дуба (9С1Лп+Д). [1, 2, 8] С 1999 по 2023 одноярусный хвойный древостой изменился на двухъярусный. Общий состав древостоя в настоящее время: I: 8С1Лп1Кло; II: 10Кло. [1, 2, 8].

Семена сосны для посадки на ПП 4/Д взяты из Архангельской области. [5] При изучении пробной площади Д наблюдается схожая динамика: раннее посаженная сосна в чистом виде преобладала несколько десятилетий (с 1910 по 1975 г.), после чего отмечается возрастание доли участия таких пород, как липа, береза и дуб. В составе древостоя клен остролистный выделяется вторым ярусом с 1986 г. Общий состав древостоя в настоящее время: I: 10С+Лп+Б; II: 6Кло2С1Лп1Б [1, 2, 8].

На пробной площади З была произведена посадка сосны в чистом виде. Семена сосны взяты из Вологодской области. [5] Чистый хвойный состав древостоя наблюдался только в период с 1908 по 1939 г. Далее, наблюдается резкое сокращение запасов сосны, и чистый хвойный лес становится с равным участием лиственных пород (в основном, березы, липы и дуба). В 2016 году к первому ярусу, представленному смешанным древостоем с преобладанием хвойных пород, добавляется второй ярус, в составе которого выступает клен остролистный. Общий состав древостоя в настоящее время: I: 6С4Лп+Б; II: 10Кло [1, 2, 8].

На пробных площадях Р, С, Т, У, Ф производилась посадка однолетней сосны вместе с двухлетней елью. [5].

Семена сосны для посадки на пробной площади Р взяты из Владимирской области [5]. Ель вторым ярусом выделялась с 1912 до 1959 г. Наблюдается возрастающее количество дуба во втором ярусе, и с 1939 по 1959 г. состав древостоя характеризуется так: в первом ярусе преобладает чистый хвойный сосновый лес, а второй ярус - смешанный лес с преобладанием лиственных пород (а именно дуба). С 1986 года ель в качестве примеси присутствовала в общем составе древостоя. Общий состав древостоя оценивается, как смешанный с преобладанием хвойных пород (сосны и ели), но с примесью березы, а также дуба и липы в незначительном количестве (важное внимание уделяется дубу: происходит уменьшение в общем составе древостоя). После 1991 года ель полностью отсутствует в составе древостоя, а позже присутствует в незначительном количестве. Общий состав древостоя в настоящее время I: 8С1Лп1Е+Д; II: 5Лп3Кло1Е1В. [1, 2, 8]. Отмечается появление второго яруса, представленного смешанным типом древостоя с преобладанием липы и клена остролистного.

Семена сосны для посадки на пробной площади С взяты из Липецкой области [5]. В 1912 году состав древостоя диагностировался, как чистый хвойный; ель встречалась в незначительном количестве, как дуб и береза. В 1916-1942 гг. ель присутствовала в качестве примеси наряду с сосной, при этом состав древостоя не изменился (дуб и береза присутствуют в незначительном количестве). В 1969 году тип древостоя изменяется на смешанный с преобладанием хвойных пород (6С2Д2Е+Лп+В). [1, 2, 8]. При этом, отмечается увеличение дуба в общем составе. Липа и вяз присутствуют в незначительном количестве. В 1996 году состав древостоя такой: 6С2Е1Лп1В+Д. [1, 2, 8]. Видно, хвойные породы преобладают в общем составе, но на их фоне выделяется примесь липы, вяза и дуба в незначительном количестве. Общий состав древостоя в настоящее время: I: 8С1Лп1Е; II: 8Е2В выделяется два яруса. [1, 2, 8].

Семена сосны для посадки на пробной площади Т взяты из Германии (город Эрфурт) [5] Береза в незначительном количестве присутствует на анализируемом площади Т с 1912 по 1927 год. Тип древостоя - чистый хвойный с доминирующей сосной, но с березой в незначительном количестве. В 1933-1959 годах появляется второй ярус. Общая динамика такова: первый ярус представлен чистым хвойным насаждением с преобладанием сосны и с березой в незначительном количестве, второй ярус - смешанный с преобладанием хвойных пород в качестве ели, с примесью дуба и вяза (в 1954 году вяз присутствовал во втором ярусе в незначительном количестве). С 1996 по 2009 год преобладает один ярус, в котором выделяется смешанный тип древостоя с преобладанием сосны и ели, с примесью березы и вяза, липой и дубом в незначительном количестве (дуб появился в 2001 году). Общий состав древостоя в настоящее время: I: 6С2Е2Лп; II: 6Е4В. [1, 2, 8].

Семена сосны для посадки на пробной площади У взяты из Тамбовская области (город Мичуринск).[5] В 1912 г. тип древостоя оценивался, как чистый хвойный с преобладанием сосны. С 1916 по 1959 год наблюдается появление второго яруса. Первый ярус за все это время представлен чистым хвойным древостоем с породами сосны. Второй ярус - смешанный тип древостоя с преобладанием хвойных пород в виде ели, с примесью дуба и липы. Стоит отметить, что в общем составе древостоя дуб и липа динамически увеличиваются, и в 1959 году второй ярус уже представлен смешанным типом древостоя с преобладанием дуба, с примесью ели и липы в равных пропорциях. С 1988 по 2016 год второй ярус не наблюдается. Напротив, актуальный состав древостоя представлен хвойными породами с преобладанием сосны, но с дубом и липой в незначительном количестве. Отдельно следует выделить 2005 год, где состав древостоя оценивался, как чистый хвойный с преобладанием сосны, а в 2016 году состав изменился на смешанный с преобладанием сосны с липой, елью и с дубом в незначительном количестве. В 2023 году общий состав древостоя пробной площади У- I: 7С2Лп1Е; II: 8Е2В. [1, 2, 8].

Семена сосны для посадки на пробной площади Ф взяты с лесной опытной дачи РГАУ-МСХА[5]. В 1912-1916 годах состав древостоя оценивается, как чистый хвойный с преобладанием сосны. С 1923 по 1959 год выделяется два яруса. Первый ярус за указанный период представлен чистым хвойным массивом с преобладанием сосны. Второй ярус в 1933 представлял собой чистый хвойный состав с дубом в незначительном количестве. С 1937 по 1959 год состав древостоя второго яруса диагностировался, как смешанный с преобладанием хвойных пород в качестве ели, с примесью дуба. С 1988 по 2009 год второй ярус отсутствует. Первый ярус представлен (до 2009 г.) чистым хвойным массивом с преобладанием сосны, с вязом и дубом в незначительном количестве. В 2009 году тип древостоя - условно чистый хвойный с преобладанием сосны, с примесью дуба, ели и вяза в незначительном количестве. В 2023 году общий состав древостоя пробной площади Ф в настоящее время: I: 9С1Е II: 6Е4В. [1, 2, 8].

#### **Выводы:**

1. Первоначально, на всех пробных площадях наблюдается один ярус в общем составе древостоя, но по последним данным таксации (на 2023 год) выделяется второй ярус.

2. Посадка сосны с двухлетней елью проводилась на ПП 4/С, 4/Т, 4/У, 4/Ф. Вторым ярусом на этих пробных площадях в настоящее время представлен смешанным типом древостоя с преобладанием ели.

3. На пробной площади 4/Р вторым ярусом представлен условно чистый лиственный состав древостоя с преобладанием липы, а также клена и вяза.

4. В настоящее время клен остролистный выделяется вторым ярусом в общем древостое хвойных насаждений на пробных площадях А, В, Д, З.

5. Первый ярус на всех пробных площадях представлен смешанным типом древостоя с преобладанием хвойных пород (сосна). Отмечается, что только на ПП 4/Д первый ярус и в настоящее время представлен чистым хвойным сосновым древостоем.

6. Общий состав древостоя за более чем столетний период изменился с чистого хвойного (в основном, с преобладанием сосны) на смешанный тип с преобладанием хвойных

пород, с примесью дуба, липы и березы. Таким образом, практически на всех изучаемых пробных площадях мы наблюдаем постепенное нарастание доли лиственных пород в составе древостоя.

### Литература

1. Дубенок Н.Н., Кузьмичев В.В., Лебедев А.В. Результаты экспериментальных работ за 150 лет в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии Изд-во: Наука, 2020 – 382 с. – ISBN 978-5-02-040248-5.
2. Лежнев Д. В., Лебедев А. В. Трансформация структуры сосновых формаций в урбанизированных экосистемах Москвы // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 2 (46). С. 74—88. URL: <http://vestospu.ru/archive/2023>.
3. Наумов В.Д., Родионов Б.С., Гемонов А.В. Сравнительная оценка почв и растительности на пробных площадях лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2014. № 2. С. 5-18.
4. Наумов, В. Д. Итоги экспериментальной работа на лесной опытной даче РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, А. Н. Поляков, Н. Л. Поветкина. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 766 с. – ISBN 978-5-4497-0626-3. – EDN JCLNVH.
5. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2009. 512 с.
6. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 150 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. 345 с.
7. Почвенно-эколого-лесоводственная характеристика насаждений на геоморфологическом профиле Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных, А. В. Лебедев [и др.] // Агрохимический вестник. – 2023. – № 2. – С. 11-16. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-2-002. – EDN ZAWVUC.
8. Хлюстов В.К.; Лебедев А.В. Биоэнергетическая таксация древостоев и лесопользование: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2018. 147 с.

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЧАСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРМСКОГО НИИСХ – ФИЛИАЛА ПФИЦ УРО РАН

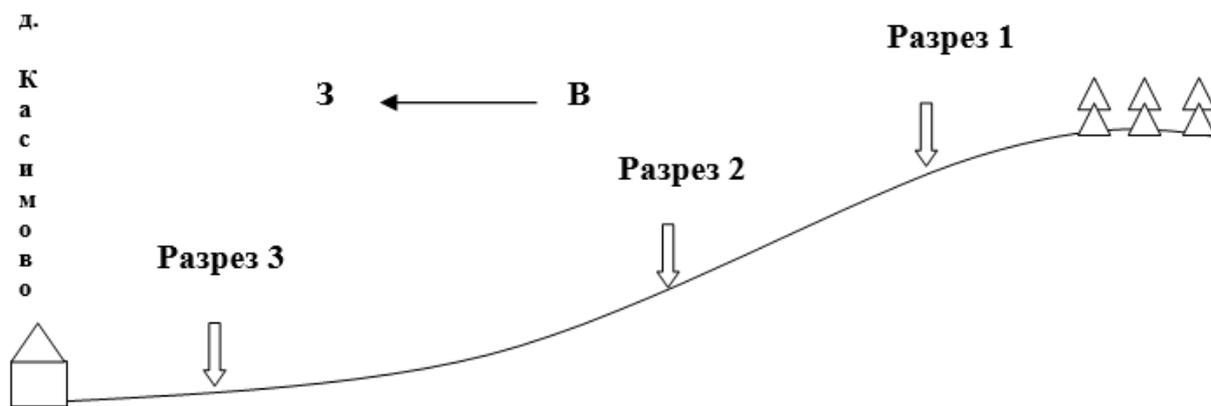
**Ведерникова Полина Степановна** – студент 1 курса магистратуры кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, Россия

**Научный руководитель: Гилёв Виталий Юрьевич** к.с.х.н., доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, Россия

Агрофизические свойства играют важную роль в современной земледелии. Именно данные свойства почв формируют условия для дальнейшего развития полевых культур.

Многим ученым удалось выяснить, что почвенная вода при различном ее содержании далеко не равнозначна по своим свойствам. Одно и то же содержания влаги в почвах, которые различны по своим свойствам, может отличаться по своей подвижности или по доступности для растений [1].

**Объекты исследования.** На опытном поле части землепользования Пермского НИИСХ – филиала ПФИЦ УрО РАН, на пашне было заложено три почвенных разреза (рис. 1).



**Рисунок 1** – Территория обследования (разрез 1 - ДК<sup>опII</sup>ГЭ<sub>5</sub>, разрез 2 - ДБ<sup>II</sup>ГЭ<sub>1</sub>, разрез 3 - П<sup>III</sup><sub>3</sub>ГЭ<sub>1</sub>)

**Методы исследования.** Определение аналитических показателей проводилось общепринятыми методами.

**Результаты исследования.** Результаты определения почвенно-гидрологических констант представлены на рисунке 2:

*Полная влагоемкость (ПВ)* в пахотном горизонте исследуемых почв варьирует от 27,7 до 51,6%. Наименьшее значение можно наблюдать в дерново-бурой почве, наибольшее – в дерново-подзолистой.

*Наименьшая влагоемкость (НВ)* в пахотном горизонте исследуемых почв варьирует от 17,2 до 32,4%. В дерново-карбонатной и дерново-подзолистой почвах оценивается как хорошая, а у дерново-бурой – как неудовлетворительная для пахотного слоя [2].

*Влажность разрыва капилляров (ВРК)* в пахотном горизонте исследуемых почв представлена диапазоном от 12,3 до 26,6%. Наименьшее значение можно наблюдать в дерново-бурой почве, наибольшее – в дерново-подзолистой.

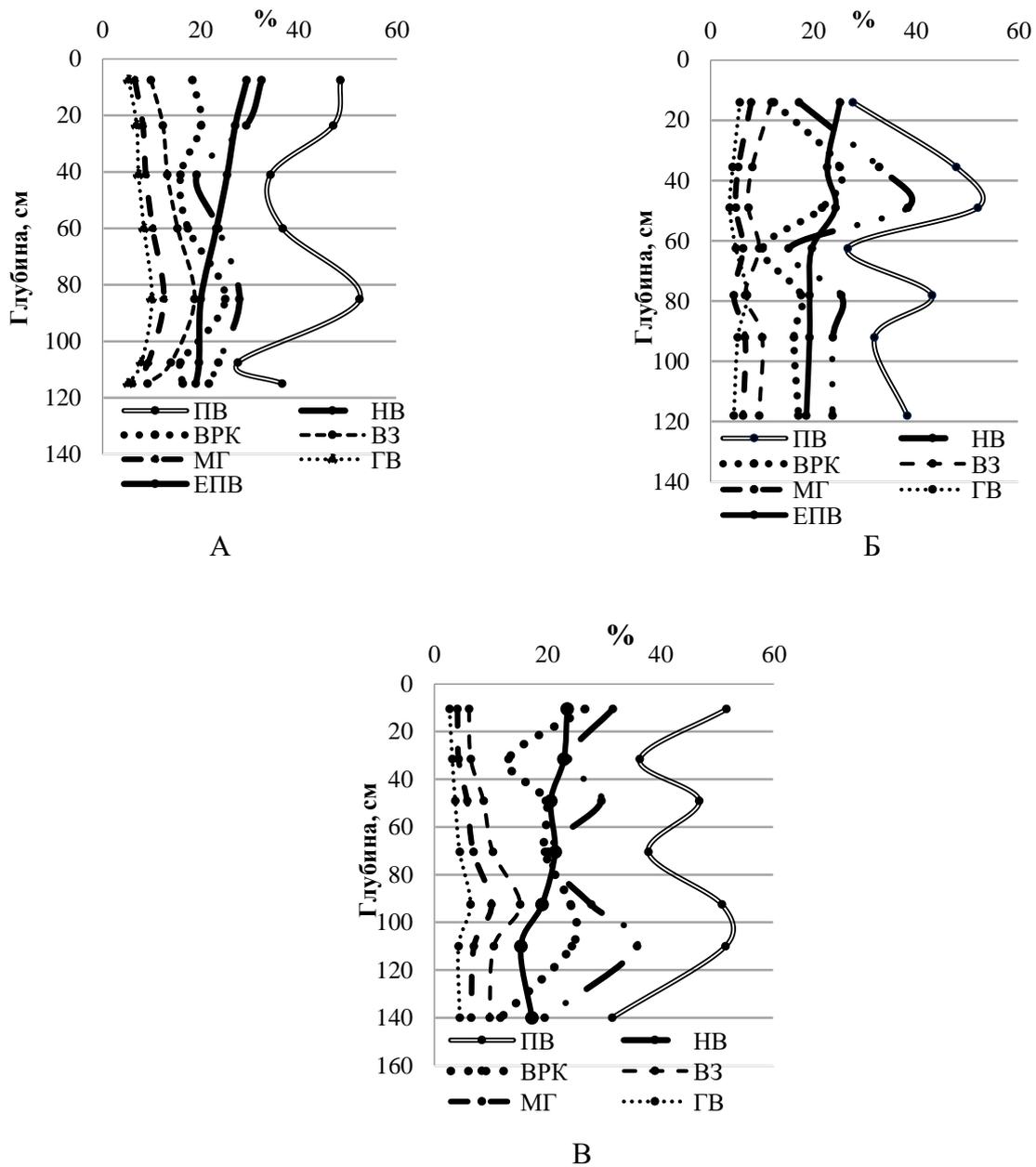
*Влажность завядания (ВЗ)* в пахотных горизонтах варьирует от 6,2 до 11,9%. Наименьшее значение наблюдается в дерново-подзолистой почве, наибольшее – в профиле дерново-бурой почвы.

Профильное варьирование почвенно-гидрологических констант в наибольшей степени отмечается по значениям наименьшей и полной влагоемкости. Максимальные значения почвенно-гидрологических констант в профилях всех исследуемых почв наблюдаются в иллювиальной части.

*Естественная полевая влажность (ЕВП)*. Во время закладки разрезов в период с 05.07.2022 по 11.07.2022 из каждого генетического горизонта были отобраны образцы для определения влажности. В пахотном слое исследуемых почв она варьирует от 23,5 до 29,4%. Наименьшее значение характерно для дерново-подзолистой почвы, наибольшее – для дерново-карбонатной почвы.

С глубиной в профилях исследуемых почв отмечается уменьшение количества влаги.

В дерново-карбонатной почве значение естественной полевой влаги находится в интервале от НВ до ПВ, в дерново-бурой – приближается к ПВ, а в дерново-подзолистой почве снижается ниже значений ВРК.



**Рисунок 2** - Профильное распределение значений почвенно-гидрологических констант и естественной полевой влажности (А – в дерново-карбонатной почве, Б – в дерново-бурой почве, В – в дерново-подзолистой почве, %)

**Заключение.** По результатам проведенного исследования, можно сделать вывод, что значения почвенно-гидрологических констант в исследуемых почвах имеют незначительные различия, которые можно объяснить различным гранулометрическим составом.

Наиболее благоприятными водно-физическими свойствами характеризуется дерново-подзолистая почва. Худшими свойствами среди исследуемых почв обладает дерново-бурая почва.

В течение вегетационного периода наиболее оптимальное распределение запасов продуктивной влаги отмечается в дерново-подзолистой почве. На дерново-карбонатной почве наблюдается недостаток влаги. Результаты, полученные при определении запасов продуктивной влаги, можно так же объяснить различием разновидности исследуемых почв по гранулометрическому составу и местом расположения почв в рельефе.

### Литература

1. Качинский Н.А. Физика почвы Ч. 2. – М.,: "Высшая школа", 1970. – 358 с.
2. Корчагин, А. А. Физика почв: лаб. практикум / А. А. Корчагин, М. А. Мазиров, Н. И. Шушкевич ;Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 99 с.

## МИКРОБИОМ ПОСТПИРОГЕННЫХ ПОДЗОЛОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

**Чебыкина Екатерина Юрьевна**, доцент кафедры прикладной экологии Санкт-Петербургского государственного университета

**Низамутдинов Тимур Ильгизович**, младший научный сотрудник кафедры прикладной экологии Санкт-Петербургского государственного университета

Лесные пожары оказывают сильнейшее комплексное воздействие на экосистему, как прямое, так и косвенное воздействие на почву [1-3]. Гибель растительного покрова не может не оказывать влияние на ризосферную микробиоту. Лесной пожар значительно снижает биоразнообразие почвенного микробиома, при этом сдвиг разнообразия наблюдается в первую очередь в верхнем слое почвы, напрямую подверженном нагреванию. Кроме того, тепловое воздействие уменьшает биомассу микроорганизмов. Почвенный микробиом играет заметную роль в восстановлении послепожарной экосистемы [4-7]. Настоящая работа посвящена изменениям в почвенном микробиоме после лесного пожара в окрестностях поселка Пычим в Республике Коми.

Для исследования процессов трансформации почвенных микробиомов от лесных пожаров были исследованы образцы подстилки после низового пожара в сравнении с верхними горизонтами фоновой почвы, характерной для региона. Пожар на исследуемом участке возник в 2022 году и охватил весь нижний полог леса, полностью выгорел моховой очес. Общая площадь возгорания 1,02 га. Интенсивность горения на участке исследования была средней. Подстильно-торфяные горизонты повреждены на всей площади гари, но в различной степени: в ряде локаций они обуглены, сгорела исключительно лесная подстилка, в других случаях – полностью выжжены.

Из образцов почв была выделена общая ДНК в четырехкратной повторности и проведено высокопроизводительное секвенирование ампликонных библиотек гена 16S рРНК для 16 проб. Полученные данные были обработаны при помощи пакета dada2 в программной среде R. Для них был произведен анализ биоразнообразия, таксономического состава и сравнительный анализ микробиомов.

Всего было получено 16 библиотек вариабельного региона гена 16S рРНК, общий размер которых составил 276429 прочтения. При помощи пакета dada2 эти последовательности были разделены на 1529 филотипа.

Альфа-разнообразие всех образцов достоверно отличалось друг от друга. Пирогенный горизонт Orig в почве после низового пожара характеризуется самым низким по сравнению со

всеми горизонтами фоновой почвы разнообразием по всем рассчитанным индексам. При этом горизонты подстилки фоновой почвы также различаются между собой - наименьшее богатство характерно для горизонта О(F). При этом по индексу альфа-разнообразия, отражающего равномерность (evenness, обратный индекс Симпсона) самое большое разнообразие было показано для верхнего горизонта фоновой подстилки, представленной моховым очёсом (фон\_OREC). Скорее всего это связано с сильной гетерогенностью микробиома, вызванного с его низким увлажнением.

Анализ бета-разнообразия микробных сообществ показал, что микробиом подстилки после низового пожара значительно отличается от фона. При этом различные горизонты подстилки фона также разделяются между собой. Два использованных метода ординации расстояний между микробными сообществами (NMDS и PCoA) показывают общий тренд отличия пирогенного слоя подстилки от фоновых горизонтов и сходства микробиомов горизонтов OF и O<sub>пуг</sub> для фоновой почвы. Данное сходство может быть обусловлено взаимным влиянием увлажненных более глубоких горизонтов подстилки.

Анализ таксономического состава почвенных образцов показал значительные различия между подстилкой после пожара и фоновой почвой уже на уровне фил. Для пирогенного горизонта характерно присутствие представителей фил *Pseudomonadota*, *Bacteroidota*, *Bacillota* и *Actinobacteriota*, и при этом не было детектировано присутствие таких характерных для почвы фил, как *Acidobacteriota*, *Verrucomicrobiota* и *Planctomycetota*.

Все горизонты фоновой подстилки обладали схожей структурой фил, состоящей преимущественно из *Pseudomonadota*, *Actinobacteriota*, *Acidobacteriota*, *Verrucomicrobiota*, *Planctomycetota*, *Bacteroidota* и *Chloroflexota*. Достоверные изменения между разными горизонтами подстилки между мажорными филами было показано только для *Bacillota*, которые преобладали в горизонте O<sub>пуг</sub>. При этом рост *Bacillota* характерен и для точки низового пожара, что, по-видимому, связано с тем, что в горизонте O<sub>пуг</sub> как фоновой подстилки, так и нарушенной почвы отмечалось наличие угля. В целом, между разными частями подстилки фоновой почвы различия отмечаются только на низком таксономическом уровне, что характерно при анализе микробиома почвенных горизонтов.

На уровне рода отличия между пирогенным горизонтом и фоновой почвами наиболее ярко выражены. Постпирогенное сообщество подстилки представлено сравнительно небольшим набором микроорганизмов, большинство из которых были определены до уровня рода и даже вида, таких, как *Acinetobacter*, *Sphingobacterium*, *Flavobacterium*, *Domibacillus*, *Paenibacillus*, *Comamonas*, *Pseudomonas*, *Hermiimonas* и др. При этом в фоновой почве присутствует большое количество неидентифицированных до уровня рода микроорганизмов, характерное для разнообразных почвенных сообществ. Наиболее мажорные представители фоновой подстилки были атрибутированы к *Burkholderia*, *Acidotherrmus* и *Streptacidiphilus*.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ для молодых кандидатов наук № МК-4596.2022.1.4.

Работа посвящена 300-летию Санкт-Петербургского государственного университета.

### Литература

1. Бурлакова Л.М., Морковский Г.Г., Ананьева Ю.С., Завалишин С.И., Каменский В.А. Влияние лесных пожаров на свойства подзолистых почв (на примере Ханты-Мансийского автономного округа) // Вестник Московского гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2002. № 2. С. 66–71.
2. Mataix-Solera J, Guerrero C, Garcia-Orenes F, et al. Fire effects on soils and restoration strategies. In: Forest Fire Effects on Soil Microbiology. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, USA; 2009. P. 133-175. <https://doi.org/10.1201/9781439843338-c5>.
3. Khodadad CL, Zimmerman AR, Green SJ, et al. Taxa-specific changes in soil microbial community composition induced by pyrogenic carbon amendments. Soil Biol Biochem. 2011; 43(2): 385-392. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.11.005>.

4. Maksimova EY, Kudinova AG, Abakumov EV. Functional activity of soil microbial communities in post-fire pine stands of Tolyatti, Samara Oblast. *Soil Biology*. 2017; 50(2): 249-255. <https://doi.org/10.1134/s1064229317020119>.

5. Xiang X, Shi Y, Yang J, et al. Rapid recovery of soil bacterial communities after wildfire in a Chinese boreal forest. *Sci Rep*. 2014; 4: 3829. <https://doi.org/10.1038/srep03829>.

6. Fernandez-Gonzalez AJ, Martinez-Hidalgo P, Cobo-Diaz JF, et al. The rhizosphere microbiome of burned holm-oak: Potential role of the genus *Arthrobacter* in the recovery of burned soils. *Sci Rep*. 2017; 7(1): 6008. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06112-3>.

7. Weber CF, Lockhart JS, Charaska E, et al. Bacterial composition of soils in ponderosa pine and mixed conifer forests exposed to different wildfire burn severity. *Soil Biol Biochem*. 2014; 69: 242-250. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.11.010>.

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ НА СТЕПЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОДСТИЛКООБРАЗОВАНИЯ, ДЕРНОВОГО И ПОДЗОЛИСТОГО ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**Мартынова Полина Николаевна** - студентка 1 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Шмакова Кристина Алексеевна** – ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

**Аннотация:** в современном мире экология и рациональное использование природных ресурсов является одной из важнейших задач. Особенно актуальным является изучение влияния различных факторов на процессы, происходящие в почве. Почва как основной компонент биосферы и основной источник питательных веществ для растений играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского и лесного хозяйства.

**Цель:** выявление закономерностей между составом древостоя и степенью проявления подстилкообразования, дернового и подзолистого процессов

**Задачи:**

1. проанализировать морфологическое описание почв;
2. дать оценку связи свойств почв с составом древостоя;
3. установить ряд специфических особенностей по почвообразовательным процессам и факторам почвообразования.

Лесная опытная дача РГАУ-МСХА – уникальный объект для исследования лесных почв, расположенный в центре крупного мегаполиса [2]. Нами отобрано 8 пробных площадей

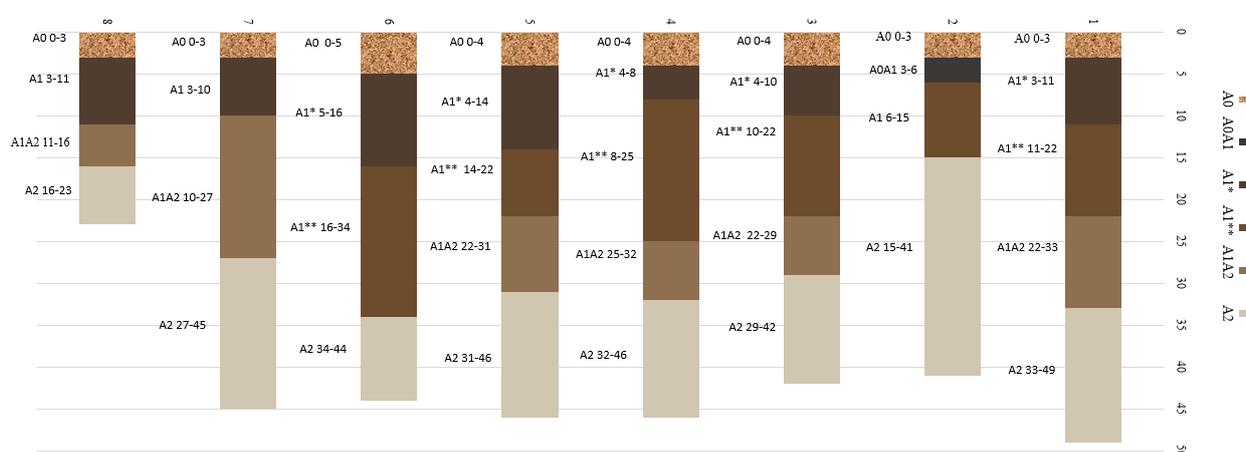


Рисунок 2 – Дерново-подзолистые почвы под разным составом древостоя ЛОД

на территории исследуемого участка (3/Е, 4/Ш, 5/Ж, 6/12, 7/Е, 8/Н, 10/Ж, 11/Е) [3], где были заложены полноразмерные почвенные разрезы и отобраны образцы. Изучались морфологическое строение почв и влияние различных групп растительности на процессы почвообразования. На рисунке 1 представлены верхние части профилей почв ЛОД.

В верхней части каждого профиля можно наблюдать лесную подстилку  $A_0$ , её мощность варьирует от 3 до 5 см. Более мощные подстилки формируются под листовым и смешанным древостоем с преобладанием лиственных пород.

Анализ данных морфологического строения почв показал отличия в яркости проявления основных почвообразовательных процессов: дернового и подзолистого. По полученным данным проявления дернового процесса можно сделать вывод, что самый маломощный гумусовый горизонт располагается в пробной площади под смешанными древостоями с преобладанием хвойных пород (9 см) и чистыми хвойными древостоями (24 см), а наиболее мощный под чистыми лиственными древостоями (29 см).

В большинстве выбранных почв гумусовый горизонт очень мощный и состоит из 2 или 3 горизонтов ( $A_1 + [A_1^*] + A_1A_2$ ).

По соотношению горизонтов  $A_1+A_1A_2 / A_2$  можно судить какой процесс в данной почве преобладает: дерновый или подзолистый (табл.1).  $A_1+A_1A_2 / A_2$  больше 1, то преобладает дерновый процесс, если  $A_1+A_1A_2 / A_2$  меньше 1 – подзолистый [1].

На всех исследуемых пробных площадях, кроме Ш в 4 квартале отмечается преобладание дернового процесса над подзолистым, определяющееся как отношение мощности гумусового горизонта к мощности подзолистого.

По мощности гумусового горизонта почвы преимущественно относятся к средне мелким (20-30 см), почвы на участках 4Ш и 11Е можно отнести к крайне мелким (<10 см) и мелким (10-20 см).

По глубине оподзоливания почвы преимущественно глубокоподзолистые (30-45 см). Почву квартала 3Е (под чистыми хвойными древостоями) можно отнести к сверх глубокоподзолистой, а 11Е (под чистыми лиственными древостоями) к мелкоподзолистой

По интенсивности проявления подзолистого процесса почвы можно разделить на две группы: среднеподзолистые ( $A_2$  5-15 см) – 5Ж, 612, 8Н, 11Е (преимущественно чистые лиственные, смешанные с преобладанием лиственных пород, либо под чистыми лиственными древостоями) и сильно подзолистые (>15 см) – 3Е, 4Ш, 7Е, 10Ж (под чистыми хвойными породами и смешанными с преобладанием хвойных пород).

#### **Выводы:**

1. Более мощные подстилки формируются под листовым и смешанным древостоем с преобладанием лиственных пород

2. В большинстве выбранных почв гумусовый горизонт очень мощный и состоит из 2 или 3 горизонтов ( $A_1 + [A_1^*] + A_1A_2$ )

3. Под хвойными древостоями более интенсивно протекает подзолистый процесс, в отличие от дернового, под лиственными древостоями мы можем наблюдать обратную тенденцию

## Соотношение мощностей гумусовых и элювиальных горизонтов

Квартал/ пробная площадь/ разрез	Состав древостоя	Мощность горизонта, см			Коэффициент отношения горизонтов (A <sub>1</sub> +A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> )/A <sub>2</sub>
		A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> +A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	
3/Е	І – 10С+Б ІІ – 7ДЗКл ед Лп, В <b>Чистые хвойные</b>	19	30	16	1,88
4/Ш	6С4Б ед. В, Кл, Д <b>Смешанные с преобладанием хвойных</b>	9	9	26	0,35
5/Ж	10Л ед. Д <b>Чистые хвойные</b>	18	25	13	1,92
6/12	5Л5Б ед. Лп, Я, Кл <b>Смешанные с преобладанием лиственных</b>	21	28	14	2,00
7/Е	І – 6Л2Кл1С1Лп ІІ – 8Кл2В+Лп ед. Л, Д <b>Смешанные с преобладанием хвойных</b>	18	27	15	1,80
8/Н	9Д1Лп ед. С <b>Чистые лиственные</b>	29	29	10	2,90
10/Ж	І-9С1Бед. Д,Е,Б,Кл ІІ-5,9Кл1,4 Д1,4В1,3Б <b>Чистые хвойные</b>	7	24	18	1,33
11/Е	9Д1Лп ед С, В <b>Чистые лиственные</b>	8	13	7	1,86

## Литература

1. Лосев А.И. Характеристика гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв, формирующихся в условиях мегаполиса, на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / А. И. Лосев, В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 3. – С. 40-45. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-3-009. – EDN EZUHFM.

2. Наумов, В. Д. Лесорастительная характеристика дерново-подзолистых почв лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, К. А. Шмакова // Сборник трудов Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 24–25 октября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 47-50. – EDN IEYGBE.

3. Наумов В.Д. Почвенно-эколого-лесоводственная характеристика насаждений на геоморфологическом профиле Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных, А. В. Лебедев [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 2. – С. 11-16. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-2-002. – EDN ZAWVUC.

## ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ НАСАЖДЕНИЙ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ 8 КВАРТАЛА ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА

**Пономарева Полина Георгиевна**, студент 3 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

**Научный руководители: Каменных Наталья Львовна**, к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева; **Лебедев Александр Вячеславович**, к.с. - х.н., доцент кафедры землеустройства и лесоводства РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

В настоящее время в условиях такого крупного мегаполиса, как Москва лесные массивы являются настоящими природными островками. Несомненно, город влияет на древесную

растительность. Проследить за изменением состава древостоя в Москве за длительный период возможно на примере лесного массива Лесной опытной дачи (ЛОД) РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Вот уже более ста лет на данной территории ведутся регулярные наблюдения на пробных площадях в этой уникальной лаборатории под открытым небом [3,4].

В работе дана оценка изменения породного состава древостоев различного состава на примере постоянных пробных площадей 8 квартала Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева.

Для изучения изменения состава древесных насаждений нами были исследованы пробные площади, различающиеся между собой составом насаждения и возрастом древостоя и имеющих различную историю посадки.

Мы поделили исследуемые площади на 3 группы:

- чистые лиственные насаждения (пробная площадь З, К, Н, О)
- чистые хвойные насаждения (пробная площадь Л)
- смешанные лиственно-хвойные насаждения (пробная площадь М, П) [3,5,6]

При изучении истории закладки пробных площадей 8 квартала ЛОД, мы узнали, что пробная площадь З была заложена М.К.Турским в 1897 году на насаждения сосны естественного происхождения с небольшой примесью березы 60–70 лет, второй ярус из дуба 30–43 лет. [5]. В изменении состава древостоя мы заметили периодичность появления ели в период 1912 - 1941 года. Ель выпадает из состава насаждений в 1924 году и 1941. Начиная с 1952 года из насаждений выпадает береза и сменяется на клен, численность клена увеличивается в 1992 году, и он исчезает в 2005. В 2005 году состав древостоя представлен липой и дубом и имеет формулу 8Лп2Д. Смена состава смешанного хвойно-лиственного древостоя (6С3Лп1Б+Е+Д) на чистый лиственный (8Лп2Д) [1, 2, 9].

Пробная площадь К была заложена на год позже пробной площади З, в 1898 году М.К. Турским на насаждения сосны естественного происхождения с небольшой примесью березы 60–70 лет, второй ярус из дуба 30–43 лет. [5]. При анализе данных пересчетов хода роста насаждений пробной площади К было замечено резкое повышение численности липы в 1912 и 1925 году, периодическое выпадение из древостоя осины в период с 1897 по 1930 года. Еловые насаждения числятся в составе древостоя с 1930 - 1936 год, а после выпадают. В 1936 году появляется второй ярус из липы и дуба, в 2005 году - один ярус, состоящий из липы (10Лп). В 1941 году мы увидели резкое повышение численности дуба, составляющие 488 шт/га, и резкий спад в последующие года. Состав древостоя по численности насаждений мы можем назвать стабильным в период с 1953 по 1982 год, он представлен липой, дубом, сосной и березой. Смена состава смешанного хвойно-лиственного древостоя (6С2Б2Лп+Д+О) на чистый лиственный (10Лп) [1, 2, 9].

При изучении истории закладки пробных площадей 8 квартала ЛОД, мы узнали, что пробная площадь Л была заложена В.П.Тимофеевым в 1950 году, посадка осуществлялась осенью 1915 года в ямки саженцев ели 6 лет и лиственницы (по документам значитса даурская) 6 лет при размещении 142 × 71 см в чередовании: ряд ели, ряд лиственницы с елью (1 лиственница и 2 ели). [5]. Начиная с 1950 года и заканчивая 2005, мы узнали, что состав не видоизменялся, в нем преобладала только одно видовое насаждение лиственницы. В настоящий момент состав древостоя является хвойным (10Лц).[1,2,7,9].Резкий спад численности лиственничного насаждения наблюдался в период 1980 - 1992 год .

При изучении истории закладки пробной площади М, мы узнали, что она была заложена В.П. Тимофеевым в 1953 году на месте усохшего и вырубленного ельника, весной 1944 года была проведена посадка 4-летней лиственницы европейской, выращенной в питомнике из дичков, взятых на пробных площадях 5/Ж и 5/3, и березы 3 лет в чередовании рядами [5]. В 1953 году в составе насаждений преобладала береза по численности, составляющая 1170 шт/га, в течении 7 лет количество березы значительно снижается. Сосна выпадает из древостоя в 1973 году, а дуб - в 1980. Последующие года сохраняется формула состава древостоя, состоящая из березы и лиственницы. В настоящее время состав древостоя имеет формулу 8Лц2Б и является смешанным хвойно-лиственным [1, 2,7,9].

Пробная площадь Н была заложена В.П.Тимофеевым в 1950 году на насаждения дуба 70–75 лет, образовавшемся из второго яруса после вырубке сосны, как и пробная площадь О [5]. При анализе пересчета состава насаждений изменения заметны в 1980 году, связанные с единичным появлением сосны и ее выпадением в 2005 году. В древостое преобладают насаждения дуба, формула состава древостоя имеет вид 8Д2Л и является чисто лиственным.

При изучении изменения состава древостоя на пробной площади О мы заметили, что в 1950 году численность осины составляла 102 шт./га и в течении 5 лет резко снизилась, а после вовсе исчезла [5]. В конце 20 века и до начала 21 века состав насаждения не изменялся и состоял из дуба (10Д), а в 2005 году в составе древостоя появляется липа, но преобладает дуб (8Д2Л). Состав древостоя является чисто лиственным. [1, 2, 8, 9].

При изучении истории закладки пробных площадей 8 квартала ЛОД, мы узнали, что пробная площадь П была заложена В.П.Тимофеевым в 1957 году на посадках лиственницы сибирской 4 лет в ямки, выполненные весной 1945 года [5]. Анализ данных пересчетов хода роста насаждений пробной площади П показал преобладание численности березы над лиственницей, начиная с 1968 года и продолжающаяся 10 лет. В 2005 году лиственница сменяет березу по численности, из древостоя выпадают дуб, липа, вяз и сосна. В настоящий момент формула древостоя представлена лиственницей, березой и единичными появлениями сосны (5Лц5Б+С). Состав древостоя является лиственно-хвойным. [1, 2, 7, 9].

**Выводы:** Анализ изменений и пересчет данных хода роста насаждений пробных площадей 8 квартала показал:

1. Смешанный хвойно-лиственный древостой за вековой период сменился на чисто лиственный (пробные площади З, К), однако такой же смешанный хвойно-лиственный древостой на пробных площадях М, П не изменился (пробная площадь М, П)
2. Состав хвойного древостоя на пробной площади Л за период с 1950 по 2005 год не изменился.
3. Чистый лиственный древостой на пробных площадях О, Н не изменился.
4. На данный момент по составу древостоя пробные площади делятся на чистые лиственные насаждения с преобладанием дуба (О, Н), чистые лиственные насаждения с преобладанием липы (З, К), на чистые хвойные насаждения (Л) и на смешанные лиственно-хвойные насаждения (М, П).
5. Выявлена тенденция смены смешанного хвойно-лиственного древостоя на широколиственный с преобладанием липы и дуба.

### Литература

1. Взаимосвязь роста и продуктивности лесных дендроценозов с морфологической / В. К. Хлюстов, В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, А. М. Ганихин // Доклады ТСХА, Москва, 03–05 декабря 2019 года. Том Выпуск 292, Часть II. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – С. 387-391. – EDN EUOVXG..
2. Дубенок Н.Н., Кузьмичев В.В., Лебедев А.В. Динамика Лесного фонда Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева за 150// Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2018. – Вып. 4
3. Наумов, В. Д. Итоги экспериментальных работа на лесной опытной даче РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, А. Н. Поляков, Н. Л. Поветкина. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 766 с. – ISBN 978-5-4497-0626-3. – EDN JCLNVH.
4. Наумов В.Д., Бардачева О.Г. Экологическая оценка состояния древостоя на территории Лесной опытной дачи РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2008. – Вып. 2
5. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 145 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2009. 512 с.

6. Наумов В.Д., Поляков А.Н. 150 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. 345 с.
7. Поляков А.Н.; Слюсарев В.И. Исследования хода роста культур лиственницы на Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2008. – Вып. 1
8. Поляков А.Н. Рост и строение дубовых насаждений лесной опытной дачи РГАУ - МСХА имени К. А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2010. – Вып. 6
9. Хлюстов В.К.; Лебедев А.В. Биоэнергетическая таксация древостоев и лесопользование: учебное пособие/М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2018. 147 с.

## **МОРФОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОЧВ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ГОРНОЙ ТАЙГИ (ХРЕБЕТ БАСЕГИ, СРЕДНИЙ УРАЛ)**

**Рычкова Ирина Владимировна**, аспирант 2 курса кафедры агрохимии и почвоведения Пермского ГАТУ им. Д.Н. Прянишникова; **Сивкова Дарья Дмитриевна**, студентка 4 курса кафедры агрохимии и почвоведения Пермского ГАТУ им. Д.Н. Прянишникова

**Научный руководитель: Самофалова Ираида Алексеевна**, к.с.-х.н., доцент кафедры агрохимии и почвоведения Пермского ГАТУ им. Д.Н. Прянишникова

**Введение.** Интересными природными образованиями в горах являются торфяные болота, обширные ареалы которых ранее считали присущими только равнинным территориям [1-3]. Экосистемы горных болот Среднего Урала пока мало исследованы и практически не известны широкой общественности [5, 6]. Отсутствие данных по протекающим в горах Урала процессам образования болот и накопления торфа не позволяет провести оценку роли горных болот Среднего Урала в сохранении биоразнообразия и экологического равновесия региона.

Цель работы – изучить особенности почв в болотных экосистемах горной тайги на примере хребта Басеги (Средний Урал).

**Объекты и методы.** Исследования проводили на территории «Государственного заповедника «Басеги», соответствующего хребту Басеги, расположенного в восточной части Пермского края, на западном склоне Уральской горной страны (58°45'-59°00' с.ш., 58°15'-58°38' в.д.). Хребет вытянут меридионально и лежит параллельно главному Уральскому хребту [5]. Хребет разделен меридиональными депрессиями, дренируемые речными долинами и состоит из трех вершин: Северный Басег, Средний Басег, Южный Басег. Горы увенчаны платообразной поверхностью (ее абсолютная высота колеблется от 700 до 850 м), над которой возвышаются обнаженные вершинные гребни (г. Северный Басег, хр. Басежата). Склоны гор преимущественно прямые, местами ступенчатые, имеют поверхности выравнивания, крутизна снизу вверх увеличивается постепенно, без резких уступов, переход от подножий к склонам не выражен резко.

Исследования болотных экосистем проводили на Южном Басеге в поясе горной тайги на высоте 367-449 м н.у.м. Обнаружен болотный мезоландшафт, где заложили 3 разреза. Классификационное положение почв определяли по [4]. В образцах определены: зольность, потери при прокаливании, гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований.

**Результаты исследования.** Исследуемый участок горной тайги испытывает переувлажнение. По происхождению болотный массив на Южном Басеге относится к верховому типу, по условиям обеспеченности растений элементами питания болотный массив характеризуется как мезотрофный. В строении почвенных профилей обнаружены два диагностических горизонта: глеевый *G* и торфяной *T*. Общей чертой почв является наличие

глеевого горизонта, окрашенного в холодные сизые тона, что является результатом восстановительной мобилизации оксида железа в условиях периодически застойного переувлажнения. Горизонт G залегает непосредственно под органоминеральным горизонтом и сменяется оглееной минеральной толщей породы. Поверхностные грубые органоминеральные горизонты представлены торфяными горизонтами малой мощности (менее 50 см), что не позволяет отнести исследуемые почвы к торфяным. Таким образом, по строению почвенного профиля и наличию диагностических горизонтов почвы следует отнести к отделу глеевые, тип – торфяно-литозёмы.

Ниже приводится описание почв.

Разрез 2. Координаты: ш. 58°47'48,01" д. 58°23'44,09". На склоновой поверхности на высоте 449 м представлена растительная группировка – деревянисто-травянистая. Преобладают: кочедыжник женский, голокочник трехраздельный, хвощ лесной, ель береза, папоротники, черника, костянка и др. Появление внутрипочвенных вод с 31 см. Почва – торфяно-глеезём.

A<sub>0</sub> (0-4) – опад из растительных остатков;

T (4-13) – сырой, темно-коричневый, бесструктурный, степень разложения 0-25%, корни, растительные остатки;

G (13-33) – сырой, серый, тяжёлый суглинок, бесструктурный, слегка уплотнен, единичные корни, переход к горизонту по цвету, щебнистость 2,7%, преобладают камни более 10 мм;

(>33-43) – сырой, светло-коричневый, глинистый, бесструктурный, плотный, корней нет, щебня 0,1%, преобладают камни размером менее 1 мм.

Разрез 3. Координаты: ш. 58°47'46,8" д. 58°23'43,7". На высоте 440 м на выпуклой части склоновой поверхности растительная группировка характеризуется как травянисто-деревянистая с преобладанием ели, березы, кислицы, хвоща, кочедыжника женского, голокочника трехраздельного, фегоптриса связывающего, плауна, седмичника и др.

Появление внутрипочвенных вод с 32 см. Почва – торфяно-глеезём.

A<sub>0</sub> (0-3) – опад из растительных остатков;

T (3-10) – сырой, коричневатого-черный, бесструктурный, степень разложения 0-25%, корни, растительные остатки;

G (10-32) – сырой, коричневатого-серый, тяжелый суглинок, комковато-ореховатый, плотный, единичные корни, щебнистость 4,9%, преобладают камни размером более 10 мм.

Разрез 7. Координаты: ш. 58°47'32,7" д. 58°22'00,1". Разрез заложен на выположенной слабонаклоненной поверхности. Растительная группировка – деревянисто-травянистая, преобладающие растения: седмичник, скерда болотная, фиалка двухцветковая, иван чай, кислица и др. Появление внутрипочвенных вод с глубины с 33 см. Почва – торфяно-глеезём ожелезненный.

A<sub>0</sub> (0-2) – опад из растительных остатков, мох-сфагнум;

T<sub>1</sub> (2-11) – сырой, охристый, бесструктурный, степень разложения 0-25%, кора, растительные остатки;

T<sub>2</sub> (11-18) – сырой, темно-охристый, бесструктурный, степень разложения 0-25%, кора, растительные остатки;

G (18-33) – сырой, коричневатого-серый, тяжелый суглинок, бесструктурный, единичные корни, множество гальки, плотный, щебня 10,1%, преобладают камни диаметром 10 мм.

G' (33-43) – сырой, желтовато-белесый, глина, бесструктурный, плотный, единичные корни, обильные галки, оранжевые пятна, щебня 21%, преобладают камни диаметром более 10мм.

Анализ морфологических признаков почв показал, что формирование почв с переувлажнением на различных элементах рельефа в болотной экосистеме обуславливает различную мощность диагностических горизонтов. Так, мощность грубогумусированного горизонта изменяется в пределах 2-4 см, торфяного – 7-16 см, глеевый горизонт в профилях почв имеет мощность стабильно более 20 см. В целом, мощность профиля торфяно-глееземов до выхода грунтовых вод составляет около 33 см.

В торфяно-глееземе (разрез №2, на склоновой поверхности), с глубиной зольность торфа увеличивается, значения варьируют от 2,98 до 23,8%, что указывает на минеральную часть в нижней части профиля. Таким образом, можно утверждать, что развитие и увеличение мощности профиля вверх происходит за счет накопления оторфованной растительной массы.

В торфяно-глееземе (разрезе №3) на выпуклой части склона, распределение показателей по профилю демонстрирует обратную тенденцию, с увеличением мощности зольность становится меньше и изменяется в пределах от 27,07 до 10,07% вниз по профилю. Данный профиль четко разделен на органо-минеральную и органогенную части, представленной органогенной породой. В торфяно-глееземе (разрез №7) на выположенной поверхности профиль дифференцирован по изучаемым показателям зольности торфа, потери при прокаливании выделяются глубины (11 и 33 см), на которых отмечается резкое изменение показателя: на глубине 11-18 см зольность составляет 12,72%, с глубиной (18-33 см) значение зольности увеличивается до 25,8 %. Данный профиль торфяно-глеезема имеет сложное развитие, связанное с изменением условий почвообразования.

Сумма поглощенных оснований изменяется в почвах в широких пределах от 5 до 61,2 мг-экв/100 г почвы. Высокое содержание суммы обменных оснований характерно для торфяных горизонтов, где значения варьируют от 28 до 61,2 мг-экв/100 г почвы. Гидролитическая кислотность является очень высокой и значения изменяются от 13,3 до 95,45 мг-экв/100 г почвы.

В пределах профиля значения показателей, характеризующих горизонты торфяно-глееземов, резко изменяются. Это зависит от разного состава торфа, от условий образования торфа и его местоположения, а также от гидротермических условий. Большое влияние оказывают и растительные ассоциации: травяно-моховая, вейниково-сабельниково-осоково-сфагновая или сабельниково-осоково-сфагновая группировка.

**Заключение.** Морфолого-аналитическая диагностика демонстрирует изменения морфологических и химических свойств почв в болотных экосистемах горной тайги, несмотря на принадлежность к одному типу почв по классификации. В пределах болотной экосистемы мощность торфяных горизонтов различная, что связано с микрорельефом болота и изменениями условий торфообразования на разных участках. Торфяные горизонты отличаются высоким содержанием суммы обменных оснований и гидролитической кислотностью.

### Литература

- олкова И.И., Волков И.В., Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Кирпотина Л.В., Земцов В.А., Колмакова М.В., Кураев А.В., Захарова Е.А., Кирпотин С.Н. Горная озерно-болотная система урочища Ештыкёль (горный Алтай) // Вестник ТГУ. Биология. 2010. 1(9). С.118–137.
- фремова Т.Т., Почвообразование и диагностика торфяных почв болотных экосистем // Почвоведение. 1992. № 12. С. 25–35.
- фремова Т.Т., Ефремов С.П., Мелентьева Н.В., Аврова А.Ф. Высотная дифференциация кислотно-основных свойств долинных торфяных почв Кузнецкого Алатау // Вестник ТГУ. Биология. 2018. № 41. С. 135–155. <https://doi.org/10.17223/19988591/41/8>
- олевой определитель почв России. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
- амофалова И.А. Использование бассейнового подхода для изучения дифференциации растительного и почвенного покровов (хребет Басеги, Средний Урал) // География и природные ресурсы. 2020. N. 1. С. 175-184. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2020-1(175-184).
- арманова З.Р., Самофалова И.А. Почвенный покров болотного массива на западном склоне горы Северный Басег // Научный журнал «Антропогенная трансформация природной среды». Пермь: ПГНИУ, 2017. С. 196-198.

# **МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ**

## **МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ АГРЕГАТОВ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ**

**Хирк Анастасия Вячеславовна**, аспирант 4 года кафедры эрозии и охраны почв ф-та Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

**Научные руководители: Карпова Дина Вячеславовна**, к.с.-х.н., с.н.с. кафедры эрозии и охраны почв ф-та Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, **Хайдапова Долгор Доржиевна** к.б.н., доцент кафедры физики и мелиорации почв ф-та Почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

Пахотный слой агросерых почв Владимирского Ополя демонстрирует высокую вариативность свойств, несмотря, на продолжительную историю сельскохозяйственного использования. Вариативность проявляется в том числе и на агрегатном и микроагрегатом уровнях. Интенсивное механическое рыхление почвы в агроэкосистемах с помощью вспашки приводит к разрушению агрономически ценных агрегатов: коэффициент структурности серой лесной почвы в слое 0-30 см снижается на 10-20% по сравнению с почвой, подвергавшейся безотвальной обработке. [2]. Также при обработке ухудшаются условия формирования водопрочных агрегатов [1]. Однако, из-за высокой контрастности почвенного покрова в пределах поля, агрегаты могут по-разному реагировать на механическую нагрузку. Целью работы было сравнение механической прочности агрегатов комплекса агросерых почв.

Агрегаты для определения механической прочности были отобраны в трёх разрезах, расположенных в характерных точках. Описаны три почвы: агросерая типичная, агрозём текстурно-дифференцированный, агросерая глееватая. Объекты исследования находятся на поле в нижней части склона к реке Каменка (ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»).

Определение прочности воздушно-сухих и капиллярно-насыщенных агрегатов проводилось на коническом пластометре П. А. Ребиндера [6]. Анализировалась прочность агрегатов размером 3-5 мм каждого горизонта воздушно-сухих и капиллярно насыщенных для капиллярного-насыщения агрегаты увлажнялись на фильтровальной бумаге в течении восьми часов. Анализ проводился в десятикратной повторности. После разрушения определялась влажность агрегатов термостатно-весовым методом.

Также было проведено определение гранулометрического состава методом сидиментометрии [4]. Содержание органического вещества определялось по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91). Просеивание воздушно-сухих агрегатов было проведено на виброгрохоте Anallysette 3 Spartan [5], в шести повторностях, размер одной пробы 500г.

Механическая прочность – это способность почвы оказывать сопротивление внешнему механическому воздействию. Величина механической прочности зависит от особенностей межчастичного взаимодействия в почвенных агрегатах. Прочность агрегатов различается во влажном и сухом состоянии. В исследовании были рассмотрены два крайних случая: агрегаты воздушно-сухие, и агрегаты при капиллярном насыщении. Воздушно-сухие агрегаты являются упруго-хрупкими телами с конденсационными контактами между частицами. Между частицами капиллярно-насыщенных агрегатов находятся плёнки воды и контакты между частицами имеют коагуляционный характер. Прочность агрегатов зависит помимо содержания влаги, от гранулометрического состава и содержания органического вещества. Большое содержание мелкодисперсных фракций обеспечивает рост числа межчастичных контактов, особенно в воздушно-сухих агрегатах. Органическое вещество способствует формированию большего числа микроагрегатов, что приводит к уменьшению плотности агрегатов [3].

Результаты анализа прочности воздушно-сухих и капиллярно-насыщенных агрегатов агросерых почв и зависимости прочности от содержания гумуса, ила и физической глины представлены в таблице. Прочность воздушно-сухих агрегатов имеет разброс от 13.48 кг/см<sup>2</sup> в пахотном горизонте агросерой типичной почвы, до 29.15 кг/см<sup>2</sup> в горизонте ВТу агрозёма.

Прочность агрегатов увеличивается вниз по профилю почв. Максимальная прочность агрегатов гумусированного горизонта в агрозёма, почти в два раза выше, чем у агросерой типичной и агросерой глееватой. Прочность воздушно-сухих агрегатов имеет прямую зависимость с содержанием илистой фракции (0.78) и обратную с содержанием гумуса (-0.80). Прочность горизонтов ВТ выше, чем горизонтов Р, так как в горизонтах ВТ выше содержание илистой фракции и значительно меньше гумуса.

При капиллярном насыщении значительно снижается прочность агрегатов. Значения снижаются с десятков, до десятых долей килограмма на квадратный сантиметр. Прочность капиллярно-насыщенных агрегатов обратно зависит от влажности (-0.71).

Таким образом, на механическую прочность агрегатов в значительной степени влияет их увлажнённость. Капиллярно-насыщенные агрегаты на два порядка менее прочные, чем воздушно-сухие агрегаты. Прочность агрегатов как в сухом, так и в увлажнённом состоянии зависит от содержания илстых частиц. Для сухих агрегатов важным фактором является содержание гумуса. Прочность капиллярно-насыщенных агрегатов зависит от влажности агрегатов, которая в свою очередь тоже связана с содержанием гумуса.

Для выбора адекватного уровня нагрузки при обработке почвы необходимо учитывать показатели механической прочности гумусового горизонта. В условиях высокой контрастности почвенного покрова необходимо исследовать прочностные характеристики всех составляющих комплекс почв и не превышать нагрузку на самые уязвимые к механической нагрузке компоненты системы: агросерые глееватые почвы, находящиеся в ложбинах и понижениях.

Таблица.

**Прочностные характеристики агрегатов, гранулометрический состав, содержание органического вещества и корреляции между ними**

положение	горизонт	Сорг, %	Гранулометрич. состав		Воздушно- сухие		Капиллярно- насыщенные	
			<0,001мм	<0,01мм	W%	Pm, кг/см <sup>2</sup>	W%	Pm, кг/см <sup>2</sup>
Агросерая типичная	Р (0-42 см)	3.57	10.60	31.34	4.71	13.48	28.09	0.45
	BEL (42-60 см)	0.51	16.99	44.66	3.75	23.93	24.37	0.31
	ВТ (60-85 см)	0.85	33.53	50.53	4.69	27.50	21.43	0.81
Агрозём	Р (0-30 см)	2.04	18.54	18.08	3.95	24.61	27.59	0.35
	ВТу (30-85 см)	0.68	29.21	44.56	7.14	29.15	24.44	0.68
Агросерая глееватая	Р (0-20 см)	2.55	13.06	33.14	4.17	18.40	29.41	0.28
	BELg (20-38 см)	2.21	14.72	38.37	4.00	19.11	26.89	0.60
	ВТg (38-75 см)	0.34	30.34	48.71	7.14	21.86	24.51	0.52
Корреляции								
Возд.-сух.	Pm, кг/см <sup>2</sup>	-0.80	0.78	0.38	0.33			
Кап.-нас.	Pm, кг/см <sup>2</sup>	-0.34	0.71	0.59	0.44	0.47	-0.71	

**Литература**

1. Зинченко С.И. Влияние приемов основной обработки на структуру серой лесной почвы в агроэкосистемах при возделывании озимой ржи // Владимирский земледелец. 2019. №3. С. 4-7.
2. Зинченко, С. И. Шукин И. М. Оценка антропогенного влияния на структуру почвенного покрова агроэкосистем Верхневолжья // Агрофизика. 2020. № 1. С. 16-23.
3. Пестонова Е. А. Механическая прочность почвенной структуры взаимосвязь с физическими свойствами и основной гидрофизической характеристикой /Авт. Дис. ... канд. С-х. наук: 060103, М., 2007. 28с.
4. Теории и методы физики почв. Коллективная монография под общей редакцией Шеина Е.В. и Карпачевского Л.О. М.:Гриф и К. 2007. 616 с.

5. Фомин Д.С., Валдес-Коровкин И.А., Голуб А.П., Юдина А.В. Оптимизация анализа агрегатного состава почв методом автоматического рассева // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019. №96. С. 149-177.
6. Хайдапова Д. Д., Милановский Е.Ю., Тюгай З.Н., Бутылкина М.А., Шеин Е.В., Дембовецкий А.В. Практикум по физике твердой фазы почв: Учебное пособие. М.: «Буки Веди». 2022. 132 с.

## **ВЛИЯНИЕ ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ НА СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ**

**Егорова Маргарита Николаевна**, студентка 3 курса кафедры эрозии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

**Ушкова Дарья Александровна**, магистрант 1 года кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

**Научные руководители: Федотов Геннадий Николаевич**, д.б.н. в.н.с. кафедры география почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова; **Демидов Валерий Витальевич**, д.б.н., проф. каф. эрозии и охраны почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

Наибольшие нарушения почвенного покрова происходят в результате смыва верхнего, наиболее плодородного слоя почвы. Потеря плодородного слоя определяется содержанием органического вещества, степенью насыщенности обменными катионами, агрегатным составом и рядом других характеристик. Эти свойства определяют противоэрозионную стойкость почв, которая характеризует способность почвы противостоять смывающему действию потока воды и капель дождя. Количественно она выражается величиной размывающей скорости потока, которая непосредственно определяется двумя показателями почвы: размером водоустойчивых агрегатов и сцеплением их друг с другом [1].

Показателем противоэрозионной стойкости почв является критическая размывающая скорость водного потока. Определение этого показателя проводится либо непосредственно в полевых условиях, либо в лабораторных модельных экспериментах с использованием эрозионных гидролотков.

В последнее время, в практике повышения противоэрозионной устойчивости почв, нашли широкое применение полимеры-структурообразователи [2]. Установлено, что применение различных полимеров способствует повышению агрегированности почв и межагрегатного сцепления, что влияет на увеличение размывающей скорости и соответственно повышение противоэрозионной стойкости почвы [3].

Цель настоящей работы состояла в разработке высокопроизводительного метода оценки влияния полимерных почвенных мелиорантов (ППМ) на противоэрозионную стойкость почвы.

В работе использовали образцы дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, отобранные на территории Учебно-Опытного Почвенно-Экологического Центра МГУ имени М.В. Ломоносова “Чашниково”.

Для оценки влияния ППМ на противоэрозионную стойкость дерново-подзолистой почвы определяли критическую размывающую скорость водного потока на среднем эрозионном гидролотке [1]. Лоток представляет собой устройство с замкнутым циклом водопотребления, предназначенное для определения величины смыва с поверхности почвенного образца при разных значениях скорости водного потока. В устройство помещают 1,5 кг образца почвы, после чего в систему запускают воду с определенной скоростью потока. Через 6 часов циркуляцию воды прекращают, и она остается в баке. Воду отстаивают, а затем сливают. Смывтая почва остается на дне бака. Её выпаривают на песчаной бане, взвешивают и оценивают количество смывтой почвы. Определение интенсивности смыва почвы от скорости водного потока проводили в диапазоне скоростей от 0,05 до 0,40 м/с.

Для оценки влияния ППМ на устойчивость исследуемой почвы использовали водные растворы полимера ГИПАН и полимерного комплекса ГИПАН и ПДАДМАХ (Полидиаллилдиметиламмоний хлорида), при дозах внесения каждого препарата 0,5; 0,7 и 1,0%.

Метод определения критической скорости основан на оценке зависимости интенсивности смыва почвы от скорости водного потока в гидравлическом лотке (рис.1). На основании полученных данных проводится графический анализ в обычных и логарифмических координатах (рис.2). Результатом, характеризующим размывающую скорость водного поток, является точка пересечения двух прямых (рис.2).

Анализ полученных результатов показывает, что увеличение дозы исследуемых ППМ способствует уменьшению интенсивности смыва почвы по сравнению с почвой без применения полимеров (контроль).

Таким образом, на основании проведенных исследований, для максимального снижения смыва дерново-подзолистой почвы можно рекомендовать применение ППМ – ГИПАН/ПДАДМАХ в дозе 0,7% при поверхностной обработке почвы.

Однако у данного метода есть один существенный недостаток: время проведения экспериментов с одним полимерным составом составляет 6 рабочих дней. Использование перебора вариантов при подборе перспективного полимерного состава потребует огромных трудозатрат.

Так как и эрозийная стойкость и водоустойчивость определяется количеством и прочностью внутриагрегатных связей, решили проверить, существует ли корреляция между этими определяемыми параметрами.

Для оценки водоустойчивости использовали метод «лезвий» [4]. В ходе измерения воздушно-сухие агрегаты помещали в кассету, представляющую собой 3 пары алюминиевых уголков с фитилями из хлопчатобумажной ткани. В них укладывали по 14 почвенных агрегатов. Далее удаляли из агрегатов воздух и капиллярно увлажняли.

После увлажнения агрегатов кассету помещали в расположенную на весах емкость с водой. Затем на линейно расположенные агрегаты помещали устройство, представляющее собой два параллельно расположенных лезвия, закрепленные на площадке, на которую устанавливали стаканчик с мерной шкалой. Добавляя песок в стаканчик, повышали нагрузку на агрегаты, которую фиксировали при помощи весов. Экспериментально определяемую нагрузку в граммах выражали в мН/агрегат. Эксперименты проводили в шестикратной повторности с последующим расчетом доверительных интервалов, которые не превышали 10 % при уровне значимости 0,05.

Результаты подтвердили существование тесной связи между данными параметрами. Причем построение графика в полулогарифмических координатах позволяет получить удобную для работы линейную зависимость (рис. 3). Коэффициент корреляции составил 97%.

Это не только говорит о возможности использования метода «лезвий» для оценки противозэрозийной стойкости, но также позволяет предположить одинаковый механизм. Критическая скорость смыва водным потоком определяется такой пороговой величиной, при достижении которой нарушается агрегатная целостность и происходит перемещение нарушенного образца. Водоустойчивость также определяется критической величиной нагрузки, при которой внутриагрегатные связи разрываются, что приводит к разрушению агрегатов.

Учитывая, что определение водоустойчивости занимает примерно в 30 раз меньше времени даже при проведении экспериментов в 6-кратной повторности, производительность труда при подборе полимерных композиций для повышения эрозийной стойкости почв резко возрастает.

Таким образом, проведя несколько экспериментов с почвой, обработанной разными полимерными композициями на лотке и параллельно определив водоустойчивость почвенных образцов методом лезвий, мы получаем калибровочную кривую, позволяющую упростить изучение полимерных композиций.

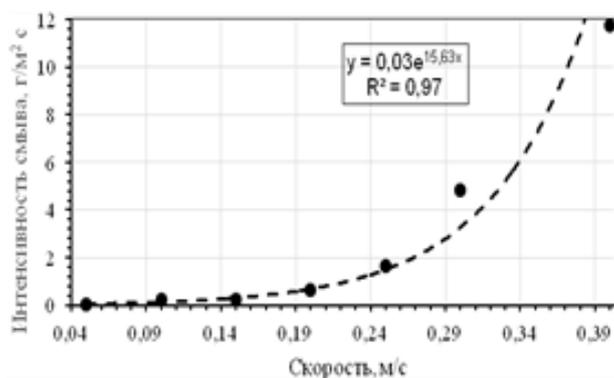


Рис. 1. Зависимость интенсивности смыва от скорости водного потока.

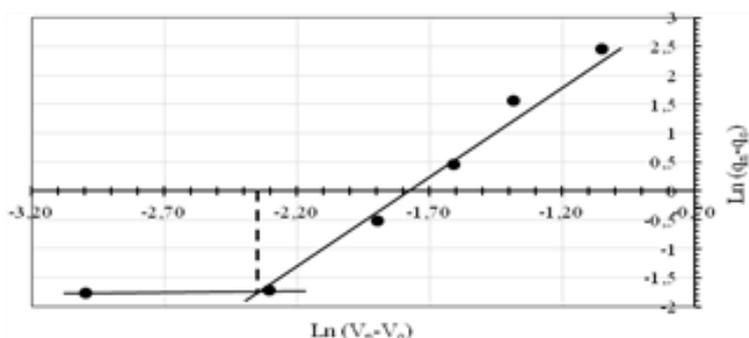


Рис. 2. Зависимость интенсивности смыва от скорости водного потока в логарифмических координатах.

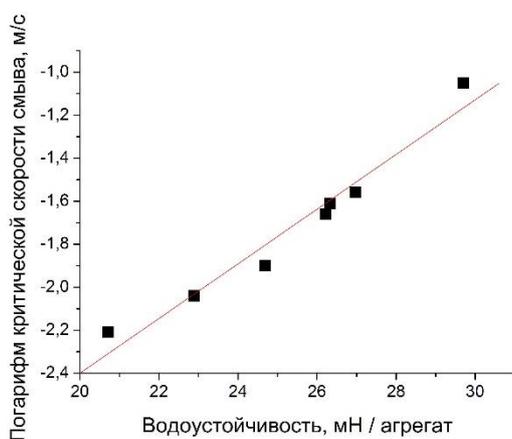


Рис.3. Наличие связи между результатами, полученными методом «лезвий» (мН/агр), и данными, полученными на эрозионном лотке (г/м² с).

### Литература

1. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв: учебник для вузов, 3-изд., испр. и доп. М: Изд-во Юрайт, 2019. 387 с.
2. Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Изменение плодородия почв. Пенза, 2013. 290 с.
3. Panova I.G., Demidov V.V., Shulga P.S., Pyasov L.O., Butilkina M.A., Yaroslavov A.A. Interpolyelectrolyte complexes as effective structure-forming agents for Chernozem. Land Degradation and Development, 2021. том 2, №2, с. 1022-1033.

4. Ушкова Д.А., Конкина У.А., Горепекин И.В., Д. И. Потапов Д.И., Е. В. Шейн Е.В., Федотов Г.Н. Устойчивость агрегатов пахотных почв: экспериментальное определение и нормативная характеристика. // Почвоведение. 2023. №2. С. 203-210. DOI.

## **АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПАХОТНЫХ ГОРИЗОНТОВ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ВОЗВРАТЕ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ПАШНЮ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕРУССКОЙ ПРОВИНЦИИ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ**

**Бородина Кира Сергеевна**, аспирант кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Козюлина Алина Александровна**, студентка 3 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Минаев Николай Викторович**, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Вопросы состояния органического вещества и структуры почвы являются неотъемлемой частью почвенных исследований в широком плане, предопределяя многие направления и в текущем времени, как в фундаментальных вопросах почвенной науки, так и в вопросах продуктивности агроландшафтов и изменения климата [1]. Ко всему прочему, старт кампании по возврату залежных земель в пашню в Российской Федерации создает новые предпосылки по изучению динамики и состоянию агрегатного состава почв, а также его связи с другими характеристиками почв и продуктивностью [3].

В современном мире одной из ключевых проблем является обеспечение продовольственной безопасности, что требует рационального использования земельных ресурсов. Возвращение залежных земель в пашню может стать решением данной проблемы, так как позволяет увеличить сельскохозяйственные угодья и улучшить плодородие почвы, а также разработать рекомендации для оптимального использования земель в условиях среднерусской провинции лесостепной зоны.

Выщелоченные черноземы являются одним из наиболее распространенных типов почв в условиях среднерусской провинции лесостепной зоны. Они обладают высоким плодородием, однако их использование и сохранение требует постоянного мониторинга и анализа [5]. Возвращение залежей в пашню вносит изменения в структуру и состав почвы, которые необходимо изучать для поддержания ее плодородия и сохранения продуктивности.

Целью данного исследования является предварительная оценка агрегатного состава и структурного состояния почв лесостепной зоны в контексте залежных земель и пашни. Для достижения этой цели был проведен ряд мероприятий, включая определение и описание почв, отбор проб почвы с верхнего почвенного горизонта с целью анализа и определения сухой структуры почвы.

Объектом исследования являются почвы агроландшафтов лесостепной зоны, расположенные на пахотных угодьях Тульского НИИСХ Филиала ФИЦ «Немчиновка», который находится в Плавском районе Тульской области вблизи п. Молочные Дворы.

Климат умеренно континентальный, характеризуется умеренно холодной зимой и теплым летом. Средняя температура января  $-10^{\circ}\text{C}$ , июля  $+20^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков изменяется от 575 мм на северо-западе до 470 мм на юго-востоке. Рельеф представляет собой пологоволнистую равнину, пересеченную долинами рек, балками и оврагами. Высшая точка поверхности – 293 метра [3].

Для проведения исследования избирались образцы разного типа использования: постоянная пашня, участки с многолетними травами, обработанная залежь (введена в пашню в 2022 г.), постоянная залежь. По результатам двухлетнего наблюдения был проведен агрегатный анализ отобранных образцов по методу Н.И. Саввинова [2].

Рассмотрим следующие данные (таблица 1), где представлены результаты сухого и мокрого просеивания почвы разного типа использования за 2 года наблюдений и оценка структурного состояния. Из приведенных данных можно наблюдать, что в постоянной пашне коэффициент структурности в 2023г. по сравнению с 2022г. понизился, также, как и водопрочность агрегатов. В целом, состояние почвы незначительно ухудшилось за год использования, что позволяет сделать вывод о разрушительном действии агротехники на почву (возможно, за счет неправильной обработки). При рассмотрении участков с многолетними травами, наблюдается незначительный рост коэффициента структурности, а структурное состояние почвы повысилось, из чего можно сделать вывод, что многолетние травы улучшают агрегатное состояние почв.

Таблица 1

**Агрегатный состав пахотных горизонтов почв**

Вариант	Содержание (%) агрегатов после просеивания, мм (числитель – данные сухого просеивания, знаменатель – мокрого) % на сухую почву)									К стр.	Содержание агрегатов 0,25-10 мм, %	Оценка
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25			
<b>Постоянная пашня</b>												
2022 г	<u>23,3</u> 0	<u>4,9</u> 0	<u>4,3</u> 0	<u>12,9</u> 0	<u>4,2</u> 2,04	<u>24,6</u> 2,3	<u>15,3</u> 11,98	<u>6</u> 24,28	<u>4,5</u> 24,02	2,6	<u>72,2</u> 40,6	Хор. Удов.
	<u>26,6</u> 0	<u>8,5</u> 0	<u>10,3</u> 0	<u>20,3</u> 0,22	<u>4,8</u> 2,72	<u>18,0</u> 2,44	<u>8,0</u> 12,7	<u>2,1</u> 24	<u>1,5</u> 20,98	2,6	<u>72</u> 42,1	Хор. Удов.
	<u>22,63</u> 0	<u>5,38</u> 0	<u>6,44</u> 0	<u>14,37</u> 0	<u>5,8</u> 2,82	<u>25</u> 2,64	<u>12,8</u> 11,96	<u>4,6</u> 25,46	<u>3</u> 19,46	2,9	<u>74,4</u> 42,9	Хор. Удов.
2023 г	<u>49,0</u> 0	<u>7,0</u> 0	<u>6,0</u> 0	<u>9,0</u> 0,64	<u>4,0</u> 3,4	<u>15,0</u> 2,58	<u>7,0</u> 7,3	<u>2,0</u> 23,7	<u>1,0</u> 19,5	1	<u>50</u> 37,6	Удов. Неуд.
	<u>30,0</u> 0	<u>14,0</u> 0	<u>11,0</u> 0	<u>15,0</u> 0,3	<u>5,0</u> 3,92	<u>14,0</u> 2,84	<u>8,0</u> <u>9,46</u>	<u>2,0</u> 18,24	<u>1,0</u> 18,06	2,2	<u>69</u> 35	Хор. Неуд.
<b>Участок с многолетними травами</b>												
2022 г	<u>37,2</u> 0	<u>15,8</u> 0	<u>12,5</u> 0	<u>14,5</u> 7,86	<u>3,5</u> 4,66	<u>9,2</u> 3,66	<u>3,7</u> 11,08	<u>1,4</u> 17,76	<u>2,1</u> 22,7	1,5	<u>60,6</u> 45,0	Хор. Удов.
	<u>1,0</u> 0	<u>5,1</u> 0	<u>11,2</u> 0	<u>23,5</u> 1,9	<u>5,2</u> 6,34	<u>19,8</u> 4,46	<u>11,8</u> 11,58	<u>9,8</u> 9,58	<u>12,6</u> 20,5	6,4	<u>86,4</u> 33,9	Отл. Неуд.
	<u>2,4</u> 0	<u>10,4</u> 0	<u>12,6</u> 0	<u>23,9</u> 1,24	<u>7,7</u> 7,96	<u>25,1</u> 5,42	<u>11,6</u> 13,38	<u>3,4</u> 22,48	<u>2,9</u> 19,4	17,9	<u>94,7</u> 50,5	Отл. Удов.
2023 г	<u>3,0</u> 0	<u>8,0</u> 0	<u>14,0</u> 0	<u>27,0</u> 4,4	<u>8,0</u> 9,8	<u>25,0</u> 4,9	<u>10,0</u> 14,12	<u>3,0</u> 15,56	<u>2,0</u> 11,34	19	<u>95</u> 48,8	Отл. Удов.
<b>Постоянная залежь</b>												
2022 г	<u>49,1</u> 0	<u>12,1</u> 0	<u>9,2</u> 0	<u>10,1</u> 13,36	<u>2,4</u> 6,96	<u>7,8</u> 4,46	<u>4,7</u> 10,44	<u>2</u> 11,1	<u>2,6</u> 5,68	0,9	<u>48,3</u> 46,3	Удов. Удов.
2023 г	<u>26,0</u> 0	<u>20,0</u> 0	<u>16,0</u> 0	<u>18,0</u> 0	<u>3,0</u> 1,72	<u>10,0</u> 0,34	<u>4,0</u> 1,16	<u>2,0</u> 1,14	<u>1,0</u> 0,74	2,7	<u>73</u> 4,4	Хор. Плохое
	<u>28,0</u> 0	<u>13,0</u> 0	<u>14,0</u> 0	<u>18,0</u> 7,66	<u>6,0</u> 13,32	<u>11,0</u> 5,8	<u>6,0</u> 14,3	<u>3,0</u> 17,66	<u>2,0</u> 11,4	2,4	<u>71</u> 58,7	Хор. Хор.
<b>Обработанная залежь</b>												
2022 г	<u>16,9</u> 0	<u>10,2</u> 0	<u>8,6</u> 0	<u>17,4</u> 4,64	<u>9,19</u> 22,56	<u>24,2</u> 12,16	<u>8,67</u> 25,1	<u>2,4</u> 22,42	<u>1,6</u> 9,44	4,36	<u>80,1</u> 86,9	Отл. Отл.
	<u>26,6</u> 0	<u>10,7</u> 0	<u>12,1</u> 0	<u>19,7</u> 0,1	<u>5</u> 5,8	<u>16,9</u> 3,34	<u>6</u> 11,08	<u>1,5</u> 20,52	<u>1,4</u> 22,88	2,6	<u>71,9</u> 40,9	Хор. Удов.
	<u>48,2</u> 0	<u>12,7</u> 0	<u>12,1</u> 0	<u>20,6</u> 1,4	<u>4,3</u> 18,04	<u>7,8</u> 9,7	<u>1,2</u> 20,68	<u>0,2</u> 18,06	<u>0,6</u> 15,28	1,2	<u>58,9</u> 67,9	Удов. Хор.
2023 г	<u>7,5</u> 0	<u>6,8</u> 0	<u>9,5</u> 0	<u>22,7</u> 5	<u>7,1</u> 19,34	<u>21,1</u> 10,22	<u>13,7</u> 30,26	<u>9,6</u> 32,04	<u>1,9</u> 20,66	9,6	<u>90,5</u> 96,9	Отл. Отл.
	<u>19,5</u> 0	<u>10,2</u> 0	<u>10,4</u> 0	<u>18,2</u> 3,34	<u>5,6</u> 8,28	<u>18,7</u> 4,7	<u>10,1</u> 13,8	<u>4,3</u> 17,18	<u>3,0</u> 15,32	3,4	<u>77,5</u> 47,3	Хор. Удов.
	<u>2,4</u> 0	<u>5,5</u> 0	<u>9,1</u> 0	<u>23,6</u> 1,78	<u>7,5</u> 11,58	<u>25,9</u> 6,64	<u>15,7</u> 17,08	<u>6,1</u> 14,06	<u>4,1</u> 11,52	14,4	<u>93,4</u> 51,1	Отл. Удов.

Анализируя данные агрегатного состава постоянной залежи, наблюдается улучшение структурного состояния почвы на 2023 г. Рассматривая данные обработанной залежи, можно сделать вывод о том, что за 2 года ее использования коэффициент структурности возрастает, а по оценке структурного состояния почва улучшается. Сравнивая данные агрегатного состава постоянной и обработанной залежи (таблица 1), видно, что коэффициент структурности обработанной залежи за два года использования повысился, по сравнению с постоянной залежью. Вероятнее всего, это вызвано правильной и качественной обработкой почвы, проведением дополнительных агротехнических мероприятий, поэтому возврат залежных земель в пашню имеет благоприятное воздействие на структурное состояние почв.

Результаты исследований показывают, что возврат залежных земель в пашню оказывает положительное влияние на агрегатный состав пахотных горизонтов выщелоченного чернозема в условиях Среднерусской провинции лесостепной зоны. Наблюдается увеличение содержания агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм, что способствует улучшению структуры почвы, ее водоудерживающей способности и питательного режима. Это, в свою очередь, способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур и устойчивости агроэкосистемы к внешним воздействиям.

Однако, для поддержания стабильного состояния почвенной структуры и сохранения плодородия почв, необходимо продолжать проводить агротехнические мероприятия, направленные на оптимизацию водного и питательного режимов, а также на борьбу с эрозией и дефляцией почв. Это включает в себя рациональное использование удобрений, поддержание оптимального режима влажности, проведение противозерозионных и снегозадержательных мероприятий, а также внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, которые учитывают особенности каждого конкретного участка [4].

### Литература

1. Агробиотехнологии XXI века / И. И. Серегина, С. П. Торшин, Н. Н. Новиков [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 516 с. – ISBN 978-5-6049409-3-8. – EDN TJGOBN.
2. Мамонтов, В. Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. Лабораторный практикум: Учебное пособие. СПб.: Из-во «Лань», 2019. – 328 с.
3. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. N 731 "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями). – Электронный ресурс: <http://base.garant.ru/400773886/>
4. Почвозащитное земледелие /Под ред. А.И. Бараева. – М.: Колос, 1975
5. Электронная версия Национального атласа почв Российской Федерации. – Электронный ресурс: <https://soil-db.ru/soilatlas> (Дата обращения: 24.11.2023).

## УТОЧНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ

**Ушкова Дарья Александровна**, студентка 1 курса магистратуры факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

**Научный руководитель: Федотов Геннадий Николаевич**, д.б.н., в.н.с. кафедры географии почвы факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова.

Устойчивая структура придает почве ряд ценных с точки зрения агрономии характеристик. Например, рыхлость облегчает прорастание семян и развитие растений, а также обеспечивает благоприятные водно-воздушный и тепловой режимы. В формировании водоустойчивой структуры огромную роль играет количество и качество органического вещества почв [1]. В литературе было предложено несколько механизмов формирования такой структуры, основанных либо на гидрофильных, либо на гидрофобных взаимодействиях [2, 3]. Однако до настоящего времени не был определен среди них наиболее точный.

Целью работы является уточнение механизма водоустойчивости почвенной структуры.

В работе использовали образцы дерново-подзолистой, серой лесной почвы и чернозема.

Для оценки водоустойчивости использовали метод лезвий [4]. При подготовке образцов почвы высушивали до воздушно-сухого состояния и просеивали через сита, отбирая агрегаты диаметром 4.5-5 мм.

В ходе измерения воздушно-сухие агрегаты помещали в кассету, представляющую собой 3 пары алюминиевых уголков, в нижних частях которых размещены фитили из хлопчатобумажной ткани. В алюминиевые уголки на фитили укладывали по 14 почвенных агрегатов так, чтобы они касались друг друга. Посредством вакуумирования удаляли из агрегатов воздух в течение 15 минут при разрежении 15 кПа.

После увлажнения агрегатов в вакууме кассету извлекали из эксикатора и помещали в расположенную на весах емкость с водой таким образом, чтобы фитили агрегатов обеспечивали сохранение насыщения агрегатов водой, достигнутое на этапе вакуумирования. Затем на линейно расположенные агрегаты помещали устройство, представляющее собой два параллельно расположенных лезвия, закрепленные на площадке, на которую устанавливали стаканчик с мерной шкалой. Добавляя песок в стаканчик, повышали нагрузку на агрегаты, которую фиксировали при помощи весов. Луч лазера, закрепленный на другом штативе, направленный на мерную шкалу стаканчика, позволял хорошо контролировать процесс разрушения агрегатов.

С целью стандартизации получаемых данных рассчитывали предельное сопротивление разрушения агрегатов. Экспериментально определяемую нагрузку в граммах выражали в миллиньютонах (мН). Для получения удельной характеристики нагрузку делили на общее количество агрегатов в повторности – 28 штук.

Эксперименты проводили в шестикратной повторности с последующей статистической обработкой результатов.

Данный метод позволяет значительно упростить выбор полимерных композиций для повышения эрозионной стойкости. Это связано с увеличением производительности в 30 раз в сравнении с классическим методом оценки эрозионной стойкости с использованием метода эрозионного гидрлотка.

Существует мнение, что стабильная почвенная структура складывается из двух составляющих: 1) способности почвы сохранить свою структуру под действием воды; и 2) способности влажной почвы сохранять свою структуру под действием внешних механических напряжений [5].

Чтобы это проверить, использовали метод «лезвий», меняя время капиллярного контакта с водой перед определением водоустойчивости. Полученные данные показали: вода без механических воздействий оказывает влияние на водоустойчивость, снижая её.

Снижение водоустойчивости объясняют, как правило, расклинивающим давлением воды. Основной вклад в его действие вносит осмотическая составляющая, которая возникает из-за перекрытия диффузных слоев и поступления воды в эту область. Однако в литературе не было найдено данных о проверке влияния расклинивающего давления воды на водоустойчивость почвенной структуры.

Мы решили это проверить, используя для капиллярного увлажнения агрегатов не воду, а растворы солей различных концентраций. При использовании солей расклинивающее действие воды минимизируется за счет сжатия диффузных слоев на границе раздела жидкой и твердой фаз, что должно привести к росту водоустойчивости.

Однако различий обнаружено не было. А это свидетельствует о том, что представление о значимом влиянии расклинивающего давления воды на водоустойчивость агрегатов не соответствует действительности.

Так как водоустойчивость определяется количеством и прочностью внутриагрегатных связей, мы предположили, что при длительном контакте почвы с водой, из агрегатов в воду выделяются частицы, обеспечивающие внутриагрегатные связи.

Для проверки предположения агрегаты привели в капиллярный контакт с водой и выдержали в течение 19 часов. Затем воду, с которой контактировали агрегаты, изучили при помощи растрового электронного микроскопа (РЭМ). На полученных микрофотографиях хорошо видны сферические частицы, выделившиеся из всех изученных типов почв. С помощью рентгено-локального микроанализа была выяснена органическая природа выделившихся из агрегатов частиц.

Для объяснения данных, мы изучили литературу и пришли к выводу, что на полученных микрофотографиях изображены гуминовые вещества почв, существующие в виде надмолекулярных образований (НМО) при концентрациях выше 30 мг/л [6]. Эти структуры образованы частицами-молекулами гуминовых веществ (ГВ) размером 2-10 нм.

При капиллярном контакте агрегатов с водой, в воду выделяются НМО, состоящих из частиц-молекул ГВ. По-видимому, именно они обеспечивают образование внутриагрегатных связей и водоустойчивость.

Далее в ходе исследований мы решили определить, какой тип связей, гидрофильный или гидрофобный, обеспечивает водоустойчивость агрегатов. Для этого был проведен эксперимент влияния температуры на водоустойчивость почвенной структуры. Нагревая образцы исходной влажности (0.7 от наименьшей влагоемкости), отмечали увеличение водоустойчивости. Однако при остывании агрегатов их водоустойчивость снижалась до начальных значений. Эти результаты свидетельствуют о том, что в основе механизма водоустойчивости исходных образцов, не подвергавшихся высушиванию, лежат гидрофобные взаимодействия.

Однако ситуация с воздушно-сухими агрегатами совсем другая. При повышенных температурах водоустойчивость воздушно-сухих образцов оставалась постоянной. Это свидетельствует о совместном участии в формировании водоустойчивости воздушно-сухих образцов как гидрофобных, так и гидрофильных связей.

Для подтверждения роли гидрофобных связей между НМО ГВ в формировании водоустойчивости был проведен следующий эксперимент. Образцы обрабатывали растворами полимеров разной степени гидрофобности. Для этого использовали полиэтиленгликоль (ПЭГ), полиакриламид (ПАА) и поливиниловый спирт (ПВС).

Предположили, что лучшее взаимодействие между НМО и структурами будет в том случае, когда их гидрофильно-гидрофобная природа близка. Взаимодействие между ними фиксировали по увеличению размера частиц, которое определяли с помощью лазерного дифрактометра. Полученные результаты свидетельствуют, что наиболее крупные частицы формируются между НМО и ПВС - самым гидрофобным полимером из использованных. Это подтверждает роль гидрофобных взаимодействий между НМО в формировании водоустойчивости почвенной структуры.

Так как в литературе существует мнение о роли гидрофильных компонентов ГВ в формировании водоустойчивой структуры, возникла необходимость объяснить механизм этого. Поэтому было выдвинуто предположение о том, что для формирования водоустойчивой гелевой структуры НМО должны взаимодействовать между собой не через точечный гидрофобный контакт, а через множество гидрофобных контактов, то есть их ветви должны взаимопроникать друг в друга. Такое взаимодействие возможно только при наличии гидрофильных участков с ионными атмосферами, выполняющими функцию протекторов. Они отталкивают ветви Ф-кластеров друг от друга, тем самым обеспечивая более глубокое взаимопроникновение этих ветвей. В результате вместо одиночных гидрофобных контактов между Ф-кластерами возникают множественные гидрофобные контакты, значительно повышающие водоустойчивость.

Это позволяет объяснить, что водоустойчивость определяется гидрофобными связями, но на ее величину влияют и гидрофильные вещества.

## Литература

1. Verchot L.V., Dutaur L., Shepherd K.D., Albrecht A. Organic matter stabilization in soil aggregates: Understanding the biogeochemical mechanisms that determine the fate of carbon inputs in soils. *Geoderma*, 2011, 161(3–4), p.182–193.
2. Шеин Е.В., Милановский Е.Ю., 2003. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов // Почвоведение. №1. С. 3-61.
3. Шинкарев А.А., Мельников Л.В., Зайнуллин Т.Е., 1999. Природа водопрочности агрегатов гумусовых горизонтов темно-серой лесной почвы // Почвоведение. №3. С. 348-353.
4. Ушкова Д. А, Конкина У. А., Горепекин И. В., Потапов Д. И., Шеин Е. В., Федотов Г. Н., 2023. Устойчивость агрегатов пахотных почв: экспериментальное определение и нормативная характеристик // Почвоведение. №2. С. 203-210.
5. Dexter, A.R., 1988. Advances in characterisation of soil structure. *Soil Tillage Res.*, V.2, P. 199-239.
6. Fasurova N., Cechlovska H., Kucerik J., 2006. A comparative study of South Moravian lignite and standard IHSS humic acids' optical and colloidal properties // *Petroleum and Coal*. V 48. №2. 24-32.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ БИОУГЛЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОПОЧВАХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

**Гилёв Андрей Михайлович**, магистрант 1 курса кафедры почвоведения Института Мирового океана ДВФУ

**Брикманс Анастасия Владимировна**, к.б.н., доцент кафедры почвоведения Института Мирового океана, ДВФУ

**Рыбачук Наталья Андреевна**, к.б.н., доцент кафедры почвоведения Института Мирового океана, ДВФУ

**Сакара Николай Андреевич**, зам. руководителя по научной работе, ведущий научный сотрудник, Приморская овощная опытная станция ФГБНУ ФНЦО

**Научный руководитель: Нестерова Ольга Владимировна**, к.б.н. доцент кафедры почвоведения Института Мирового океана, ДВФУ

Загрязнение почв тяжелыми металлами является глобальной экологической проблемой для окружающей среды и всех живых организмов в целом из-за их токсичности. Неправильное ведение сельского хозяйства может привести к накоплению концентраций тяжелых металлов в почве, ухудшая её качество и оказывая вредное воздействие на растения [1,2]. Для решения этой проблемы является актуальным применение технологий, способствующих улучшению состояния почвы, повышению эффективности сельского хозяйства и очистке почвы. Одним из подходов для улучшения почвенной среды и борьбы с загрязнением тяжелыми металлами является применение биоугля. Он получается из органических материалов и может улучшать почву, а также удерживать ионы тяжелых металлов благодаря своей сорбционной способности, предотвращая попадание этих веществ в пищевую цепочку растений [6,7]. Внесение биоугля в почву показало положительные результаты в снижении концентраций тяжелых металлов благодаря своим сорбционным свойствам [6].

Цель работы определить влияние внесенного биоугля в агропочвах в дозировках 1 и 3 кг/м<sup>2</sup> на содержание подвижных и кислоторастворимых форм Cd, Pb и Ni с применением органических удобрений, и на участках с дренажом и без.

Объектом исследования послужили агротемногумусовые подбелы (Luvic Anthrosols) Приморской овощной опытной станции с применением глубокого дренажа (120 см) и без. В

качестве органического удобрения применялся Гигантин - местное органическое удобрение, полученное из куриного помета в ООО «Уссурийская птицефабрика». Сухое вещество составляет 90%, азот - 4,0 %, фосфор — 3,5%, калий — 1,7% [6]. В 2017 году участки полей с дренажной системой и без нее использовались под пар, и почва на них не обрабатывалась. В 2018 году экспериментальный участок был разделен на три части: контрольную (без внесения биоугля), с внесением 1 кг биоугля на 1 м<sup>2</sup> и с внесением 3 кг биоугля на 1 м<sup>2</sup>. Образцы почвы отбирались в начале и в конце вегетационного периода 2018 г. [6].

Содержание подвижных и кислоторастворимых форм тяжелых металлов в агропочвах устанавливали методом атомно-абсорбционного анализа на атомно-абсорбционном спектрометре (AA-6601F, Shimadzu, Япония) и критериями для оценки загрязнения тяжелыми металлами являются предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве [3,4].

Внесение биоугля в агропочву привело к снижению концентраций подвижных и кислоторастворимых форм тяжелых металлов Cd, Pd и Ni спустя 6 месяцев (таблица 1, таблица 2). Наблюдался более значительный эффект от внесённого биоугля в дозах 1 и 3 кг на подвижные формы при использовании органических удобрений на дренажном поле и на поле без дренажа без добавления удобрений. Влияние биоугля на кислоторастворимые формы проявилось более заметно на поле с дренажной системой как в контроле, так и с внесением органических удобрений и на поле без дренажа с применением органических удобрений.

После внесения биоугля концентрация подвижных форм кадмия снизилась в контрольных образцах на поле без дренажа при внесении 1 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля. На поле без дренажа и с применением органических удобрений подвижные формы кадмия также снизились как с внесением 1 кг/м<sup>2</sup>, так и 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля.

После внесения биоугля содержание свинца снизилось на поле с дренажом и применением органических удобрений с внесением 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля и не было обнаружено после внесения 1 кг/м<sup>2</sup> биоугля. Кроме того, концентрация подвижных форм свинца снизилась в контрольных образцах на поле без дренажа при внесении 1 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup>.

После внесения биоугля содержание подвижных форм никеля снизилось на участке с дренажом в контрольных образцах при использовании 1 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля, также при применении удобрений содержание никеля понизилось только с внесением 3 кг биоугля. При внесении 1 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля на поле без дренажа содержание никеля понизилось в образцах как в контроле, так и с органическими удобрениями.

После внесения биоугля на поле с дренажом концентрация кадмия понизилась в контрольных образцах с внесением 1 кг/м<sup>2</sup> биоугля, с применением органических удобрений снизилось с внесением 1 кг/м<sup>2</sup> биоугля. На поле без дренажа в контрольном варианте с внесением 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля концентрация снизилась.

После внесения биоугля концентрация кислоторастворимой формы свинца снизилась на поле с дренажной системой без удобрений с 10,8 мг/кг до 6,0 мг/кг с дозой 1 кг кг/м<sup>2</sup> биоугля и до 10,2 мг/кг с дозой 3 кг кг/м<sup>2</sup> биоугля. С применением органических удобрений также снизилось с 13,0 мг/кг до 10,0 мг/кг с дозой 1 кг кг/м<sup>2</sup> биоугля и до 11,4 мг/кг с дозой 3 кг кг/м<sup>2</sup> биоугля. На поле с отсутствием дренажной системы содержание свинца снизилось в объектах исследования с применением органических удобрений с 26,0 мг/кг до 13,6 мг/кг с дозой 1 кг кг/м<sup>2</sup> биоугля и до 10,6 мг/кг с дозой 3 кг кг/м<sup>2</sup> биоугля, в образцах без внесения удобрений показатели снизились только с внесением 3 кг биоугля с 10,8 мг/кг до 9,2 мг/кг.

Внесение биоугля уменьшило концентрацию никеля на поле с дренажом в контрольных вариантах с дозой 1 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля, а также в образцах с применением органических удобрений только с дозой 1 кг/м<sup>2</sup> биоугля. На поле без дренажа концентрация никеля уменьшилась в образце с органическими удобрениями с дозой 1 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля.

Таблица 1

**Содержание подвижных форм кадмия, свинца и никеля (мг/кг) в агропочвах при внесении биоугля, 2018 г.**

Объект исследования	Cd	Pb	Ni
май 2018 (до внесения биоугля)			
Др контроль	0,002	0,559	0,127
Бдр контроль	0,002	0,545	0,102
октябрь 2018 (6 месяцев после внесения биоугля)			
Др контроль	0,002	0,379	0,086
Др 1кг	0,003	0,441	0,057
Др 3кг	0,003	0,459	0,053
Др контроль (орг)	0,069	0,700	0,120
Др 1кг (орг)	0,068	н/о	0,134
Др 3кг (орг)	0,068	0,100	0,118
Бдр контроль	0,007	0,586	0,116
Бдр 1кг	0,004	0,490	0,086
Бдр 3кг	0,005	0,487	0,091
Бдр контроль (орг)	0,008	0,300	0,181
Бдр 1кг (орг)	0,020	0,500	0,180
Бдр 3кг (орг)	0,019	0,400	0,164
<b>ПДК</b>	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>	<b>4,0</b>

Примечание\* Др – поле с дренажной системой; Бдр – поле без дренажа; 1 кг – внесение 1 кг/м<sup>2</sup> биоугля; 3 кг – внесение 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля; (орг) - внесение органических удобрений.

В ходе исследований в агропочвах юга Приморского края не было выявлено превышение ПДК и ОДК исследуемых металлов за 2018 год как на участке с дренажной системой так без нее и при совместном использовании органических удобрений.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что внесение биоугля в дозировке 1 и 3 кг/м<sup>2</sup> оказалось эффективным благодаря способности абсорбировать тяжелые металлы и не давать поступать в питание растениям. При исследовании наибольший эффект биоугля оказал на участке с дренажной системой за счет вымывания тяжелых металлов с исследуемых участков.

Таблица 2

**Содержание кислоторастворимых форм кадмия, свинца и никеля (мг/кг) в агропочвах при внесении биоугля, 2018 г.**

Объект исследования	Cd	Pb	Ni
май 2018 (до внесения биоугля)			
Др контроль	0,536	13,2	3,0
Бдр контроль	0,460	13,2	2,8
октябрь 2018 (6 месяцев после внесения биоугля)			
Др контроль	0,474	10,8	3,4
Др 1кг	0,370	6,0	2,4
Др 3кг	0,532	10,2	3,0
Др контроль (орг)	0,388	13,0	2,4
Др 1кг (орг)	0,470	10,0	2,2
Др 3кг (орг)	0,602	11,4	2,8
Бдр контроль	0,536	10,8	2,8
Бдр 1кг	0,536	14,2	3,2
Бдр 3кг	0,490	9,2	3,0
Бдр контроль (орг)	0,560	26,0	6,2
Бдр 1кг (орг)	0,654	13,6	3,0
Бдр 3кг (орг)	0,710	10,6	2,6
<b>ОДК</b>	<b>1,0</b>	<b>65,0</b>	<b>40,0</b>

Примечание\* Др – поле с дренажной системой; Бдр – поле без дренажа; 1 кг – внесение 1 кг/м<sup>2</sup> биоугля; 3 кг – внесение 3 кг/м<sup>2</sup> биоугля; (орг) - внесение органических удобрений.

## Литература

- одяницкий Ю.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами [Текст] / Ю. Н. Водяницкий, Д. В. Ладонин, А. Т. Савичев. Москва: Типография Россельхозакадемии, 2012. - 304 с.
- одяницкий Ю.Н. Об опасных тяжелых металлах/металлоидах в почвах / Ю. Н. Водяницкий. Почвенный институт им. В.В. Докучаева 2011 г. Москва, Вып. 68, С. 56-82.
- Н 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Москва. 2006.
- Н 2.1.7.2511— 09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Москва. 2009.
- агрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв / Х.А. Джувеликян, Д.И. Щеглов, Н.С. Горбунова. — Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009. — 21 с.
- опова, А. Д. Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края / А.Д. Попова, В. А. Семаль, А. В. Брикманс, О. В. Нестерова, Ю. А. Колесникова, М. А. Бовсун // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. - №6. - С. 57-63.
- ижия Е.Я. Влияние биоугля на свойства образцов дерново-подзолистой супесчаной почвы с разной степенью окультуренности (лабораторный эксперимент) // Бучкина Н.П., Мухина И.М., Белинец А.С., Балашов Е.В. // Почвоведение. 2015. № 2. С. 211–220.

## ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА ПОРОВОЕ ПРОСТРАНСТВО АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВ О. РУССКИЙ

**Гуменная Екатерина Андреевна**, студентка 3 курса кафедры почвоведения ИМО ДВФУ

**Научный руководитель: Брикманс Анастасия Владимировна**, к.б.н., доцент кафедры почвоведения ИМО ДВФУ

В настоящее время состояние городских почв вызывает опасения, поскольку естественно-исторических почв уже практически не осталось на территории городов. Единственными островами природных неизмененных почв являются леса и лесопарки. Большая часть городской территории сформировала специфические образования, называемые урбаноземами [1].

Урбаноземы отличаются от естественных почв своей структурой, свойствами и выполняемыми функциями. Другими словами, урбанозем – искусственно образованная в процессе формирования городской среды почва, являющаяся биокосной многофазной системой, состоящей из твердой, жидкой и газовой фаз с неременным участием живой материи, функционирующая под воздействием тех же факторов почвообразования, что и естественные почвы, но с добавлением специфического в городской среде антропогенного фактора [1].

Строительство зданий и сооружений различного назначения – весьма распространенное явление на сегодняшний день. К сожалению, у стройки, помимо множества плюсов, существуют и серьезные недостатки, среди которых – разрушение плодородного слоя земли [2].

В связи с этим проводятся специальные работы по восстановлению земли после строительства, которые включают механическую чистку земли, рыхление почвы, подселение почвенной фауны, высаживание растений-сидератов, использование органических удобрений и внесение биоугля. В результате этих работ достигается восстановление природной плодородности почвы и создание благоприятной среды для роста растений [3].

Цель работы – оценить влияние биоугля на плотность и поровое пространство антропогенно-нарушенных почв о. Русский.

Объектом исследования был выбран опытный участок, расположенный на о. Русский, г. Владивосток, п. Аякс, лабораторный корпус ДВФУ, в 20 метрах от дороги (43°с.ш., 131°в.д.).

Выбранный участок в следствие строительных работ, в частности снятии плодородного слоя почвы под застройку, переуплотнен и наполнен обломками горных пород. Он претерпел изменение от бурозема типичного до урбанозема.

В июне 2021 года участок общей площадью 11 \* 3 м был поделен на 9 равных частей размерностью 0,75 \* 3 м. На исследуемый участок был внесен биоуголь в дозах 1 и 3 кг/м<sup>2</sup> (рисунок). В соответствии этим каждые 3 участка: без биоугля (контроль), с биоуглём в дозе 1 кг/м<sup>2</sup> и в дозе 3 кг/м<sup>2</sup> объединялись в точку. Итого: 3 точки, в каждой из которой по 3 участка.

В июле 2023, были отобраны почвенные образцы из верхнего нетронутого горизонта из каждой части опытного поля.

Исследования показали, что данные общей порозности образцов, в которые был внесен биоуголь и контрольных (без биоугля) незначительно отличаются или не отличаются вовсе (таблица).

В точке 1 на участке без биоугля (контроль) показатель общей порозности составил 54,22% (таблица), что согласно шкале [4] является удовлетворительной; на участке с внесением биоугля в дозе 1 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup> составил 53,82 % и 53,37 %, что является также удовлетворительной.

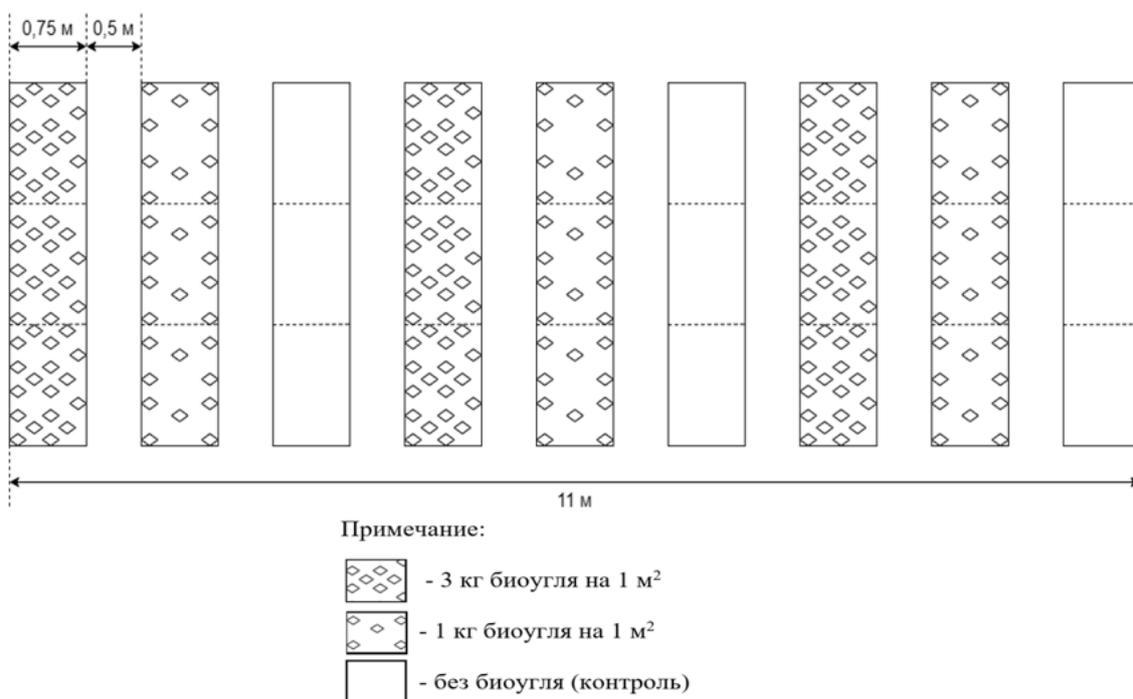


Рисунок. Схема опыта

В точке 2 на участке без биоугля (контроль) показатель общей порозности составил 60,52%, что согласно шкале [4] является отличной. На участке с внесением биоугля в дозе 1 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup> показатель общей порозности в антропогенно-нарушенной почве составил 54,18% и 54,48% что является удовлетворительной.

Таблица

Оценка общей порозности антропогенно-нарушенных почв

Объект исследования	Объёмная масса (полевая плотность), г/см <sup>3</sup>	Удельный вес (плотность твердой фазы), г/см <sup>3</sup>	Порозность общая, %	Оценка порозности [4]
Точка 1, без биоугля	1,15	2,51	54,22	удовлетворительная
Точка 1, внесение биоугля в дозе 1 кг/м <sup>2</sup>	1,24	2,68	53,82	удовлетворительная
Точка 1, внесение биоугля в дозе 3 кг/м <sup>2</sup>	1,24	2,65	53,37	удовлетворительная
Точка 2, без биоугля	1,01	2,57	60,52	отличная
Точка 2, внесение биоугля в дозе 1 кг/м <sup>2</sup>	1,14	2,48	54,18	удовлетворительная
Точка 2, внесение биоугля в дозе 3 кг/м <sup>2</sup>	1,24	2,72	54,48	удовлетворительная
Точка 3, без биоугля	1,24	2,62	52,62	удовлетворительная
Точка 3, внесение биоугля в дозе 1 кг/м <sup>2</sup>	1,22	2,62	53,29	удовлетворительная
Точка 3, внесение биоугля в дозе 3 кг/м <sup>2</sup>	1,35	2,69	49,68	удовлетворительная

В точке 3 на участке без биоугля (контроль) показатель общей порозности составил 52,62%, что является удовлетворительной, в вариантах с внесением биоугля в дозе 1 кг/м<sup>2</sup> составил 53,29%, а в дозе 3 кг/м<sup>2</sup> - 49,68%, что является удовлетворительной.

Исходя из полученных данных установлено, что внесение биоугля не влияет на поровое пространство на антропогенно-нарушенных почвах. Требуется дальнейшие испытания для оценки целесообразности использования биоугля для улучшения свойств антропогенно-нарушенных почв.

### Литература

1. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация): учеб. пособие / М. И. Герасимова, М. Н. Строганова, Н. В. Можарова, Т. В. Прокофьева; под редакцией академика РАН Г. В. Добровольского. - М. – Смоленск Ойкумена 2003г. – 268 с.
2. Васильченко, А. В. Рекультивация нарушенных земель: учебное пособие: в 2-х частях /А. В. Васильченко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – Ч. 1. – 230 с.
3. Голованова, А.И. Рекультивация нарушенных земель / А.И. Голованова. – М.: КолосС, 2009
4. Качинский Н.А Физика почвы в 2-х частях/Качинский Н.А. – М.: Издательство «Высшая школа», 1965. – Ч. 1. – 318 с.

## АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СУХОБУЗИМСКОГО ФИЛИАЛА КРАСНОЯРСКОГО АГРАРНОГО ТЕХНИКУМА

**Шулакова Маргарита Еремковна**, студентка 2 курса специальности Агрономия КГБПОУ «Красноярский аграрный техникум»

**Научный руководитель: Жалнерчик Наталья Михайловна**, преподаватель КГБПОУ «Красноярский аграрный техникум»

Земля, ценный ресурс для человека, она является основным, незаменимым средством производства. Помимо её производственной функции, она также является объектом отраслевого законодательства и основной деятельностью многих народов, проживающих на плодородных территориях.

Перед землепользователями стоит задача - не допустить деградацию пахотных земель и снижение их плодородия.

Агрохимический мониторинг почв земель сельскохозяйственных угодий направлен на оценку изменений в состоянии плодородия почв, учета агрохимических и экологотоксикологических изменений, установления последствий деградационных процессов и разработки рекомендаций по повышению продуктивности земель [2].

Цель исследования- агрохимический мониторинг почвы сельскохозяйственных земель Сухобузимского филиала.

В задачи исследований входило:

- охарактеризовать почвенный покров на территории Сухобузимского филиала;
- изучить агрохимические параметры в почвах землепользования;
- оценить содержание в почвах землепользования микроэлементов и тяжёлых металлов.

Полевые агрохимические исследования проведены в 2022 г. на полях Сухобузимского филиала Красноярского аграрного техникума. Объектом исследования являются чернозём выщелоченный и серая лесная почвы.

Землепользование Сухобузимского филиала расположено в 63 км к северу от города Красноярска.

По природно-климатическим условиям район находится в области континентального климата, с холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом. По среднегодовым данным годовое количество осадков составляет 429 мм, что характеризует недостаточное увлажнение.

На территории Сухобузимского района преобладают серые лесные почвы, оподзоленные, выщелоченные и обыкновенные черноземы, мощность гумусового горизонта колеблется от 25 до 33см.

Кислотность почвы обусловлена наличием обменных ионов водорода и алюминия в поглощающем комплексе почвы и ионов водорода в почвенном растворе. Интервал рН 5,5-7 соответствует наиболее агрономически благоприятной структуре почвы, высокому качеству гумуса и оптимальному водному режиму [1]. Почвы пашни Сухобузимского филиала имеют нейтральную реакцию среды (78,8%), и близкую к нейтральной (21,2%). Средневзвешенный показатель составляет 6,2 ед. рН, что является оптимальным для большинства сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

**Содержание гумуса и обменного калия в почвах пашни Сухобузимского филиала**

Номер поля	Площадь поля, га	рН	Экспликация почв по содержанию обменного калия		Гумус, %	Почва
			содержание	К <sub>2</sub> O, мг/кг		
1	200	6,6	Высокое (V)	110,1-150,0	5,2	Чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный глинистый
2	135	6,2	Повышенное (IV)	90,1-110,0	4,1	Чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный глинистый
3	90	5,9	Среднее (III)	70,1-90,0	4,3	Серая лесная оподзоленная среднемощная глинистая

Анализируя выбранные земельные участки, стоит заметить, что поле под номером один с черноземной почвой отличается высоким количеством содержания калия (110-150,0), в то

время как поле под номером три, с серой лесной почвой, имеет средний показатель (70,1-90,0). Содержания гумуса в почве колеблется от 4,1% до 5,2% (табл.1). Причём содержание гумуса в серой лесной почве выше, чем во втором поле чернозёма.

Для растений необходимы микроэлементы, которые, как правило, должны находиться в доступном состоянии в почве. Каждый из этих микроэлементов выполняет особенные функции, физиологические и биохимические, обмен веществ, питание и т.д. Содержание микроэлементов в почвах пашни отражено в таблице 2.

Таблица 2

**Содержание микроэлементов в почвах полей Сухобузимского филиала**

Номер поля	Микроэлемент в почве, мг/кг				
	Марганец	Цинк	Медь	Кобальт	Бор
1	6	0,4	0,07	2,1	1,74
2	6	0,3	0,05	1,9	1,11
3	5	0,3	0,05	1,9	2,82

Исследуемые почвы характеризуются низким содержанием марганца (5-6). На всей обследуемой пашне, так же наблюдается недостаток по цинку (0,3-0,4) и меди (0,05-0,07).

Цинк входит в состав ферментов и оказывает многогранное действие на обмен веществ в растениях, так как принимает участие в синтезе ростовых веществ. Следует отметить, что потребность растений в цинке повышается при обильном внесении фосфорных удобрений [2].

Медь участвует в регуляции гормонального баланса растений повышает морозостойкость, засухоустойчивость и устойчивость к полеганию растений, увеличивает содержание сахаров, усиливает синтез белка, образование хлорофилла. Потребность растений в меди усиливается на фоне применения высоких доз азотных удобрений.

Обеспеченность почв кобальтом и бором достаточная для полноценного роста и развития растений. Бор, по растению передвигается слабо, а при его недостатке корневая система отстаёт в развитии от наземной части растений.

Тяжелые металлы занимают второе место по степени опасности, незначительно уступая пестицидам. В перспективе они могут стать более опасными, чем твердые отходы и отходы атомных электростанций [3].

В результате агрохимического обследования почв на содержание водорастворимого фтора и валовых форм тяжёлых металлов установлено, что их концентрация на всей площади пашни в пределах фоновых значений таблица 3. Фоновые (типичные) значения содержания тяжелых металлов в почвах, считаются естественными, и не связаны с антропогенным фактором. Определение фоновых значений позволяет выявить наличие антропогенных загрязнений и оценить их степень воздействия на почву.

Невысокое содержание тяжелых металлов и фтора в почвах способствует уменьшению их поступления в растения и обеспечивает получение в агроценозах хозяйства экологически безопасной растениеводческой продукции.

Таблица 3

**Содержание валовых форм тяжелых металлов и водорастворимого фтора**

Номер поля	Валовые формы тяжелых металлов, мг/кг									Фтор
	Цинк	Никель	Медь	Свинец	Марганец	Кадмий	Кобальт	Ртуть	Хром	
1	42,5	21,0	13,7	11,1	399,1	0,10	6,6	0,035	19,0	2,3
2	42,2	19,5	13,4	9,6	455,8	0,10	5,3	0,033	15,8	1,8
3	42,3	19,6	13,5	9,7	455,9	0,10	5,3	0,033	15,7	1,8

Агрохимический мониторинг почв пашни Сухобузимского филиала Красноярского аграрного техникума, показал высокое потенциальное плодородие почв. Показатели эффективного плодородия, за исключением фтора, приближены к оптимальным.

Пашня обеспечена необходимыми микроэлементами, однако некоторые (медь и цинк), находятся в недостатке. На почвах с низким и средним содержанием микроэлементов

необходимо применение микроудобрений. Для улучшения качества зерна в Сухобузимском филиале необходимо внесение цинковых и медьсодержащих микроудобрений.

### Литература

1. Алхименко, Р.В. Мониторинг состояния пахотных почв в Западном и Центральном территориальных округах Красноярского края // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 6. – С. 10-14
2. Демиденко Г.А. Агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель Красноярской лесостепи / Г.А. Демиденко // Вестник КрасГАУ. – 2017.– № 7. – С.3-9.
3. Иванов, А.Л. Качество почв России для сельскохозяйственного использования / А.Л. Иванов, И.Ю. Савин, Столбовой В.С. // Докл. РАСХН. 2013.- № 6.- С. 41–45.

## АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАО «АВАНГАРД» ШАРЫПОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

**Мещерякова Серафима Михайловна**, студентка 3 курса специальности Агрономия КГБПОУ «Красноярский аграрный техникум»

**Научный руководитель: Жалнерчик Наталья Михайловна**, преподаватель КГБПОУ «Красноярский аграрный техникум»

Почвенный покров является важнейшим природным образованием. Его роль в жизни общества определяется тем, что почва представляет собой основной источник продовольствия, обеспечивающий 95-97% продовольственных ресурсов населения [2]. Главное свойство почвы – это ее плодородие, за него отвечает гумусовый горизонт почвы. Гумус снабжает растения микро и макроэлементами, и способствует расщеплению тяжелых металлов, которые являются главными загрязнителями почвенного покрова.

Из-за не рационального использования пашни плодородие почвы может ухудшаться. В следствии чего урожайность и почвенные показатели снижаются.

Цель: агрохимическое обследование почв земель сельскохозяйственного назначения землепользования ЗАО «Авангард» Шарыповского района Красноярского края.

Объектом исследования являются почвы сельскохозяйственного назначения ЗАО «Авангард» Шарыповского района Красноярского края

Агрохимическое обследование проведено на площади 25811,78 га. На агрохимические показатели отобрано 1323 объединённых почвенных пробы. Каждая проба составлена из 30 точечных проб, взятых тростьевым буром из слоя почвы 0-20 см пахотного горизонта.

На этой территории было проведено агрохимическое обследование на содержание гумуса, рН среды почвы, подвижных форм калия и фосфора.

Одним из основных показателей потенциального плодородия почв является содержание в ней гумуса, который оказывает большое влияние на пищевой режим, физические, водные, воздушные и тепловые свойства почв [1]. Известно, что гумус удовлетворяет около 60% потребности растений в азоте, улучшает снабжение их фосфором, микроэлементами. От его состояния зависит биологическая активность почвы, определяющая интенсивность процессов минерализации и гумификации.

Результаты агрохимического обследования почв пахотного горизонта показали следующее содержание гумуса по земельным участкам: повышенное - 4,3% (1039,00 га) пашни, высокое 51,9% (12583,00 га) и очень высокое 43,8% (10625,30 га). Средневзвешенное значение по угодью составляет — 9,9% (высокое - 5 класс).

Содержание гумуса в почвах пашни по отделениям несколько различается, пашня 1, 2 и 4-го отделений характеризуется высоким содержанием гумуса, 3-го очень высоким: - 1 отделение: средневзвешенное значение составляет — 9,4% (высокое - 5 класс);

- 2 отделение: средневзвешенное значение составляет — 9,9% (высокое - 5 класс);
- 3 отделение: средневзвешенное значение составляет — 10,4% (очень высокое - 6 класс);
- 4 отделение: средневзвешенное значение — 9,7% (высокое - 5 класс).

Почвы с содержанием гумуса более 6,0% характеризуются высокой нитрификационной способностью и при благоприятных погодных условиях, способны активно накапливать нитраты, особенно в чёрных парах (30-60 мг/кг почвы), что обеспечит довольно высокие урожаи зерновых культур, без применения азотных удобрений [3].

Фосфор является одним из важнейших элементов питания растений, он способствует лучшему поглощению питательных веществ растениями, играет главную роль в переносе энергии, в дыхании и фотосинтезе, является компонентом многих органических соединений, содержащихся в растениях, в том числе белков, способствует скорейшему созреванию культур, повышает устойчивость растений в период неблагоприятных погодных факторов.

Результаты агрохимического обследования почв пахотного горизонта показали следующее содержание подвижного фосфора по земельным участкам: среднее - 24,4% (5911,90 га), повышенное - 55,9% (13563,10 га), высокое - 17,5% (4248,90 га) и очень высокое - 2,2% (523,40 га). Средневзвешенное значение подвижного фосфора по угодью составляет — 124,8 мг/кг почвы (повышенное - 4 класс). Пашня характеризуется средним эффективным плодородием.

Содержание подвижного фосфора в почвах пашни по отделениям несколько различается, но в целом земли отделений характеризуются повышенным содержанием:

- 1 отделение: средневзвешенное значение — 138,3 мг/кг почвы (повышенное - 4 класс);
- 2 отделение: средневзвешенное значение — 125,3 мг/кг почвы (повышенное - 4 класс);
- 3 отделение: средневзвешенное значение — 113,7 мг/кг почвы (повышенное - 4 класс);
- 4 отделение: средневзвешенное значение — 126,5 мг/кг почвы (повышенное - 4 класс).

Калий входит в состав ферментов и других соединений, имеющих жизненно важное значение для растений, участвует почти во всех обменных процессах. Наибольшее его количество содержится в меристемных тканях. Дефицит калия приводит к ослаблению фотосинтетической активности, вызывает нарушение углеводного обмена, усиление дыхания, снижение содержания белка и увеличение растворимых органических соединений азота, снижается засухоустойчивость и морозостойкость растений, увеличивается их восприимчивость к инфекционным болезням.

Результаты агрохимического обследования почв пахотного горизонта показали следующее содержание подвижного калия по земельным участкам: низкое - 2,3% (563,8 га), среднее - 1,3% (314,80 га), повышенное - 3,1% (742,40 га), высокое - 39,8% (9645,40 га) и очень высокое - 53,5% (12980,90 га). Средневзвешенное значение по угодью составляет — 157,3 мг/кг почвы (очень высокое - 6 класс).

Содержание подвижного калия в почвах пашни по отделениям несколько различается, в целом земли 1-го отделения характеризуются высоким содержанием, 2, 3 и 4-го очень высоким:

- 1 отделение: средневзвешенное значение — 121,4 мг/кг почвы (высокое - 5 класс);
- 2 отделение: средневзвешенное значение — 161,5 мг/кг почвы (очень высокое - 6 класс);
- 3 отделение: средневзвешенное значение — 167,2 мг/кг почвы (очень высокое - 6 класс);
- 4 отделение: средневзвешенное значение — 150,8 мг/кг почвы (очень высокое - 6 класс).

Результаты анализов показали, что почвы земельных участков характеризуются различной реакцией почвенного раствора от слабокислой — 5,5 ед. рН<sub>KCl</sub> до слабощелочной — 7,1 ед. рН<sub>KCl</sub>.

Слабокислой реакцией почвенного раствора характеризуется – 0,9% (215,90 га) пашни, 46,6% (11300,50 га) реакцией «близкая к нейтральной», 51,7% (12540,80 га) нейтральной и 0,8% (190,10 га) слабощелочной. Средневзвешенное значение реакции почвенного раствора по угодью составляет — 6,1 ед. рН<sub>KCl</sub> (нейтральная - 6 класс). Почвы пашни пригодны для возделывания большинства сельскохозяйственных культур без каких-либо ограничений.

В целом пашня 1 и 2-го отделений характеризуется реакцией почвенного раствора

«нейтральная», 3 и 4-го «близкая к нейтральной»:

- 1 отделение: средневзвешенное значение  $pH_{KCl}$  — 6,2 ед. (нейтральная - 6 класс);
- 2 отделение: средневзвешенное значение  $pH_{KCl}$  — 6,3 ед. (нейтральная - 6 класс);
- 3 отделение: средневзвешенное значение  $pH_{KCl}$  — 5,9 ед. (близкая к нейтральной - 5 класс);
- 4 отделение: средневзвешенное значение  $pH_{KCl}$  — 5,9 ед. (близкая к нейтральной - 5 класс).

Закключение. По данным исследования, пашня характеризуется высоким потенциальным (пассивным) плодородием. Что благоприятно влияет на хороший рост и развитие сельскохозяйственных культур, так же это значительно повышает урожайность. Содержание микроэлементов на всей площади пашни находятся в пределах нормы, по средневзвешенному значению это высокий и очень высокий показатель. Почвенный раствор нейтрален, что позволяет возделывать любые сельскохозяйственные культуры.

Из этих показателей следует, что пашни ЗАО «Авангард» Шарыповского района Красноярского края пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур без каких-либо ограничений.

### Литература

1. Белоусова, Е.Н. Агрохимические основы регулирования почвенного плодородия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. Н. Белоусова; – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022 – 135 с.
2. Пояснительная записка к материалам агрохимического и эколого-токсикологического обследования почв земель сельскохозяйственного назначения землепользования ЗАО «Авангард» Шарыповского района Красноярского края, 2021г.
3. Чупрова, В.В. Оценка плодородия черноземов Красноярского края по гумусному состоянию / В.В. Чупрова // Современное состояние черноземов: мат-лы междунар. науч. конф. – Ростов н/Д., 2013. – С. 359-362.

## ОЦЕНКА СВОЙСТВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ЕРГАЧЕНСКОГО КАРЬЕРА

**Слесарев Николай Владимирович**, студент 4 курса кафедры почвоведения ПГАТУ им. Д. Н. Прянишникова

**Научный руководитель: Гилев Виталий Юрьевич**, к.с/х.н, доцент кафедры почвоведения ПГАТУ им. Д. Н. Прянишникова

В Кунгурском районе Пермского края добываются строительный камень, нефть, газ и гипс. Выходящие на поверхность породы представлены толщами Пермской системы, отложениями Кунгурского яруса представлены известняками, глинами и ангидритами.

Неотъемлемой частью открытой добычи гипса являются вскрышные породы, рациональное использование которых можно считать актуальной задачей.

Вскрышные породы покрывают полезные ископаемые сверху. При толщине слоя не более нескольких десятков метров они удаляются с поверхности, открывая непосредственный доступ к месторождению [3].

Согласно статьи 23.5 Закона «О недрах» вскрышные породы можно использовать для добычи полезных ископаемых и полезных компонентов; для собственных производственных и технологических нужд; для ликвидации горных выработок и иных сооружений, связанных с использованием недр; для рекультивации земель; для ведения горных работ; для выполнения соответствующих работ техническими проектами, иной предусмотренной настоящим законом проектной документацией на выполнение таких работ и (или) проектом рекультивации земель; для передачи иному лицу в целях использования таким лицом передаваемых вскрышных и вмещающих горных пород для собственных производственных и технологических нужд, не связанных с осуществлением пользования недрами.

Физические и химические показатели почвы и вскрышных пород тесно связаны с рекультивацией и мелиорацией почв, задачами которых является временное и коренное

улучшение, главным, образом физических и химических свойств почвы для практических целей в сельском хозяйстве.

Данная работа посвящена изучению свойств вскрышных пород. Задачами исследования являлось изучить физические, агрохимические и химические свойства грунта, дать оценку физическим и химическим показателям исследуемых почв и грунтов, оценить пригодность вскрышных пород карьера для биологической рекультивации изучить физико-химические свойства и дать оценку физическим и химическим показателям исследуемых почв и грунтов.

Объектом исследования являются серые лесные почвы, отмеченные точками 1 и 2, и вскрышные породы «Ергачинского гипсового карьера» Кунгурского района Пермского края, отмеченные точками 3, 4, 5 и 6. (рис 1.)



**Рисунок 1. Расположение точек отбора образцов.**

Почвенные образцы отбирали на территории земель ГП совхоз «Кыласовский». (сельхоз предприятия) вскрыша породы отобрана на территории ООО «ЕРГАЧ». Гранулометрический и физико-химические свойства определены в 4 образцах вскрыши и 4 образцах почвы. Анализы проводили на кафедре почвоведения общепринятыми методами. Проведены определения показателей: рН солевой вытяжки и водной вытяжки потенциометрически; содержание гумуса в минеральных почвах по методу Тюрина в модификации Соколова и др. [6]; гидrolитической кислотности; суммы поглощенных оснований; степени насыщенности почв основаниями. Определение гранулометрического состава почвы проводили по методу по Качинскому Н.А [5]. Определение содержание гипса по Н.Б. Хитрову [4].

В пределах ключевого участка формируются светло-серые лесные глубоковскипающие тяжелосуглинистые на лессовидных суглинках точки 1 и 2. Образцы вскрыши отбирались на уступах добычи, представлены южным уступом точка 5, центральный уступ точка 4 и северный уступ точка 3 и 6 точка отбора находится на месте складирования вскрышных пород.

В серых лесных почвах содержание гумуса среднее. В образцах вскрыши содержание гумуса низкое, менее 1%. В таблице представлены химические свойства грунта.

Серые лесные почвы имеют сильнокислую реакцию среды. Вскрыша породы уступа центра и смешанной породы щелочная и вскрыша уступа севера и юга нейтральная.

В серых лесных почвах содержание очень повышенная. У вскрыш степень насыщенности основаниями высокая, за исключением вскрыши уступа севера.

Образцы вскрыши не засолены. Грунты слабо-загипсованны, за исключением вскрыши уступа центр, среднезагипсован.

В серой лесной почве гранулометрический состав легкоглинистый. Гранулометрический состав во вскрыши уступа центр и север легкоглинистый и вскрыши уступа юг сренеглинистый.

Установлено, что физические и физико-химические свойства почвы, на разных частях микрорельефа имеют различные показатели. Во вскрыши проявление процессов загипсованности. В серых лесных почвах из-за богатой травянистой растительности, содержание гумуса среднее, а во вскрыши низкое. Реакция среды сильно различается, у вскрышной породы уступа юг и север нейтральная, у уступа центр и смешанной породы щелочная, серые лесные почвы имеют сильнокислую реакцию среды.

В соответствие с ГОСТ 17.5.1.03-86, вскрыша 2 165-175 относится к малопригодным породам по химическому составу, содержание гипса до 20%, требуется после улучшения химических свойств пород и специальных агротехнических мероприятий под лесонасаждения различного назначения, сенокосы и пастбища; в качестве подстилающих под пашню потребуются химическая мелиорация, после улучшения химических свойств пород и специальных агротехнических мероприятий рекомендуется использование под лесонасаждения различного назначения, сенокосы и пастбища; в качестве подстилающих под пашню. Остальная порода относится к потенциально пригодной, рекомендуется использовать под пашню, сенокосы и пастбища со специальными агротехническими мероприятиями; в качестве подстилающих под пашню; под лесонасаждения различного назначения; под ложе водоемов.

Таблица

#### Химические свойства грунта

Номер точки	Горизонт, глубина, см	Гумус, %	мг-экв на 100 г					V, %	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	Сухой ост., %	CaSO <sub>4</sub> %
			H <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	Hг	ЕКО					
1	А <sub>пах</sub> 0-26	4,4	0,2	0,4	11,4	6,3	64,4	17,7	5,1	4,0	-	-
	А <sub>1</sub> А <sub>2</sub> 26-38	2,7	0,1	0,5	29	9,8	74,7	38,8	5,3	4,1	-	-
2	А <sub>пах</sub> 0-24	2,6	0,1	0,3	13	4,3	74,8	17,3	5,1	4,2	-	-
	А <sub>1</sub> А <sub>2</sub> 24 и более	2,3	0,9	1,4	30,2	7,8	79,3	38,0	4,4	3,5	-	-
3	Вскрыша (уступ север)	1,2	0,2	0,3	32,8	9,2	77,9	42,07	5,6	4,6	-	8,4
4	Вскрыша 2 (уступ центр)	0,8	-	-	49	0,5	98,9	49,5	7,4	6,8	0,3	16,2
5	Порода (уступ юг)	0,6	-	-	37,6	1,9	95,1	39,5	6,4	5,3	-	9,2
6	Смешанная порода	0,9	-	-	49	0,7	98,5	49,7	7,5	6,07	0,3	6,5

#### Литература

1. ГОСТ 17.5.1.03-86 Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10 ноября 1986 г. N 3400
2. Закон Российской Федерации "О Недрах" от 21.02.1992 (ред. от 28.04.2023) № 2395-1 // Официальный интернет-портал правовой информации
3. Валеева А.А. Исследование влияния вскрышных пород на техносферную безопасность при добыче полезных ископаемых // Молодой ученый. 2021. № 43. С. 19-23
4. Руководство по лабораторным методам исследования ионносолевого состава нейтральных и щелочных минеральных почв. М.: ВАСХНИЛ, 1990. 236 с
5. Качинский Н. А. Физика почв / М., 1965. Т. 1. С. 155–161; М., 1970. Т. 2. С. 88.

6. МанафоваФ. А. Влияние различных экологических факторов природной среды на структуру почвенного покрова Апшерона // Бюллетень науки и практики. 2018. № 6. С. 153-169.

# **АГРОТЕХНОЛОГИИ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ**

## **ХОЗЯЙСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УДОБРИТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА (НА ПРИМЕРЕ ЯЧМЕНЯ)**

**Ручкина Анастасия Владимировна**, старший преподаватель кафедры агрономии, агрохимии и защиты растений ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

**Научный руководитель: Ушаков Роман Николаевич**, доктор с.-х., наук, профессор кафедры агрономии, агрохимии и защиты растений ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Монополизировано-обусловленное состояние цен на азотные удобрения, которое по этой причине задает восходящую динамику этих цен, предполагает поиск альтернативных способов улучшения сельскохозяйственных растений азотным питанием. Например, это могут быть препараты на основе микробных штаммов. Многие авторы отмечают их эффективность [1, 2, 3].

В настоящее время получили распространение удобрительные средства на основе кремния [4, 5, 6, 7, 8].

Азотную кислоту часто применяют при создании минеральных удобрений. Она может быть задействована и как удобрение, и как селитра. Также для этих целей применяют и ее соли.

Азотная кислота используется в технологических процессах производства удобрений. В научной литературе не встречаются сведения о ее применении совместно с природной глиной и суглинком.

Полевой мелкоделяночный опыт заложен методом рендомизации на ячмене сорта ДАНУГА со следующей схемой:

1. Без удобрений (контроль)
2. САУС 50 кг/га N (доза суглинка – 1,9 т/га)
3. САУС 100 кг/га N (доза суглинка – 3,8 т/га).

Агротехнология возделывания ячменя была общепринятой для южной части Нечерноземной зоны. Общая площадь 15 м<sup>2</sup>, учетная – 10 м<sup>2</sup>. Повторность трехкратная. Опыты с ячменем проводили на агросерой среднесуглинистой почве со средней обеспеченностью элементами питания.

Испытание экспериментального САУС проводили в полевых условиях в 2020, 2021 и 2022 годы. Доза азота составила 50 и 100 кг/га. Удобрительное средство вносили весной одновременно с посевом. В течение последних 2-х лет погодные условия были неблагоприятными. До фазы кущения включительно осадков выпало 20 % от нормы.

В таблице 1 показаны элементы продуктивности ячменя и его урожайность. Дополнительное обеспечение ячменя азотом способствовало улучшению состояния элементов продуктивности ячменя – длины колоса, массы 1000 зерен и т.д., поэтому применение САУС обеспечило прибавку урожайности по сравнению с контролем (в среднем за три года 2,0 т/га) 0,8-1,2 т/га.

Качество зерна ячменя определяли в контрольном варианте (без удобрений) и в варианте с дозой внесения САУС 100 кг/га N. Доза азота 100 кг/га обеспечила увеличение протеина по сравнению с контролем на 2,87 % (абс.), общего азота на 0,74 % (абс.).

По содержанию сырой клетчатки, сырого жира, и сырой золы достоверные различия между вариантами не установлены. Содержание крахмала в контрольном варианте больше чем на варианте с внесением САУС 100 кг/га N на 1,8 %. Это вполне логично, так как азотное питание в целом снижает содержание углеводов в растениях. Одновременно с этим отмечаются существенные отклонения и по содержанию аминокислот.

Таблица 1

**Элементы продуктивности и урожайность ячменя, среднее за 2017-2019 гг.**

Вариант	Количество растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см	Длина колоса, см	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га
Без удобрений	463	45	5,5	31	2,0	–
САУС 50 кг/га N	457	58	6,4	34	2,8*	0,8
САУС 100 кг/га N	458	77	7,3	37	3,2*	1,2

\*различия достоверны при  $p < 0,05$

Применение САУС под ячмень обеспечивает прибавку урожайности культуры в острозасушливые годы на 0,8-1,2 т/га.

В расчетах затрат на производство САУС принимали во внимание, что для обеспечения ячменя дополнительным азотом в количестве 50 кг/га потребуется внести на 1,9 тонн суглинка внести 200 л (278 кг) азотной кислоты (65 %). Розничная цена технической азотной кислоты составляет 25 руб./кг, с учетом доставки на 1 га приготовления затраты не превысят 7 тыс. руб. При стоимости азотной кислоты 25 руб./кг и выше производить САУС не выгодно. Стоимость аммиачной селитры, при производстве которой используется азотная кислота, на рынке продается за 14-15 руб./кг, то есть практически в два раза ниже. Себестоимость азотной кислоты ниже. При производстве аммиачной селитры в филиале «Азот» АО «ОХК «УралХим» (г. Березники) издержки на азотную кислоту (57 %) закладывают из расчета 770 руб./т. Поэтому реальная рыночная цена аммиачной селитры не превышает 1000 руб./т. При такой цене производство САУС обойдется в 278 руб./га. С учетом доставки глины и ее подготовки для смешивания затраты увеличатся максимум до 1000 руб./га. Стоимость оборудования (около 70000 руб., при ориентировочной производительности 0,5 тонн САУС за 1 час) учитывается не за один расчетный год, а на время его эксплуатации – 20 лет. Поэтому в статью годового расхода отнесем затраты на изготовление оборудования – не более 3500 руб. (это с учетом производства САУС на площадь посевов не менее 500 га). С учетом других затрат (ресурсы, эксплуатация и пр.) они в годовом выражении не превысят 4500 руб. в пересчете на 1 га (1000+3500 руб.).

Использование САУС рентабельно: относительно контроля разница составила при дозе 50 кг/га – 9,4 %, при дозе 100 кг/га – 15,8 % (абс.) (таблица 2).

Таблица 2

**Экономическая эффективность применения САУС**

Вариант	Урожайность, т/га (в среднем за 3 года)	Стоимость продукции, руб.	Затраты, руб./га		Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
			Производство и внесение САУС (ориентировочное)	Возделывание ячменя		
Без удобрений	2,0	18400	0	17730	670	3,4
САУС 50 кг/га N	2,8	25760	4500	18333	2927	12,8
САУС 100 кг/га N	3,2	29440	6000	18700	4740	19,2

Производство и использование САУС при учете его оценки только с позиции источника азота для ячменя является экономически выгодным мероприятием. Систематическое его применение на агросерой почве обеспечит аккумулятивный положительный эффект на почвенные свойства, поэтому по прошествии времени

экономическая перспектива использования САУС будет еще в большей степени привлекательной.

Использование на агросерой среднесуглинистой почве САУС в посевах ячменя в среднем за годы исследований способствует увеличению культуры при дозе азота 50 кг/га на 0,8 т/га, при дозе 100 кг/га – на 1,2 т/га при урожайности на контроле без САУС – 2,3 т/га. Содержание общего азота относительно контроля повышается на 0,74 % (абс.).

### Литература

1. Старцева, А.А. Влияние биопрепаратов экстрасол и бисолбифит на продуктивность ячменя и агрохимические свойства серой лесной почвы юга Нечерноземной зоны РФ: автореф. дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.04 / Старцева Александра Александровна – Москва, 2016. – 19 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21357817>

2. Влияние комплексного применения удобрений и биопрепаратов на эффективное плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность ячменя / Н.Н. Шулико, О.Ф. Хамова, Н.А. Воронкова и др. // Агрохимия. – 2019. – № 2. – С. 13-20. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36953827>

3. Эффективность биопрепаратов эндофитных бактерий на яровой пшенице и устойчивость агроэкосистем / А.А. Алферов, А.А. Завалин, Л.С. Чернова, В.К. Чеботарь // Плодородие. – 2019. – № 1 (106). – С. 41-44. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37072828>

4. Козлов, А.В. Биологическая активность дерново-подзолистой почвы и продуктивность агрофитоценозов от применения высококремнистых пород в качестве почвенных кондиционеров / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, И.П. Уромова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2017. – №11 (260). – С.155-166. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29761251>

5. Козлов, А.В. Влияние высококремнистых пород (диатомита, цеолита и бентонитовой глины) на активность олиготрофного и автохтонного микробного пула дерново-подзолистой почвы / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, И.П. Уромова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – №40. – С. 44-65. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30715287>

6. Козлов, А.В. Функциональность соединений кремния в почвах и их участие в формировании экологической устойчивости почвенно-поглощающего и почвенно-биотического комплексов / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, И.П. Уромова // Сборник научных трудов по материалам Международной экологической конференции «Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития, Краснодар. – 2020. – С. 294-298. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42768921>

7. Эффективность цеолита, в том числе обогащенного аминокислотами и карбамидом, в системе удобрения сои / Н.Г. Захаров, А.Х. Куликова, Н.А. Хайртдинова, А.В. Карпов // В сборнике: фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем возделывания зерновых бобовых культур. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Памяти ректора Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина (2004-2019 гг.), Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного работника агропромышленного комплекса России, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Дозорова Александра Владимировича. Ульяновск, 2020. – С. 49-54. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43081708>

8. Куликова, А.Х. Влияние кремнийсодержащих препаратов на питательный режим чернозема выщелоченного, урожайность и качество продукции сахарной свеклы / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин // В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. – 2020. – С. 12-16. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43101435>

## ОЦЕНКА СВОЙСТВ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ ВЯТСКО-КАМСКОЙ ПОЧВЕННОЙ ПРОВИНЦИИ

**Белых Алина Дмитриевна** – студент 1 курса магистратуры кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, Россия

**Научный руководитель: Гилёв Виталий Юрьевич** – кандидат с.х. н., доцент ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, Россия

Почва является опорным субстратом для древесно-кустарниковых пород и источником снабжения растений элементами питания. Химические и физические свойства почвы оказывают большое влияние на растения [6].

По данным Ф.Н. Милькова [4] Вятско-Камская почвенная провинция тянется в меридиальном направлении от верховий р. Вятки и Камы на север до широтного отрезка р. Камы.

**Объекты исследования.** Территории обследуемых питомников находятся на территории Пермского края и Удмуртской Республики, которые по физико-географическому и ландшафтному районированию расположены на западе и востоке Русской равнины в Западном и Среднем Предуралье соответственно, входят в южно-таёжную подзону Вятско-Камской почвенной провинции [1]. На территории ГБУ Яйвинского лесного питомника сформировались почвы дерново-неглубокоподзолистые среднепахотные среднесуглинистые на покровном суглинке. На территории ГКУ УР Игринского лесного питомника сформировались почвы дерново-неглубокоподзолистые среднепахотные легкосуглинистые на покровном суглинке.

**Методы исследования.** Агрохимические показатели исследуемых почв определялись по стандартным методикам.

**Оценка природных условий.** Исследуемые территории относятся к Вятско-Камской почвенной провинции таёжно-лесной зоны. Природные условия провинции в основном схожи. Особенностью климата Удмуртии является меньшее количество осадков [2-3].

**Морфологические особенности:** По морфологическим признакам почвенно-генетических горизонтов исследуемые почвы характеризуются развитым профилем, хорошо дифференцированы на генетические горизонты. Верхние горизонты выделяются ясно по цвету и структуре, в нижней части профиля переход постепенный по окраске и структуре.

Почва имеет среднесуглинистый гранулометрический состав на территории ГБУ Яйвинского лесного питомника и легкосуглинистый гранулометрический состав на территории ГКУ Игринского лесного питомника.

**Агрохимические свойства почв.** Опираясь на материалы почвенных исследований по каждому лесному питомнику, была проведена агроэкологическая оценка свойств почв и составлены картограммы основных агрохимических свойств почв, подтверждающих данные обследования. Для оценки агрохимических показателей почв использовались градации, разработанные в ленинградском НИИ лесного хозяйства [5], а также изложенные в работе [7]. Для выращивания лесных культур в питомниках наиболее благоприятными свойствами характеризуются почвы супесчаные и легкосуглинистые. Таким образом, на территории ГБУ Яйвинского лесного питомника можно порекомендовать такой прием как пескование.

Лучшими почвами для выращивания посадочного материала являются почвы с содержанием гумуса не менее 2-3%. По результатам исследований установлено, что содержание гумуса в почвах на территории изменяются от очень низкого до среднего значения, что удовлетворяют эдафическим особенностям хвойных пород (рис.1).

ГБУ Яйвинский лесной питомник

ГКУ УР Игринский лесной питомник

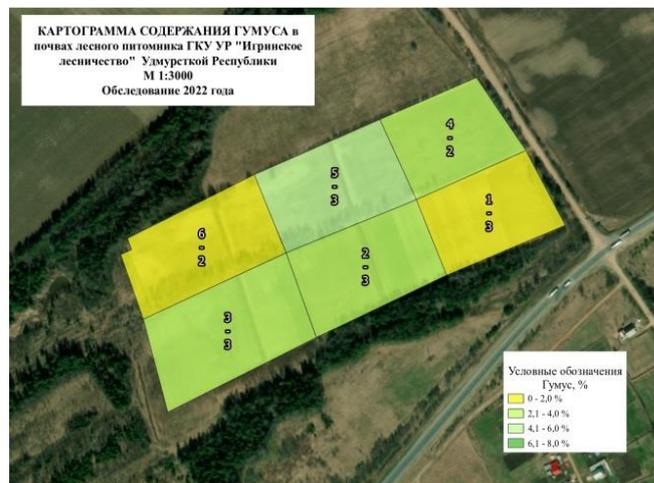


Рисунок 1. Картограмма содержания гумуса в %, в почвах лесных питомников

Оптимальному росту семян хвойных пород отвечает интервал реакции среды (рН<sub>KCl</sub>) 5,1 – 5,5 (в среднем 5,3). По данным рисунка 2 видно, что почвы имеют от очень сильнокислой до близкой к нейтральной реакцию среды, что не является оптимальной.

ГБУ Яйвинский лесной питомник

ГКУ УР Игринский лесной питомник

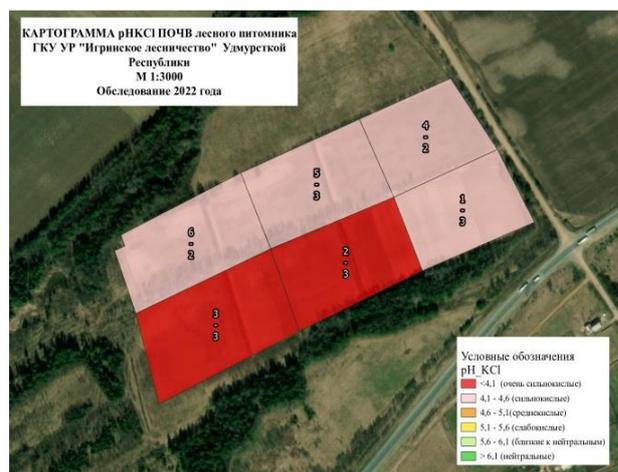
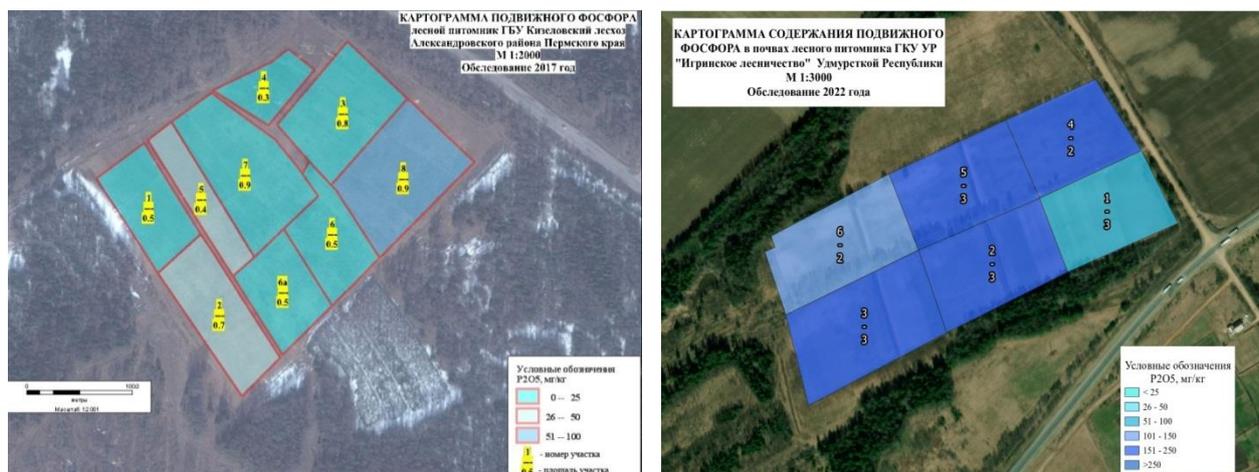


Рисунок 2. Картограмма рН<sub>KCl</sub> в почвах лесных питомников

Оптимальным содержанием подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) в почве при выращивании семян хвойных пород является интервал 150 мг/кг и выше. По данным рисунка 3 видно, что почвы ГБУ Яйвинского лесного питомника не отвечают лесорастительным свойствам хвойных пород, что нельзя сказать про содержания подвижного фосфора в почве ГКУ Игринском лесном питомнике, где его оно колеблется от повышенного до высокого.



**Рисунок 3. Картограмма содержания подвижного фосфора в мг/кг в почвах лесных питомников.**

**Заключение.** Исследуемые почвы лесных питомников находятся по геоботаническому районированию в южно-таежной зоне Вятско-Камской почвенной провинции и в значительной мере удовлетворяют эдафическим особенностям хвойных пород. На территориях не наблюдается продолжительной засухи. Исследуемые почвы характеризуются хорошо развитым профилем. Почвы сформировались на покровном суглинке. Почвы не имеют признаков водной эрозии и других деградационных процессов.

### Литература

1. Давыдова М.И. Физическая география СССР / М.И. Давыдова [и др.]. – М.: Просвещение, 1966. – 847 с.
2. Ижевская метеостанция – Удмуртской ЦГМС [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://udmpogoda.ru/page/meteostancii>. – дата обращения 13.06.2023.
3. Метеорологическая станция в г. Березники – Пермский ЦГМС [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://meteo.perm.ru/meteostantsii-permskogo-kрая>. – дата обращения 13.06.2023.
4. Мильков Ф.Н. Природные зоны СССР [Текст] / Ф.Н. Мильков. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : Мысль, 1977. – 293 с.
5. Технология выращивания посадочного материала в лесных питомниках таежной зоны: Практические рекомендации для районов Европейской части РСФСР / А.П. Яковлев и др. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1980. – 57 с.
6. Юреня А. В. Методика отбора среднего образца при анализе кислотности и гумуса в дерновоподзолистых почвах // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. 2009. Вып. XVII. С. 221–22.
7. Яковлев А.П., Костылева Е.В., Куликова В.К., Маркова И.А. и др. Система удобрения в севооборотах лесных питомников: практические рекомендации. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1980. – 48 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНДЕКСОВ ВЕГЕТАЦИИ В ПОЧВЕННОМ КАРТИРОВАНИИ, НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕЙ ХОЗЯЙСТВА В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Агеев Кирилл Дмитриевич**, магистр 2-го года обучения кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Прохоров Артём Анатольевич**, аспирант 2-го года обучения кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Минаев Николай Викторович** к.б.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Методы дистанционного зондирования (ДЗ) уже несколько десятилетий используются в почвенной картографии. Со временем, количество спутников и качество фотоаппаратуры позволило увеличить точность снимков и их доступность для широкого круга пользователей. Так, данная работа проводилась с использованием облачной платформы Google earth engine (GEE), которая позволяет проводить операции с данными на их сервере, нивелируя огромное количество проблем программно-технического характера [2, 4].

Для нужд почвенного картирования доступен прямой метод ДЗ – интерпретация отражательной способности почвы, и косвенный – использование, произрастающей на ней растительности для среднемноголетней оценки индекса вегетации. Каждый из данных методов дополняется полевыми обследованиями, где ставится задача соотнести полученные закономерности с почвенными контурами.

В данной работе, рассмотрен вариант использования индекса вегетации при уточнении контуров почвенного покрова, на примере полей хозяйства в Калужской области.

Целью работы являлась проверка эффективности использования индекса вегетации NDVI для нужд почвенного картографирования. Для достижения данной цели, решались следующие задачи: 1) построение среднемноголетних картосхем поля с показателем индекса вегетации 2) сопоставление неоднородностей карты с имеющимися точечными данными по почвенным разрезам 3) дать оценку зависимости: индекс вегетации – структура почвенного покрова исследуемых участков.

Первоначальную основу выбора точек почвенного обследования составляли: набор мультиспектральных снимков (Sentinel-2), цифровая модель рельефа (данные SRTM). Количество гектар на точку – 12,7, что в условиях слабой дифференциации почвенного покрова (почвенная карта хозяйства, 1979 г.) Бабынинского района Калужской области, позволяет достаточно точно охарактеризовать почвенный покров.

В работе использовался ряд классических методов: сравнительно географический, метод почвенных ключей, метод дистанционного зондирования.

В ходе полевого этапа были проанализированы разрезы, полуразрезы и буровые скважины с целью выявления таксономических единиц почв (табл. 1).

Почвенный покров хозяйства состоит преимущественно из комбинаций серых лесных слабосмытых-намытых и светло-серых лесных слабосмытых намытых на покровных средних суглинках с очаговыми включениями дерново-подзолистых почв среднепахотных слабоподзолистых и серых лесных поверхностно-глееватых средне мощных и мощных намытых на покровных суглинках.

Далее, эти данные сравнивались с картой варьирования индексов вегетации, полученной при помощи обработки 20 снимков со спутника Sentinel-2A за период с 2016 – 2022 год 5-8 календарные месяцы (наиболее активной стадии вегетации культур) (рис. 1).

Стоит отметить, что перед любым таким анализом, стоит исключить все факторы, влияющие на отражательную способность того или иного участка:

- 1) провести фильтрацию снимков по облачности;
- 2) исключить снимки, где поля не используются (оставлены на пар);
- 3) обратить внимание на фактор неравномерной уборки урожая, а также посева семян;

4) исключение участка поля в один из периодов.

Все приведенные выше аспекты позволяют повысить точность и корректность исследования.

Таблица 1

№ точки	Индекс	Полное название точки
	Л2 ** сПс↓	Серая лесная поверхностно-глееватая мощная среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л Пгл *** сПс	Серая лесная поверхностно-глееватая мощная среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л Пгл *** сПс	Серая лесная среднемогущая слабосмытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс↓	Серая лесная среднемогущая слабосмытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс↓	Серая лесная среднемогущая слабосмытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс↓	Серая лесная среднемогущая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс	Серая лесная среднемогущая слабосмытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс↓	Серая лесная среднемогущая сильносмытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс↓↓	Дерново-подзолистая глубокопахотная мелкоподзолистая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Пд ***/2 сПс	Дерново-подзолистая среднепахотная слабоподзолистая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Пд **/1 сПс	Серая лесная среднемогущая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс	Серая лесная поверхностно-глееватая мощная среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 Пгл *** сПс&	Серая лесная среднемогущая слабосмытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс↓	Серая лесная среднемогущая среднесмытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс↓↓	Серая лесная среднемогущая среднесмытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс↓ ↓	Серая лесная среднемогущая намытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 ** сПс&	Серая лесная поверхностно-глееватая среднемогущая намытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках
	Л2 Пгл ** сПс&	Серая лесная поверхностно-глееватая среднемогущая намытая среднесуглинистая на покровных средних суглинках

↓ - слабосмытая, ↓↓ - среднесмытая, \*\* - среднемогущая, \*\*\* - мощная, & - намытая

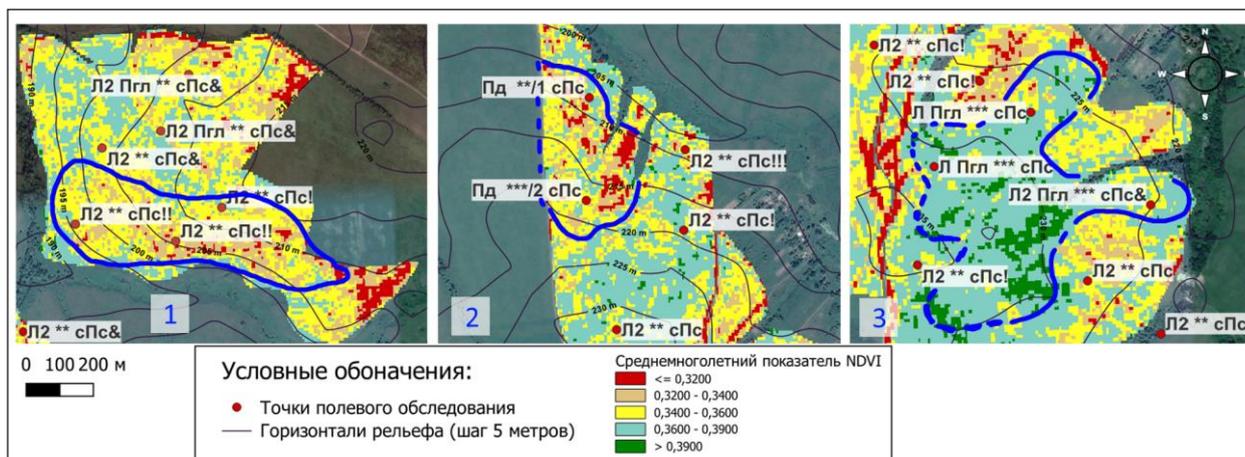


Рисунок 3 – Пространственная дифференциация среднегодового индекса NDVI на 3-х участках хозяйства

При визуальном сравнении методом наложения данных о почвах в точках обследования, с распределением значений индекса (NDVI), можно выделить три области относительной закономерности таксономического названия почвы со значением отклика (значение вегетационного индекса ВИ [3]).

Например, в случае под номером 1, удается заметить, что в южной части поля существует комбинация слабо и среднесмытых серых-лесных среднесмошных почв, концентрируемых в областях с показателем индекса вегетации от 0,32 до 0,36, что позволяет условно выделить контур, показанный синим цветом. Такие закономерности пространственного распределения почв по смытости также отлично демонстрирует рельеф местности, который легко можно получить (разрешение 10 метров) в проект из открытых источников, однако, если со склонами проблем не возникает, то зачастую, такое разрешение не позволяет отобразить блюдца, мелкие лощины и ложбины, что может помешать и дать неверное представление о перепадах высот, без дополнительного полевого обследования или использования более дорогих методов для получения карты рельефа с высоким разрешением.

Во втором случае, на северо-востоке выделенного поля, было обнаружено включение дерново-подзолистых средне и глубокопахотных, мелко и слабоподзолистых почв, что весьма четко коррелирует с областью, где значение индекса составляет менее 0,36.

Третий пример позволяет выделить полугидроморфный участок с комбинацией серо-лесных поверхностно-глееватых мощных и среднесмошных смытых – намывных почв. Как заметно из рисунка, в данном случае изолинии рельефа не позволяют сделать вывод о повышенном гидроморфизме на данном участке.

Таким образом, частично обобщая вышеизложенное хочется отметить:

1. Индексы вегетации, а в частности NDVI может дополнить пул инструментов, используемых почвоведом при почвенном картировании, однако стоит внимательно выбирать набор данных, исключая изображения с цифровым браком (битые пиксели, облачные искажения), ошибки, связанные с технологическими операциями на полях вносящими определённые искажения в данные (неравномерные посев и уборка, не вовлечение части поля в оборот и т.д.) и другие.

2. Облачная платформа Google Earth engine – отличный инструмент для удобной работы с большими данными, использование ресурсов которого позволит повысить уровень почвенной картографии в нашей стране.

### Литература

1. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. – 225 с.
2. Минаев, Н. В. Цифровая модель почвенно-ландшафтных связей Владимирского ополья: специальность 03.02.13 "Почвоведение" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Минаев Николай Викторович. – Москва, 2020. – 149 с. – EDN BSXWNY.
3. Черепанов, А.С. Вегетационные индексы // А.С. Черепанов / ГЕОМАТИКА. – №2. – 2011. – с. 98-102/ ISSN: 2410-6879
4. Noel Gorelick, Matt Hancher, Mike Dixon, Simon Iyushchenko, David Thau, Rebecca Moore, Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, Remote Sensing of Environment, Volume 202, 2017, Pages 18-27, ISSN 0034-4257, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ДЕСТРУКЦИИ ОТХОДОВ ОТРАСЛИ ПЕНЬКОПРОИЗВОДСТВА

**Рыбкин Илья Дмитриевич**, студент института агrobiотехнологии, бакалавр, четвертый курс обучения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

**Научный руководитель: Григорьева Марина Викторовна** - доцент кафедры химии, к. пед. н., ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева.

Важной проблемой в современном производстве конопляной и льняной продукции является переработка отходов, получаемых при обработке сырья. Преимущественно этим отходом является костра, получаемая при мятке и трепании зеленца обрабатываемых культур. Наличие данного отхода является существенным недостатком, что требует его грамотной утилизации [1;2]. Одним из решений может послужить деструкция с его дальнейшим применением в полевых условиях.

В качестве технологий, с помощью которых могла бы быть осуществлена деструкция данного отхода, могут послужить такие технологические операции как пропаривание, вымачивание в высокоактивных химических агентах таких как концентрированный раствор КОН или микробиологическая дигестация [3]. Первые два метода являются достаточно дорогими, что обуславливает проблематику их массового применения. Поэтому весомой альтернативой для ранее описанных методов может послужить такой как микробиологическая деструкция, возможность которую осуществить высока вследствие легкодоступности необходимых материалов. В процессе исследования нами были апробированы несколько методов, в числе которых была микробиологическая деструкция с использованием бактериальной культуры конского концентрата и культура гриба-деструктора *trichoderma harzianum*. Данные биологические агенты способны осуществлять микробиологическую деструкцию несколькими путями [4;5]. В первую очередь, это ферментативное расщепление. С этим наилучшим образом справляются целлюлозолитические бактерии, способные за счет выделения целлюлаз в среду обитания расщеплять такие крупногабаритные молекулы как целлюлоза и лигнин, являющихся одними из существенных компонент перерабатываемого сырья. Не менее эффективно справляется и *trichoderma harzianum*, способная производить деструкцию субстрата за счет высокоэффективных метаболитов  $\beta$ -1,4-глюкан-целлобиогидролаза и  $\beta$ -1,4-эндоглюканаза, стимулирующих деградацию крупномолекулярных структур до их образующих мономеров. На основе данных явлений, были составлены технологические схемы для производства нескольких типов почвенных препаратов, которые описаны ниже [6;7].

1. Почвоулучшающее средство из дигестата. Одной из наиболее эффективных новаторских технологий в получении деструктурированного материала является дигестация. Процесс дигестации проходит строго в анаэробных условиях, в связи с тем, что используется специальная культура бактерий-анаэробов, выделенных из конского концентрата. Важной чертой данного метода является эффект микробиологического разложения за счет вырабатываемых бактериями ферментов-целлюлаз, способных разлагать крупномолекулярные соединения. [8]. Особой эффективностью препарат может обладать на пропашных культурах, вследствие высокой степени разложения лигнин-содержащих агрегатов, что обуславливает формируемую препаратом почвенную пористость.

2. Почвоулучшающий препарат на основе аэробной деструкции. Для данного типа деструкции используется конский концентрат, при этом комплекс бактерий-деструкторов, участвующих в разложении растительного материала, сильно отличается. Здесь в гидролиз крупных молекулярных соединений вступают бактерии-анаэробы, способные в присутствии кислорода разлагать не менее эффективно крупные молекулярные соединения за счет собственных ферментов. В ходе получения препарата было обнаружено что он обладает высокой рассыпчатостью, что способствует образованию микрокапилляров в почве и обуславливает его высокую эффективность на культурах сплошного сева [9;10].

3. Почвоулучшающее средство на основе *trichoderma harzianum*. Помимо деструктурирующих свойств бактерий, полученных из конского концентрата, подобными обладает гриб *trichoderma harzianum*. Биологический агент способен разлагать крупные растительные отделимости за счет собственных метаболитов. Препарат наиболее хорошо работает на культурах сплошного сева, что обуславливается формированием им большого количества микроагрегатов, способных поддерживать высокую пористость почвы на протяжении практически всего вегетационного периода [11].

4. Почвоулучшающий препарат на основе бактериальной культуры и готового субстрата. Данный препарат, несмотря на существенные различия с предыдущими, также разработан на основе бактериальной культуры. Одним из важнейших отличий по сравнению с предыдущими версиями является использование готового почвогрунта в качестве необходимой компоненты. Его использование обуславливает высокую скорость взаимодействия препарата с почвой, в которую он был внесен. Препарат не отличается по принципу приготовления от варианта с аэробной деструкцией, в котором также используется суспензия, полученная из конского концентрата. Существенным отличием также является то, что в процессе его приготовления появляется ряд новых бактерий, способных существенно повысить микробиологическое разнообразие. В составе почвенной микробиоты присутствуют также ризосферные азотфиксирующие бактерии, обуславливающие усвоение азота в почве и его резервацию до посева основной культуры.

Результаты анализа на различие в микроагрегатном составе. При проведении лабораторной апробации почвенных препаратов одной из наиболее важных характеристик является их способность образовывать почвенные агрегаты. В зависимости от того, какое количество агрегатов определенных фракций образуется при внесении каждого препарата, различается образуемая ими пористость и количество капилляров. С целью проведения анализа использовались сита с диаметрами отверстий 5 мм, 2 мм, 0,4 мм, 0,355 мм, 0,315 мм и 0,25 мм. Для дальнейшего анализа использовались аналитические весы, на которых был определен вес каждой фракции. В таблице обозначения идут соответственно: 1. Почвоулучшающее средство на основе метода дигестации. 2. Почвоулучшающее средство на основе аэробной деструкции. 3. Почвоулучшающее средство на основе *Trichoderma harzianum*. 4. Почвоулучшающее средство на основе бактериальной культуры и готового субстрата.

Таблица

**Результаты анализа микроагрегатного состава препаратов**

№	Диаметр просеянной фракции, мм	Масса фракции, г			
		1	2	3	4
1	>5	33,0	20,0	26,6	35,0
2	5-2	35,0	25,1	15,0	32,2
3	2-0,4	15,0	20,6	23,7	10,0
4	0,4-0,355	2,1	10,8	12,6	12,0
5	0,355-0,315	2,5	6,0	5,1	4,1
6	0,315-0,25	3,7	6,9	4,8	4,0
7	<0,25	8,7	10,6	12,2	2,7
	Общее	100	100	100	100

Выводы. В результате проведения анализа было выявлено, что содержание агрономически ценной фракции размером 0,25 мм наиболее высоко в почвоулучшающем средстве на основе *Trichoderma harzianum* (12,2 г). На последнем месте по этому показателю оказалось почвоулучшающее средство на основе бактериальной культуры и готового субстрата (2,7 г). Данная фракция является агрономически ценной вследствие ее содержания илстой и коллоидной фракций, ответственных за накопление подвижных форм фосфора и калия. При этом по количеству фракции, определяющей формирование капиллярной пористости (2,0-0,4 мм) лидирует также препарат на основе *trichoderma harzianum*, на последнем месте оказался препарат на основе бактериальной культуры и готового субстрата.

### Литература

1. Рыбкин И.Д. К вопросу о целесообразности органического земледелия на территории России // Рыбкин И.Д., Манаенков А.О., Григорьева М.В. // Современная школа России. Вопросы модернизации. 2022. № 2-1 (39). С. 36-39.
2. Рыбкин И. Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВОГРУНТОВ С ВКЛЮЧЕНИЕМ КОСТРЫ КОНОПЛИ // НАУКА МОЛОДЫХ 2022. – 2022. – С. 96-101.
3. Рыбкин И.Д. Условия рационального использования химических средств защиты и минеральных удобрений в органическом сельском хозяйстве / Рыбкин И.Д., Григорьева М.В. // Аграрный вестник Нечерноземья. 2022. № 2 (6). С. 22-31.
4. Рыбкин И.Д., Карачанский Ю.А. Технология производства компоста на основе тресты конопляного сырья с использованием биодеструктора *trichoderma viride* // Эколого-физиологические аспекты формирования агро- и биоценозов. Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной памяти профессора М. Н. Кондратьева. Москва, 2022. С. 197-199.
5. Рыбкин И.Д. Получение компоста с использованием костры конопли и бактериальной культуры на основе конского концентрата // Эколого-физиологические аспекты формирования агро- и биоценозов. Сборник трудов, приуроченных к Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной памяти профессора М. Н. Кондратьева. Москва, 2022. С. 194-196.
6. Григорьева М.В., Белопухов С.Л. Аспекты химической подготовки кадров для органического земледелия. Профессиональное образование в современном мире. 2021. Т. 11. № 3. С. 154-165.
7. Белопухов С.Л., Трухачев В.И., Григорьева М.В. Защитно-стимулирующие комплексы растений для органического сельского хозяйства как объект исследований и обучения. Современные достижения селекции растений - производству. Материалы Национальной научно-практической конференции. Ижевск, 2021. С. 17-21.
8. S.L. Belopukhov, M.V. Grigoryeva, I.I. Dmitrevskaya and A.V. Zhevnerov. Agroecological approach to quality assessment of organic aromatic products. International Conference “Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic” (EFSC2021). «Web of Conferences», Vol. 282. (2021) <https://www.e3s-conferences.org/>
9. Marina Grigoryeva, Sergey Belopukhov, Inna Dmitrevskaya, Inga Seregina. “Green” Chemistry as the Basis for Development of the Philosophy of Sustainable Education in an Agricultural University. Proceedings of the Second Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2021).
10. Свечникова Т. М. Органическое сельское хозяйство: сущность и тенденции развития // Московский экономический журнал, 2019, №8.
11. Дридигер В.Н. Технология No-till и допускаемые при её освоении ошибки // Сельскохозяйственный журнал, 2018, №1.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ С ЗАДАННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПЛОДОРОДИЯ

**Малахов Артемий Александрович**, студент 3 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич**, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Актуальность темы исследования определена развитием рынка почвогрунтов Московского региона. Расширение территории мегаполиса диктует повышенные требования к качеству и количеству многокомпонентных почвенных грунтов. Многие авторы научных исследований отмечают, что экономически целесообразно для создания почвогрунтов использовать компоненты местных отложений горных пород [1,2,3,4,5].

Целью научно-исследовательской работы являлась разработка рецептуры для приготовления плодородных почвогрунтов различных категорий и оценка их свойств с точки зрения применения в сельском и городском хозяйстве.

В соответствии со свойствами исходных компонентов были предложены варианты рецептуры почвогрунтов, предназначенных для следующих групп культур: рассада овощных и декоративных культур; товарные овощи (в том числе тепличные) и комнатные цветы; грунт для засыпки посадочных ям плодовых и декоративных (кроме хвойных) деревьев и кустарников; газонных трав.

В задачи исследования входило: проведение лабораторных исследований образцов исходных компонентов почвогрунтов с определением их физико-химических, агрохимических и физических свойств, а также показателей безопасности, разработка рецептур почвогрунтов из представленных исходных компонентов для выращивания различных групп сельскохозяйственных и декоративных культур: рассады овощных и цветочных культур; товарных овощных культур и комнатных цветов; плодовых и декоративных деревьев и кустарников (почвогрунт для засыпки посадочных ям); газонных трав, приготовление 10 вариантов почвогрунтов, предназначенных для вышеуказанных целей.

Далее будут рассматриваться свойства почвогрунтов для рассады овощных и цветочных культур (1) и для газонных трав (2).

По исследованным показателям все варианты приготовленных почвогрунтов соответствуют ГОСТ Р 53381-2009 «Почвы и грунты. Грунты питательные. Технические условия». Варианты, предназначенные для закладки газонов, по исследованным показателям соответствуют Постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. №514-ПП «Об утверждении методических рекомендаций и требований по производству компостов и почвогрунтов, используемых в г. Москве».

Таблица 1.1

## Величина рН и удельная электропроводимость

№	рН <sub>КСl</sub>	рН <sub>водн.</sub>	Удельная электропроводимость, мкСм/см <sup>2</sup>
1	6,58	7,32	82
2	6,88	7,45	77

Таблица 1.2

## Содержание и групповой состав органического вещества

№	Содержание органического вещества (потеря от прокаливания), %	Состав гумуса по Кононовой - Бельчиковой		
		С вытяжки, %	С гк, %	С фк, %
1	31,1	7,4	5,1	2,3
2	10,1	3,6	2,4	1,2

Таблица 1.3

**Макроэлементы питания растений (общее содержание, содержание доступных форм)**

№	Общий азот, %	Аммонийный азот (N-NH <sub>4</sub> ), мг/кг	Нитратный азот (N-NO <sub>3</sub> ), мг/кг	Общий фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), %	Подвижный фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), по Кирсанову, мг/кг	Общий калий, %	Подвижный калий (K <sub>2</sub> O), по Кирсанову, мг/кг
1	1,08	31,22	12,16	3,41	91,99	0,51	68,1
2	0,55	27,42	9,67	2,11	72,08	0,38	99,0

Таблица 1.4

**Содержание подвижных форм микроэлементов и тяжелых металлов в почвогрунтах**

№	мг/кг										
	Кальций	Магний	Железо	Марганец	Цинк	Медь	Кобальт	Кадмий	Молибден	Бор	Мышьяк
1	53	38	31	30	1,1	1,3	1,4	0,05	0,11	0,12	0,1
2	52	34	31	26	1,6	2,2	1,4	0,03	0,12	0,12	0,2

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что все компоненты обладают благоприятными свойствами; признаки загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами отсутствуют. Возможно использование компонентов для приготовления почвогрунтов, рассматриваемых как отходы проведения вскрышных работ при добыче полезных ископаемых. В соответствии со свойствами исходных компонентов были предложены два варианта рецептуры почвогрунтов, предназначенных для следующих разных групп культур.

**Литература**

1. Агроэкологическая оценка уплотнения почв / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. В. Гукалов, К. С. Бородин // Плодородие. – 2021. – № 1(118). – С. 54-56. – DOI 10.25680/S19948603.2021.118.15.
2. Агроэкологические требования к почвам и грунтам крупных городов / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков [и др.]. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 34 с.
3. Ганжара, Н. Ф. Практикум по почвоведению / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2012. – 285 с. – ISBN 978-5-9675-0766-3.
4. Информационно-энергетическая оценка создания почв с заданными свойствами / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. Д. Наумов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53). – DOI 10.51419/202125506.
5. Оценка потребности растений в элементах питания с использованием принципов обратной связи / В. И. Савич, В. Д. Наумов, И. И. Тазин [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 4(52). – DOI 10.51419/202124404

# ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ЗЕРНОГРАДСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ АГРОЛАНДШАФТА

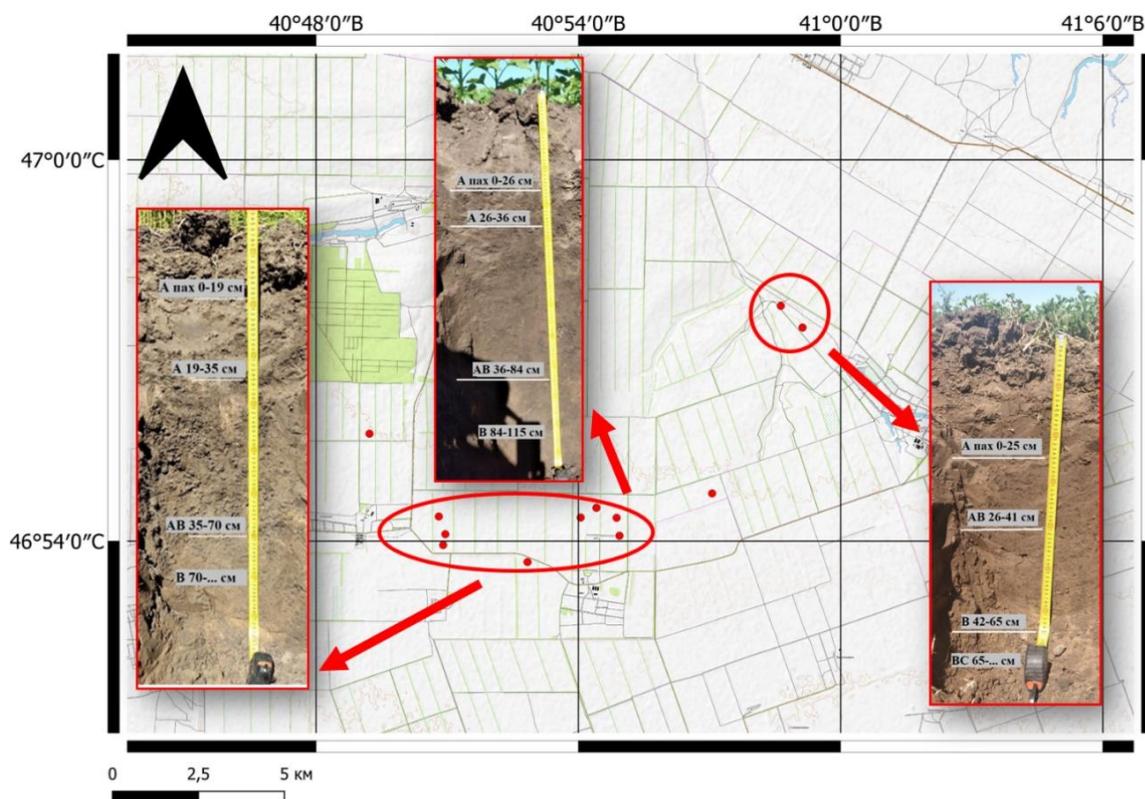
**Котюн Дарья Николаевна**, студентка 1 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МХСХА имени К.А. Тимирязева.

**Прохоров Артём Анатольевич**, аспирант 2 г.о. кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МХСХА имени К.А. Тимирязева.

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич.**, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения.

В условиях агроландшафтов, почвы, которые отличаются на определенных уровнях таксономических единиц классификации, будут характеризоваться различными уровнями кислотности, способностями к переуплотнению, а также обеспеченностью элементами минерального питания. Это в первую очередь связано с комбинациями внутренних стабилизирующих, и внешних деструктивных природных и техногенных факторов [1, 4]. В частности, баланс между накоплением и потерями гумуса в черноземных почвах часто бывает нарушен, что сказывается на их гумифицированности. Одной из форм антропогенной деградации почв является дегумусирование, проявляющееся в снижении содержания и ухудшении качества почвенного органического вещества, а также в уменьшении мощности гумусированной толщи [3]. Именно поэтому необходима разработка моделей оценки состояния, которые бы учитывали наиболее важные показатели, отражающие генетические и агрономические особенности почв на региональном уровне.

В рамках данной работы проводилась оценка агрохимического состояния черноземов, функционирующих в условиях агроландшафта. Для проведения исследований, в восточной части зерноградского района был выделен ряд участков (рис.1).



**Рисунок.1** План расположения точек отбора

Объекты исследования – пахотные и гумусовые горизонты обыкновенных (предкавказских) черноземов, их смытых аналогов, сформированных на склонах крутизной

более 2° и луговато-черноземных почв. Исследуемые почвы условно были поделены три группы по степени смытости и гидроморфности. К представителям первой плакорной группы отнесены черноземы обыкновенные предкавказские; ко второй слабоэрозионной группе были отнесены – черноземы обыкновенные предкавказские слабосмытые и третья слабополугидроморфная группа это – луговато-черноземные почвы.

Общее количество точек отбора составило 17 шт. Пробы были отобраны из почвенных разрезов в рамках проведения почвенно-ландшафтного обследования территории предприятия ЗАО «СКВО» в июне 2022 г. Почвы были классифицированы по принадлежности к трем агроэкологическим группам, исходя из степени смытости и уровня переувлажнения согласно методике агроэкологической оценки земель [2].

Перечень определяемых в лаборатории агрохимических показателей включал в себя: измерение  $pH_{H_2O}$  при соотношении почва-раствор 1:5, содержание бихромат окисляемого углерода методом Тюрина в модификации Симакова, содержание подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  по методу Мачигина, определение обменных катионов Ca, Mg и Na, определение перманганат-окисляемого углерода при использовании  $KMnO_4$  в концентрации 0,02 н [3].

Полученные данные позволили сделать ряд выводов:

1. Почвенные горизонты обладают удовлетворительным питательным режимом. Лимитирующим фактором для большинства почв является дисбаланс по содержанию подвижного фосфора и низкое содержание органического вещества.

2. Оптимальный уровень  $pH_{H_2O}$  отмечался преимущественно в группе луговато-черноземных почв, на плакорных и слабоэрозионных группировках за счет большего количества новообразований карбонатов уровень  $pH_{H_2O}$  попадал преимущественно в диапазон значений 8,00-8,20 ед.

3. Содержание бихромат-окисляемой фракции в среднем было идентично на каждой из групп и не выходило за пределы одного доверительного интервала, однако по уровню содержания перманганат-окисляемой фракции группа луговато-черноземных почв при среднем содержании данной фракции 782 мг/кг в пахотном горизонте превосходила обыкновенные чернозёмы и их смытые аналоги фактически на 30-35% при среднем содержании 546 мг/кг и 602 мг/кг соответственно.

4. Содержание обменных форм фосфора и калия при высоких уровнях обеспеченности (V-VI класс) никак не зависело от принадлежности почвы к агроэкологическим группам и по всей видимости завышенные фоновые значения являются следствием функционирования почв в производственных условиях.

5. По обеспеченности обменными формами кальция и магния, исследуемые почвы близки друг к другу (на уровне 40-50 ммоль/100 г почвы и 6-7 ммоль/100г соответственно), что является оптимальным для данного региона. По содержанию обменного натрия, проявления осолонцевания не обнаружено.

## Литература

1. Борисов, Б. А. Сравнительная оценка состояния органического вещества и физических свойств чернозема обыкновенного при традиционной и нулевой обработке / Б. А. Борисов, Д. О. Рогожин, О. Е. Ефимов // Агрохимический вестник. – 2020. – № 3. – С. 7-10.

2. Кирюшин, В. И. Разработка и проектирование адаптивно-ландшафтных система земледелия в различных природно-сельскохозяйственных зонах / В. И. Кирюшин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2002. – № 1. – С. 36-53. – EDN WCGNDX.

3. Котюн, Д.Н. Анализ состояния гумусированности чернозёмных почв Ростовской области Зерноградского района / Д.Н. Котюн, А.А. Прохоров, О.Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего: Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01-15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 70-73.

4. Kuzyakov Y/, Gunina A., Zamanian K. [et al.] /New approaches for evaluation of soil health, Sensitivity and Resistance to degradation / // Frontiers of Agricultural Science and Engineering. – 2020. – No. 6/н. – P. 1-7. – DOI 10.15302/j-Face-2020338. – EDN SEVVBL.

## **ВАРИАТИВНОСТЬ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ**

**Корнев Илья Алексеевич**, студент 3 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич**, К.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Сохранение плодородия почв является важной современной задачей общества. Однако существует объективные трудности его поддержания. В работах многих научных исследований находит подтверждение возможность сохранения плодородия природно-антропогенных ландшафтов за счет искусственных педосред и почвоподных тел, а в частности почвогрунтов. Также, следует отметить, экономическую целесообразность использования «местных» компонентов при создании и их производстве [1,2,3,4,5].

Целью научно-исследовательской работы являлось изучение агрохимических и физико-химических свойств при моделировании почвогрунтов. В качестве базовых компонентов для составления почвогрунтов использованы гумусовый горизонт почв дерново-подзолистой почвы вскрышного участка карьера «Михайловское» Рузского района Московской области, низинный торф месторождение «Юховское» Рузского района Московской области и песок месторождение «Орешкинское» Рузского района Московской области, известь пушонка.

В компонентах почвогрунтов проведено определение: массовой доли влаги, по ГОСТ 11305-83; потеря от прокаливания, по ГОСТ 27784-88; органическое вещество по ГОСТ 26213-91; содержание гуминовых и фульвокислот по Кононовой и Бельчиковой; гранулометрический состав по Н.А. Качинскому; Агрегатный состав по Н.И. Саввинову; микроагрегатный состав по Н.А. Качинскому; рН водной суспензии по ГОСТ 26423-85; рН солевой суспензии по ГОСТ 26483-85; удельной электрической проводимости по ГОСТ 26423-85; содержание азота общего, по ГОСТ 26715-85; содержание фосфора общего, по ГОСТ 26717-85; содержание калия общего, по ГОСТ 26718-85; аммонийный азот, по ГОСТ 26489-85; нитратный азот по ГОСТ 26488085; фосфор подвижный по ГОСТ 26207-85; калий подвижный по ГОСТ 26207-85; содержание микроэлементов и тяжелых металлов, валовое (кремний, магний, марганец, медь, мышьяк, никель, стронций, титан, цинк, свинец, кобальт, железо), по МВИ №2420/69-2004, РФА; содержание микроэлементов и тяжелых металлов, подвижные формы (кальций, магний, железо, марганец, цинк, медь, кобальт, кадмий, молибден, бор) по РД 52.18.289-90; удельная активность радионуклидов (искусственные радионуклиды 137 Cs, 90 Sr; естественные радионуклиды 226 Ra, 232 Th, 40 K) по ГОСТ 30108-94; показатели насыпной плотности, плотности твердой фазы, общей пористости, капиллярной влагоемкости

В результате исследований установлено, что все компоненты обладают благоприятными агрохимическим и агрофизическими свойствами, признаки загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами отсутствуют.

В соответствии со свойствами исходных компонентов были предложены варианты рецептуры почвогрунтов, предназначенных для следующих групп культур: товарные овощи и комнатные цветы (вариант смеси № 1) и грунт для засыпки посадочных ям плодовых и декоративных (кроме хвойных) деревьев и кустарников (вариант №2).

Предлагаемые рецептуры почвогрунтов, для использования в различных целях (весовые соотношения). Вариант почвогрунта № 1 в объемных процентах: котлованный грунт

(торф низинный) – 43%, плодородный грунт (гумусовый слой) – 28%, песок – 29%. Вариант почвогрунта № 2 в объемных процентах: котлованный грунт (торф низинный) – 43%, плодородный грунт (гумусовый слой) – 13%, песок – 44%. Количественные показатели почвогрунтов представлены в таблице №1.

Таблица 1

**Агрохимические и агрофизические свойства модельных почвогрунтов**

Наименование показателей	Почвогрунт «Товарные овощи и комнатные цветы»	Почвогрунт для засыпки посадочных ям плодовых и декоративных деревьев и кустарников
рН солевой суспензии	6,48	6,89
рН водной суспензии	7,29	7,55
Удельная электропроводимость, мкСм/см <sup>2</sup>	92	73
Содержание органического вещества (потеря от прокаливания), %	20,5	12,4
С гк, %	4,2	2,8
С фк, %	1,9	1,3
Общий азот, (N)%	0,9	0,7
Общий фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), %	2,9	2,2
Общий калий, %	0,4	0,3
Содержание влаги, %	16,9	15,3
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,80	0,97
Плотность твердой фазы, г/см <sup>3</sup>	2,12	2,37
Общая пористость, %	62,3	59,1
Капиллярная влагоемкость, %	38,3	30,6

Результаты исследования содержания подвижных форм тяжелых металлов и микроэлементов представлены в таблице 2

Таблица 2

**Содержание подвижных форм микроэлементов и тяжелых металлов в почвогрунтах**

Варианты почвогрунтов	мг/кг										
	Кальций	Магний	Железо	Марганец	Цинк	Медь	Кобальт	Кадмий	Молибден	Бор	Мышьяк
Почвогрунт «Товарные овощи и комнатные цветы»	43	29	26	30	1,3	2,2	1,6	0,03	0,17	0,14	0,1
Почвогрунт для засыпки посадочных ям плодовых и декоративных деревьев и кустарников	49	35	29	28	1,3	2,3	1,5	0,03	0,12	0,10	0,2

Результаты агрегатного анализа модельных почвогрунтов представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Размеры и доля агрегатов модельных почвогрунтов**

Варианты почвогрунтов	Размер фракций, мм, содержание, %								
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
Почвогрунт «Товарные овощи и комнатные цветы»	-	-	-	11,2	7,6	4,6	14,6	11,4	50,6
Почвогрунт для засыпки посадочных ям плодовых и декоративных деревьев и кустарников	-	-	-	9,2	6,3	3,3	6,1	23,2	51,9

По исследованным показателям все варианты приготовленных почвогрунтов соответствуют ГОСТ Р 53381-2009 «Почвы и грунты. Грунты питательные. Технические условия». Варианты, предназначенные для закладки газонов, по исследованным показателям соответствуют Постановлению Правительства Москвы от 17 июня 2008 г. №514-ПП «Об утверждении методических рекомендаций и требований по производству компостов и почвогрунтов, используемых в г. Москве».

Проведено исследование позволяют сделать вывод, что все компоненты обладают благоприятными свойствами, признаки загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами отсутствуют. Возможно использование анализируемых компонентов для приготовления почвогрунтов, рассматриваемые как отходы проведения вскрышных работ при добыче полезных ископаемых. В соответствии со свойствами исходных компонентов были предложены два варианта рецептуры почвогрунтов, предназначенных для следующих разных групп культур.

### Литература

1. Агроэкологическая оценка уплотнения почв / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. В. Гукалов, К. С. Бородин // Плодородие. – 2021. – № 1(118). – С. 54-56. – DOI 10.25680/S19948603.2021.118.15.
2. Агроэкологические требования к почвам и грунтам крупных городов / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 34 с.
3. Ганжара, Н. Ф. Практикум по почвоведению / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2012. – 285 с. – ISBN 978-5-9675-0766-3.
4. Информационно-энергетическая оценка создания почв с заданными свойствами / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. Д. Наумов [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53). – DOI 10.51419/202125506.
5. Оценка потребности растений в элементах питания с использованием принципов обратной связи / В. И. Савич, В. Д. Наумов, И. И. Тазин [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 4(52). – DOI 10.51419/202124404

## ОЦЕНКА СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АГРОЛАНДШАФТА

**Макарова Марта Павловна**, студентка 3 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Прохоров Артём Анатольевич**, аспирант 2 г.о. кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Котюн Дарья Николаевна**, студентка 1 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Научный руководитель: Ефимов О. Е.**, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения.

Характерное свойство почвы как природного тела – плодородие. Потенциальное плодородие почвы обусловлено внутренними (эндогенными) и внешними (экзогенными) факторами, а также деятельностью человека, направленной на их улучшение. Одной из современных задач почвоведения является углубленное изучение свойств почв и почвенных процессов. На данный момент исследования в основном направлены на разработку способов повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур [1].

Для оценки текущей ситуации чаще всего прибегают к диагностике элементов питания растений по большей степени в пахотных горизонтах. Сама же почва представляет собой сложную систему, состоящую из нескольких самостоятельных горизонтов, функционирующих в совокупности [1,3]. Рассматривая динамику показателей только в поверхностном слое почвы, можно упустить наличие или отсутствие трансформации минеральных компонентов почвы и относительного перераспределения химических элементов по почвенному профилю, что является ключевым моментом в определении преобладающего процесса почвообразования [1].

Цель работы – оценка профильного распределения различных агрохимических и агрофизических показателей качества профилей дерново-подзолистой почвы, находящейся до 2023 года в состоянии залежи, и светло-серой лесной почвы, активно используемой в пашне.

Объекты и методы исследования

Исследуемые образцы были отобраны из профилей почв (по горизонтам) в августе 2023 г. в Бабынинском районе Калужской области. Участок залежи представляют собой массив, введенный в оборот в 2022 г. До периода сентября 2023 г. участок находился в состоянии залежи и не использовался как пашня. Участок, почвенный покров которого представлен преимущественно серыми лесными почвами, активно использовался в пашне последние 7 лет.

На примере участков, расположенных на территории Калужской области, рассмотрена динамика показателей по горизонтам двух типов почв: дерново-подзолистой и серой лесной.

В рамках данной работы были рассмотрены следующие показатели качества: уровень рНКС1 и рНН2О; гидролитическая кислотность (Нг); содержание подвижных форм фосфора и калия, определяемых методом Кирсанова; содержание микроэлементов и тяжелых металлов, определяемое рентгенофлуоресцентным методом.

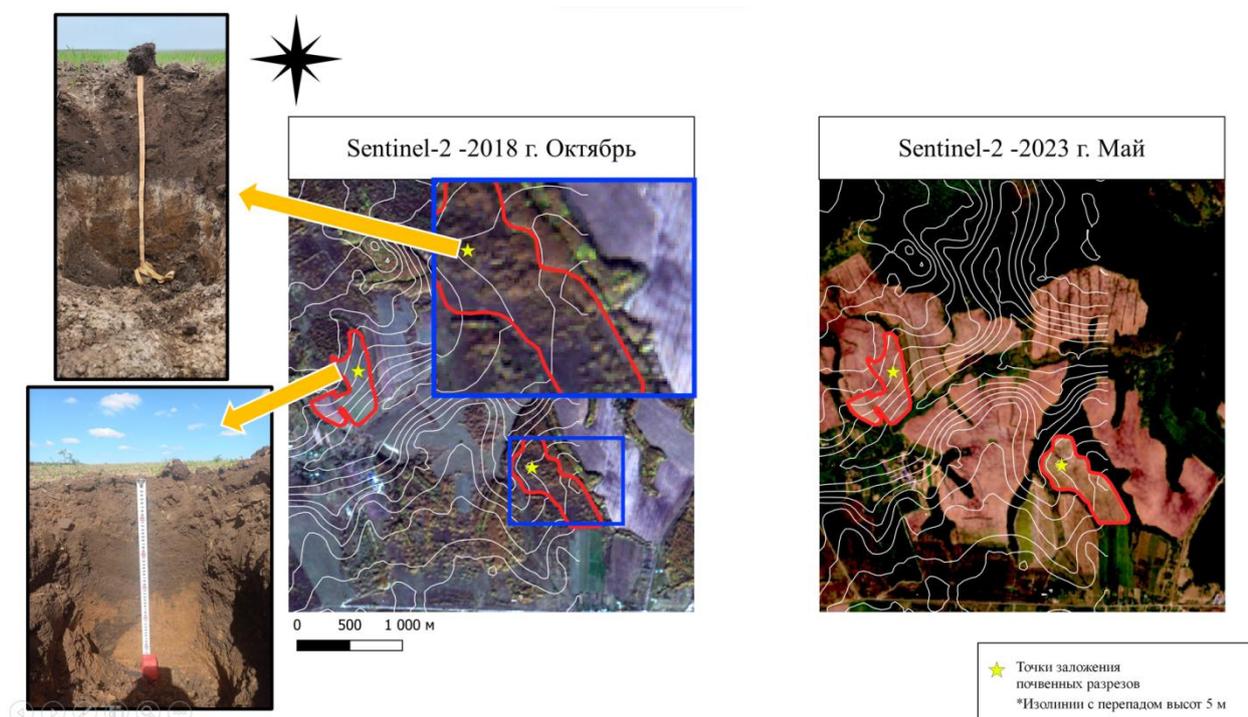


Рис.1 – Карта расположения участков

Графики распределения по профилю ряда показателей представлены на рисунке 2.

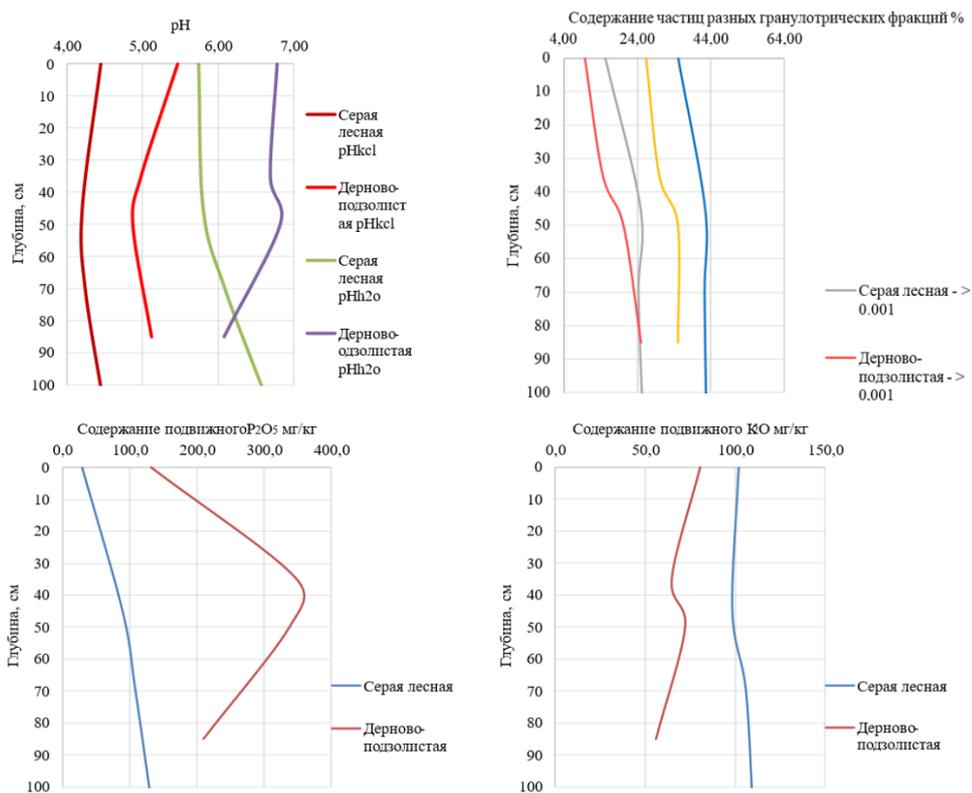


Рис.2 – Графики распределения по профилю ряда показателей качества

Было установлено, что по ряду показателей качества дерново-подзолистая почва, находящаяся долгое время в состоянии залежи, обладала лучшими свойствами в сравнении с серой лесной, активно используемой в пашне. В частности, по таким важным агрохимическим критериям как содержание подвижных форм фосфора, уровень кислотности, качество участка, занимаемого дерново-подзолистыми почвами, было выше. Однако общее структурное состояние было лучше именно у пахотного горизонта серной лесной почвы.

Стоит так же отметить, что по условиям тепло и влагообеспеченности участки идентичны, т.к. приурочены к склонам южной экспозиции крутизной 1-3°.

Интересными на наш взгляд кажутся и данные об обеспеченности почвы легкой фракцией ЛФ <1.6 г/см<sup>3</sup>. При проведении анализа с использованием иодида калия в качестве тяжелой жидкости по методике, предложенной в работе [2], было установлено, что для пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы содержание ЛФ было выше фактически на 75% при массовой величине 0.56% для участка залежи и 0.19% для участка агроландшафта. При этом содержание гумуса было фактически на одном уровне.

Таким образом, следует отметить, что на основании перечня агрохимических показателей эффективное плодородие будет выше на участке введённой в оборот залежи, почвенный покров которой частично представлен дерново-подзолистыми почвами.

### Литература

1. Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Индексная оценка степени выпаханности черноземов Предкавказской провинции/ Агрохимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-5. – DOI: 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN YWLHTG.
2. Прохоров А.А. Характеристика методов выделения фракций почвенного органического вещества и их использование для оценки гумусового состояния почв [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 6. –DOI: 10.51419/202126604.

3. Borisov B.A., Efimov O.E., Eliseeva O.V. [et al.] Organic matter of sod-podzolic soil after transition to a fallow state // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 июня 2021 года. – Ussurijsk, 2021. – P. 022022. – DOI <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1010/1/012108>

## ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ПОПУЛЯЦИЙ РОДОДЕНДРОНА ЖЁЛТОГО (*R. luteum* Sweet) НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

**Кашенко Григорий Алексеевич**, студент 2 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, сотрудник ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»

**Федотова Мария Сергеевна**, студент 2 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Прохоров Артём Анатольевич**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

В связи с изменением климатических условий на нашей планете происходит не только перераспределение осадков, но и изменение среднегодовых температур, почвенных условий [1]. Все протекающие на сегодняшний день изменения параметров среды в меньшей или большей степени сказываются на биогеоценозах, однако наиболее значительные изменения наблюдаются в горных экосистемах. Чувствительность таких сообществ в первую очередь обусловлена более низкими температурами, в которых они когда-то и сформировались [2].

Такие сообщества включают виды, имеющие широкую экологическую вариативность, благодаря которой они способны существовать и за пределами каких-то конкретных биотопов в пределах своего первичного ареала. Внутри рода *Rhododendron* одним из таких видов является рододендрон жёлтый *R. luteum*. Ареал данного растения пересекается с местами произрастания представителей того же рода - рододендронам понтийским *R. ponticum*, рододендронам кавказским *R. caucasicum* и т.д., однако обратная ситуация наблюдается реже, ввиду более узкого диапазона условий, в которых они способны произрастать. Ранее перечисленные таксоны в сопредельных странах находятся под охраной. На сегодняшний день не существует каких-либо источников, подробно описывающих динамику растительных сообществ Кавказа, под влиянием изменяющегося климата, в которых эти виды были бы широко представлены. Обнаруживается и довольно большое количество противоречивых данных и «белых пятен», связанных с условиями существования интересующего нас растения, в т.ч. и о почвах, на которых обозначенный объект способен произрастать. В связи с этим мы предприняли попытку по оценке различных параметров почв, так или иначе сказывающихся на составе растительности в изучаемых сообществах.

В рамках данного исследования проведён анализ климатических параметров в двух районах, территориально приуроченных к Сочинскому почвенному округу Западно-Закавказской горной провинции.

Почвенные образцы отбирались на территории Туапсинского (Георгиевское сельское поселение) и Лазаревского районов в местах произрастания наиболее крупных популяций рододендрона жёлтого. Был произведён дифрактометрический анализ материнской породы и непосредственно самих образцов. Помимо этого, оценён элементный состав с помощью рентгено-флуоресцентного анализа (РФА). Для выявления корреляции между числовыми значениями, полученными в результате РФА, так же были оценены рН и электропроводность.

### Литература

1. Abdaladze O. et al. Sensitive alpine plant communities to the global environmental changes (Kazbegi region, the Central Great Caucasus) // Am J Environ Prot. – 2015. – Т. 4. – №. 3-1. – С. 93-100;

## **АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ КРАСНОАРМЕЙСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Прокофьева Ксения Дмитриевна** студентка 1 курса магистратуры кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Прохоров Артем Анатольевич** аспирант 2 г.о. кафедры почвоведения геологии и ландшафтоведения ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Оценка агроклиматического потенциала и потенциала агроландшафтов в совокупности с разработкой региональных моделей оценки свойств почв, в условиях глобальных климатических изменений является приоритетной задачей при разработке адаптивных систем земледелия. [2] В XXI веке, не смотря на существенный скачек в развитии агротехнологий, сельскохозяйственное производство все так же в значительной степени зависит от агроклиматических условий. Существует большое количество работ, в которых отмечены тренды глобального потепления и изменения количества осадков в Европейской части нашей страны [3]. В связи с этим проведение оценок и изучение трендов изменчивости климатического потенциала на уровне почвенных провинций и округов в наиболее продуктивных агроландшафтах нашей страны является одной из приоритетных задач на стыке агрометеорологии и агропочвоведения.

### **Объекты и методы**

Для проведения исследований, был выделен ряд ключевых участков на территории района. (рис.1) Почвенный покров на территории участка комбинациями луговых и аллювиальных почв. Гидроморфизм обусловлен в большей степени характером рельефа территории.

В рамках данного исследования проведён анализ основных агроклиматических параметров по данным метеорологической станции г. Краснодар за 1980-2022 г. с экстраполяцией на Красноармейский район Краснодарского края. Территория приурочена к Азово-Кубанскому почвенному округу Предкавказской провинции. Данные по основным климатическим параметрам были получены из массива Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации. [1]

Для анализа использовали данные по количеству выпавших осадков, а также среднесуточные температуры. Были рассчитаны: сумма температур > 5°, сумма температур > 10°, ГТК-апрель-июнь, ГТК-август-октябрь. Рассчитаны распределение осадков по декадам, а также тренды изменчивости суммарной продолжительности вегетационного периода. В соответствии с почвенной картой масштаба 1:1500000, а также данным по заложенным в период 2023 г. почвенным разрезам была дана характеристика почвенных условий и установлены закономерности распределения почв в зависимости от экзогенных факторов.

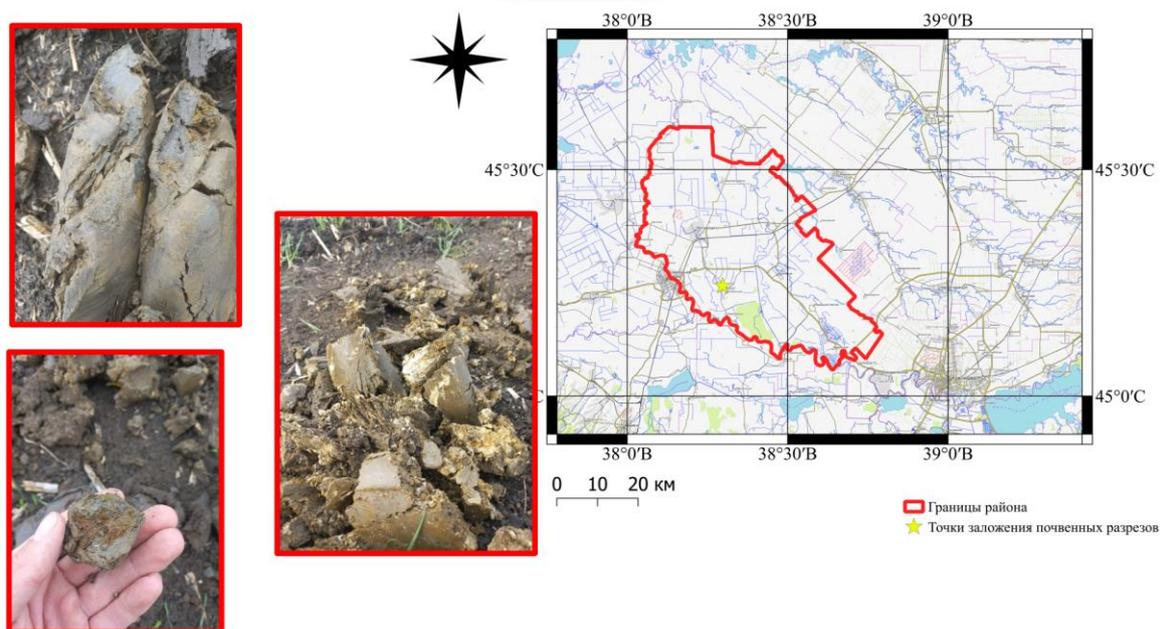


Рисунок 1. Исследуемый участок

### Результаты и обсуждение

На основании данных о распределении суммы температур  $> 10^{\circ}\text{C}$  за промежуток последних 20 лет, следует отметить, что ограничений по теплообеспеченности основных возделываемых культур не наблюдается, при этом существенных тенденций потепления/похолодания не отмечается.



Рисунок 2. Сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$

Анализируя распределение осадков за тот же промежуток времени, следует отметить, что в среднем за год выпадает около 740-770 мм, при этом также существенных тенденций снижения или увеличения количества осадков так же не отмечается.

### Среднегодовая сумма осадков, мм

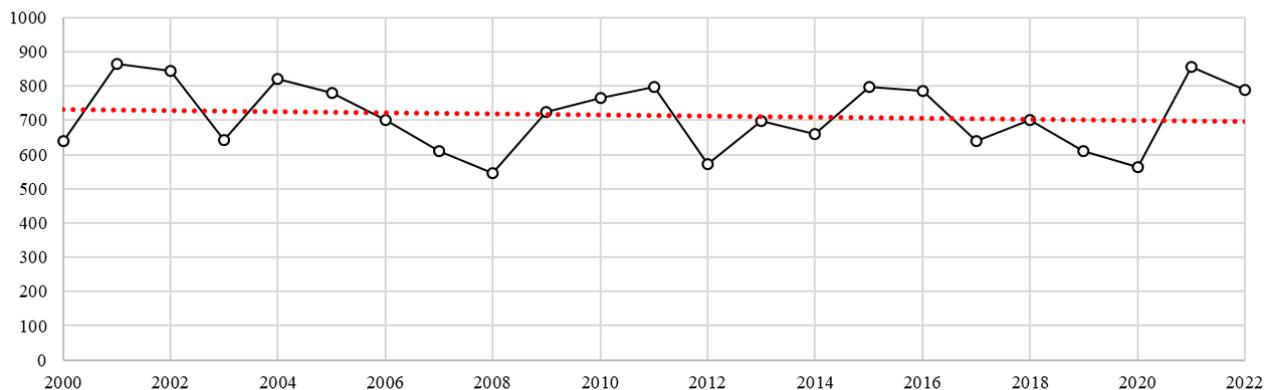


Рисунок 3. Среднегодовая сумма осадков, мм

Анализируя расчётные данные по ГТК за период активной вегетации, следует отметить, что значения данного коэффициента находится в оптимальном диапазоне и существенных ограничений по тепло/влагообеспеченности для перечня основных культур, возделываемых на территории Краснодарского края, не отмечается.

### ГТК по датам перехода $>10^{\circ}\text{C}$

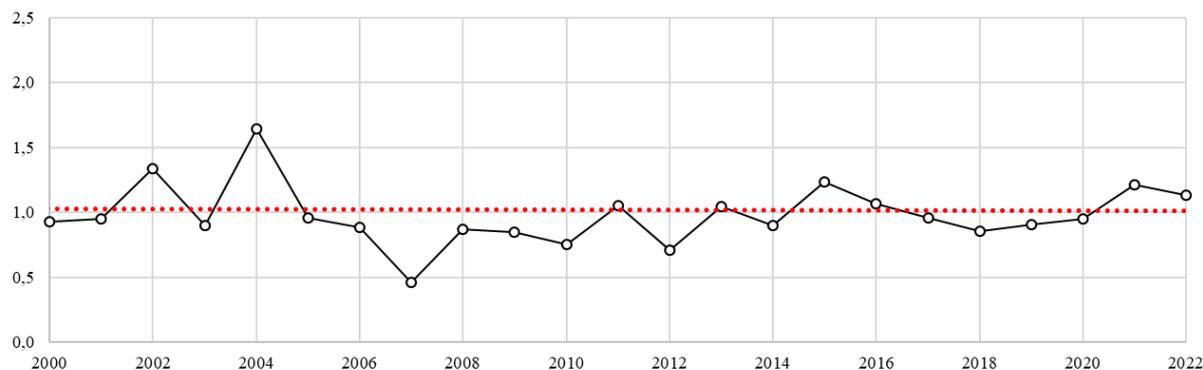


Рисунок 4. ГТК по датам перехода  $>10^{\circ}\text{C}$

Полученные данные позволили сделать ряд выводов:

На территории Красноармейского района за счет особенностей рельефа территории в структуре почвенного покрова преобладают комбинации гидроморфных и аллювиальных почв;

Существенных ограничений по тепло/влагообеспеченности основных культур не отмечается;

Во временных рядах не наблюдается трендов изменчивости по таким параметрам как: сумма активных температур, количество осадков;

Основные ограничения, связанные с возделыванием культур, будут определяться особенностями рельефа, почвообразующими породами и степенью гидроморфизма.

### Литература

1. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. «Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТТ)» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/data> (дата обращения 15.11.2023).

2. Прохоров А.А., Борисов Б.А., Ефимов О.Е., Индексная оценка степени выпханности черноземов Предкавказской провинции/ Агрехимический вестник. – 2023. – № 5. – С. 50-5. – DOI: 10.24412/1029-2551-2023-5-009. – EDN YWLHTG.

3. Радцевич, Г. А. Исследование тенденций изменения климата на европейской части Российской Федерации за длительный период / Г. А. Радцевич, А. А. Черемисинов, А. Ю. Черемисинов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4(55). – С. 30-40. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2017.4.30. – EDN YWLHTG.

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ И РЫБ

**Пустобаев Леонид Алексеевич**, студент 1 курса магистратуры института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, inna.kaptur@mail.ru

**Научный руководитель: Большаков Александр Алексеевич**, старший преподаватель кафедры педагогики и психологии профессионального образования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, lab.msau@yandex.ru

**Аннотация:** в статье представлены результаты разработки автономной аквапониической установки, включая создание оптимальной конструкции и автоматизированной системы со сбором данных и их анализом. В данной установке возможно выращивать рыбу и растения, а также проводить исследовательские и лабораторные работы.

**Ключевые слова:** аквапоника, автоматизация, установка, рыбы, растения, экосистема, сити-фермерство.

Аквапоника - это искусственно созданная симбиозная экосистема, состоящая из трех взаимосвязанных биологических компонентов: растений, бактерий и рыб. Вода, служащая средой обитания рыб, загрязняется продуктами их жизнедеятельности, проходит этапы механической и биологической очистки, и далее поступает к растениям, обеспечивая их питательными веществами, тем самым завершая цикл очистки.

Целью данной работы является разработка автономной компактной аквапониической установки для использования в домашних условиях и образовательных целях. Такая установка позволит школьникам, студентам колледжей и вузов наглядно ознакомиться с принципами городского сельского хозяйства и получить практические навыки работы с подобными системами.

Наша установка оснащена системой автоматизации на основе различных датчиков. Датчики кислотности контролируют уровень pH и подают сигнал о необходимости замены воды при выходе показателей за оптимальные границы. Датчики температуры и влажности активируют нагревательные элементы или систему вентиляции при необходимости. Датчики освещенности регулируют интенсивность системы внутренней подсветки. Кроме того, специальные датчики контролируют состояние роста растений и обеспечивают оптимальное расстояние между ними и фитолампами.

В результате комплекса принятых технических решений и разработанных ноу-хау, наша система не требует постоянного контроля и способна функционировать в полностью автоматическом режиме. Это позволяет использовать ее для создания живых уголков в домашних условиях и офисах, обеспечивая выращивание разнообразных рыб и растений. Нами была создана интеллектуальная система контроля параметров водной среды и дозирования биологических добавок для регулирования ее химического состава. Разработанный фильтр грубой очистки задерживает все твердые частицы, что снижает нагрузку на последующие этапы тонкой и биологической фильтрации. В итоге, система способна функционировать без смены воды в течение полугода. Кроме того, для минимизации стрессового воздействия на растения и рыб, была разработана имитация естественного чередования дня и ночи.

Информация о рабочих параметрах системы в реальном времени выводится на внешний монитор и доступна через специальное веб-приложение. При помощи онлайн-видеотрансляции можно визуально контролировать рост растений и состояние рыб.

В результате оптимизации конструкции, вся описанная экосистема с вспомогательными и контролирующими элементами размещена в компактном корпусе размерами 120x60x250 см.

Основной целью нашего проекта является создание учебной аквапонической установки и эстетичного живого уголка для использования в домашних условиях и офисах. Система решает целый комплекс задач: создает благоприятную психоэмоциональную атмосферу, производит экологически чистую растительную продукцию, а также может использоваться для проведения лабораторных и исследовательских работ в рамках соответствующих образовательных программ.

Нами были дополнительно разработаны методические рекомендации по эксплуатации системы и проведению лабораторного практикума на ее основе. Используя данные материалы, описанной установкой на текущий момент ознакомились свыше 1000 обучающихся различных образовательных учреждений. Количественные показатели проведенной работы представлены в Таблице 1.

Таблица 1

### План проведенных мероприятий

год	Вид мероприятия	Количественные результаты
2023 г.	<u>Экскурсия</u> с подробным рассказом и показом работы установки	653 человек (школьники, студенты колледжей и институтов)
	<u>Лабораторные работы</u> по профильным направлениям (расчет отстойника, подбор субстрата для заселения бактерий, сборка автоматизированной системы)	257 человек (студенты колледжей и институтов)
	<u>Самостоятельная деятельность</u> по разработке одной из систем установки (3D-моделирование отстойника)	154 человек (студенты института)

Нами изготовлен экспериментальный образец аквапонической установки (рисунок 1).

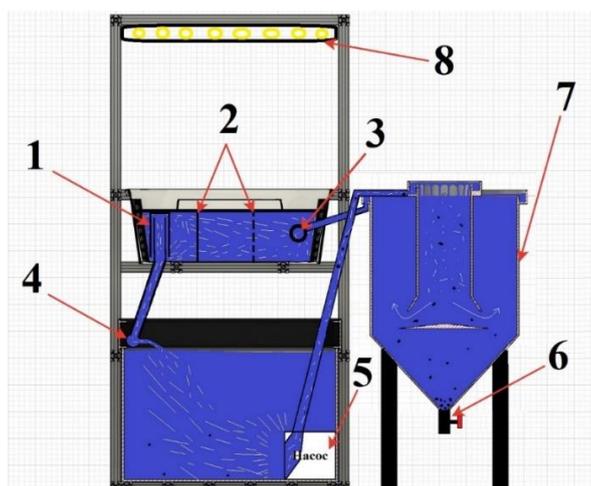


Рисунок 1 – Схема автоматизированной аквапонической установки:

1 – автоматический сифон; 2 – перегородки; 3 – боковое отверстие подачи воды; 4 – слив воды дождик (флейта); 5 – насос; 6 – кран слива органики; 7 – фильтрующий отстойник; 8 – фитолампы.

В дополнение к предыдущим результатам, нами было проведено анкетирование учащихся, работавших с описанной аквапонической установкой. Согласно полученным данным, 85% респондентов положительно оценили систему и выразили желание продолжить обучение в данном направлении. Кроме того, 97% опрошенных отметили, что хотели бы иметь

аналогичную автоматизированную систему для выращивания экологически чистой зелени в домашних условиях. 45% компаний-участников опроса высказали заинтересованность в приобретении подобного живого уголка для своих офисов, в целях психоэмоциональной разгрузки сотрудников в условиях возрастающей интенсивности труда.

Таким образом, внедрение в образовательный процесс реально функционирующих технических систем с элементами цифровой автоматизации, подобных описанной в статье аквапониической установке, способствует более эффективному вовлечению обучающихся в профессиональную деятельность и в целом повышает качество их подготовки.

### Литература

1. Скороходов, Д.М. Устройство для контроля параметров запасных частей / Д.М. Скороходов // Сельский механизатор. – 2016. – № 9. – С. 36-37.
2. Ерохин, М.Н. Анализ современных устройств выращивания растений в городском фермерстве и перспективы его развития / М.Н. Ерохин, Д.М. Скороходов, А.Н. Скороходова, А.А. Анисимов, Р.А. Потемкин // Агроинженерия. – 2021. – № 3 (103). – С. 24-31.
3. Скороходова, А.Н. Аллелопатический эффект лекарственных растений на сорняки: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / А.Н. Скороходова. – М., 2019. – 23 с.
4. Ларикова, Ю.С. Интродукция чужеродных растений и внедрение их в экосистемы / Ю.С. Ларикова, А.Н. Скороходова // Доклады ТСХА: сб. ст. – М.: РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. – С. 107-109.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЗАСОЛЕННЫХ КАРБОНАТАМИ МАГНИЯ

**Исроилова Махлиё** - студент 4-курса Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий

**Каримов Тимур** студент – студент 2-курса Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий

**Научный руководитель:** Бобоева Нафиса Асатуловна доктор философии сельскохозяйственных наук PhD кафедры агротехнологии, автоматизации и управления производством Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий

**Аннотация (Резюме).** В этой статье приведено влияние органических удобрений, в том числе компостов, на агрохимические показатели (на содержание карбонатов, поглощенных катионов, гумуса) луговых почв, засоленных карбонатами магния, которые распространены в среднем течении реки Зерафшан. Карбонатность считается важнейшим свойством для почв сероземного пояса, которая может достичь до 40 % минеральной части почвы. Подавляющая масса карбонатов находится в виде углекислого кальция. В сероземах количество углекислого магния невелико-1,5-2,5 %, но если в почве его количество достигает 5-10 %, то почва подвергается карбонатно -магниевому засолению, которое сильно влияет на физические и агрохимические свойства луговых почв.

**Ключевые слова:** луговые почвы, засоленные карбонатами магния, содержание катионов в почвенно -поглощающем комплексе, органические удобрения, компосты, минеральные удобрения.

**Введение.** Засоленные луговые почвы, встречающиеся на второй террасе Зерафшанской долины, обладают высокой карбонатностью, низким содержанием гумуса и преобладанием в составе поглощенных оснований катионов кальция и магния. В некоторых случаях содержание катиона магния превосходит кальций, ухудшая их физические свойства. Исследованиями доказано, что карбонаты магния, находясь в поверхностных слоях почвы в

больших количествах (5-25%), оказывают токсическое действие на сельскохозяйственные культуры. Вследствие высокого содержания карбоната магния в почве растения даже при внесении удобрений дают весьма низкие прибавки урожая [1, 3, 5, 6, 7, 10].

Магниевое засоление характеризуется высокой плотностью, низкой пористостью, которые препятствуют аэрации воздуха в корнеобитаемом слое. Цементированные прослойки (шоховый горизонт), образовавшиеся в результате карбонатного соленакопления, ухудшают протекание микробиологических процессов, которые находятся в прямой зависимости с процессами гумификации [10].

Эти почвы очень много содержат катионов щелочных и щелочноземельных металлов, таких как  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$ . В почвенно-поглощающем комплексе луговых почв, засоленных карбонатами магния сильно увеличено содержание катионов магния, которое придает почве солонцеватость и определяет её свойства. Общее содержание  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  зависит от механического и минералогического состава почв.  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  образуют однотипные соединения в почвах, но  $\text{Na}^+$  содержится преимущественно в полевых шпатах и фельдшпатах, а калий – в слюдах и слюдоподобных минералах [2].

При генезисе этих почв, большую роль играют наносы реки Зерафшан, содержащие больше кальция, магния и калия. Увеличение в почвах доли катионов магния по сравнению с катионами кальция вызывает карбонатно-магниевое засоление почвы, ухудшая их физические свойства, придавая почве глыбистую, призматическую или столбчатую структуру [7].

Физические свойства луговых почв играют огромную роль в жизни растений и микроорганизмов, оказывая большое влияние на водный, воздушный и питательный режимы почв. Поэтому в разработке технологии повышения плодородия таких почв имеет огромное значение улучшение их физических свойств. Физические свойства почв зависят от содержания органических веществ в почве и катионного состава почвенно-поглощающего комплекса. Чем больше почва содержит органических веществ, тем наилучшими физическими свойствами обладает почва. Повышенное содержание катионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Mg}^{+2}$  в ППК ухудшает физические, агрохимические и микробиологические свойства почвы. Для устранения неблагоприятных физических свойств луговых почв, засоленных карбонатами магния, важное значение имеет внесение органических удобрений вместе с минеральными.

#### **Материалы и методы**

Для изучения влияния органических удобрений на агрохимические свойства луговых почв, засоленных карбонатами магния, были сделаны почвенные разрезы, из которых были взяты образцы для проведения почвенных анализов. Карбонаты кальция и магния были определены в 2 % ной уксуснокислой вытяжке по методу Д.М. Кугучкова. Поглощенный  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$  определяли с помощью трилометрического метода. Поглощенный калий по методу Протасова и Гусейнова, поглощенный натрий – по методу Антипова-Каратаева и Мамаевой, органический углерод по методу И.В. Тюрина (ГОСТ-26213). Полевой опыт был проведен в десяти вариантах с четырехкратной повторностью при одноярусном расположении культур. Для приготовления компостов использовали навоз, солому и фосфогипс. Азотные удобрения вносили -20% от годовой нормы-под зябрь, 40 % - при кушении, 40 % в начале трубкования; фосфорные удобрения: 80 % от годовой нормы под зябрь, 20 %-при посеве; калийные удобрения: 100 %-под зябрь.

#### **Результаты и их обсуждения**

Органические удобрения способствуют повышению активности микробиологических процессов, протекающих в почве и сохранению бездефицитного баланса гумуса [9]. В результате чего уменьшается плотность почвы, увеличивается общая пористость почв, улучшаются температурный воздушный, водный и питательный режимы луговых почв, засоленных карбонатами магния.

По результатам проведенных нами исследований было определено влияние органических (навоза и компоста) и минеральных удобрений на содержание карбонатов, поглощенных катионов и гумуса.

Содержание карбонатов кальция и магния в контрольном варианте без удобрений составило 20,3 и 6,7 % соответственно, в девятом варианте (40 т/ га компоста на минеральном фоне) - 17,6 и 5,4 %, то есть прослеживалось снижение содержания карбонатов при внесении высоких доз органических удобрений в сочетании с минеральными. Поглощенные катионы  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  в контрольном варианте составило 10,8; 6,1; 0,8 и 0,17 мг/экв на 100 г почвы, и при внесении только минеральных удобрений составило 11,0; 6,0; 1,0 и 0,17 мг/экв на 100 г почвы, в девятом варианте - 11,9; 5,2; 1,3 и 0,19 мг/экв на 100 г почвы соответственно. С повышением поступления в почву органических веществ увеличивается емкость поглощения, приобретая наивысшей показатель - 18,59 мг/экв на 100 г почвы в девятом варианте против контрольного варианта 17,78 мг/экв на 100 г почвы. В варианте, где применялись только минеральные удобрения этот показатель был 18,17 мг/экв на 100 г почвы.

Опытами доказаны, что решающее значение в повышении, как урожайности, так и качество зерна озимой пшеницы принадлежит удобрениям. Важнейшим условием оптимизации роста и развития озимой пшеницы в луговых почвах, засоленных карбонатами магния, является обеспечение её достаточным количеством всех питательных веществ уже в начале вегетации и улучшение физических и химических свойств этих почв.

По продуктивности минеральные удобрения превышают органические удобрения. Но, по данным полевых опытов, наиболее эффективным было совместное применение органических и минеральных удобрений.

Минеральные удобрения лучше воздействуя на урожай, ухудшают качество зерна и физико-химические свойства луговых почв, засоленных карбонатами магния. Органические удобрения, особенно компосты в большей мере положительно влияют на неблагоприятные физические свойства этих почв. Запас гумуса в луговых почвах, засоленных карбонатами магния в начале опыта в контрольном варианте без удобрений в пахотном слое (0-30 см) составил 48,02 т/га. После двух лет запас гумуса уменьшился на 2,15 т /га и составил 45,87 т/га. Такой дефицитный баланс гумуса прослеживался и в варианте с применением только минеральных удобрений; по сравнению с контролем в пахотном слое (0-30 см) этот показатель был меньше на 0,93 т/га. Положительный баланс гумуса был отмечен в вариантах с применением органических удобрений 20 и 40 т/га навоза, 20 и 40 т/га компоста, превышая контрольный вариант на 3,13; 3,98; 4,35 и 4,78 т/га соответственно в пахотном слое (0-30 см). При внесении удобрений в подпахотном слое (30-60 см) запасы гумуса изменялись слабее, чем в пахотном слое. В подпахотном слое запас гумуса в вариантах с органическими удобрениями: 20 и 40 т/га навоза, 20 и 40 т/га компоста на минеральном фоне по сравнению с контролем превосходил на 1,38; 2,09; 2,09 и 2,25 т/га соответственно.

В настоящее время в условиях резкого дефицита традиционного органического удобрения – навоза, значение компостов, приготовленных из недорогого побочного сельскохозяйственного продукта - соломы, фосфогипса и навоза все больше возрастает в связи с поддержанием плодородия луговых почв, засоленных карбонатами магния. Часть органического вещества, попавшая в почву, минерализуется полностью, а заметная доля продуктов распада в результате микробиологических и химических процессов участвует в синтезе гумусовых веществ обеспечивая бездефицитный баланс гумуса в луговых почвах, засоленных карбонатами магния, улучшая их агрофизические и агрохимические свойства.

#### **Выводы:**

Таким образом, в полевом опыте была показана определенная зависимость между содержанием гумуса в луговой почве засоленными карбонатами магния и продуктивностью, возделываемой в этих почвах озимой пшеницы. При внесении одних минеральных удобрений прослеживалась потеря гумуса в пахотном слое, а систематическое применение органических удобрений обеспечивало повышение запаса гумуса, улучшая неблагоприятные физические свойства почвы. Применение минеральных удобрений в сочетании с органическими удобрениями увеличивало содержание гумуса исходного уровня, создавая наилучшие условия питания в луговых почвах, засоленных карбонатами магния для зерновых культур.

## Литература

1. Агишева С.А. Влияние длительного орошения на засоленные карбонатами гидроморфные почвы Зерафшанской долины. Дисс. на соис. уч. степ. кан с/х наук. Самарканд 1961 год.
2. Кимберг Н.В. Почвы пустынной зоны Узбекской ССР. Таш. Изд. «Фан», 1974. 300 с.
3. Кугучков Д.М. О миграции карбонатов ( $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ ) в луговых и лугово-болотных почвах Зерафшанской долины. // «Известия АН УзССР», 1955.
4. Орлов Д.С. и др. Химия почв. Москва «Высшая школа» 2005 г.
5. Саидмуродов О. Рост, развитие и урожайность хлопчатника в зависимости от видов и доз минеральных удобрений на почвах, засоленных карбонатами кальция и магния. Дисс. Самарканд 1973 год. 142 с.
6. Саидов Д.К., Гафаров Б.Х. Повышение плодородия почв, засоленных карбонатами магния. Труды УзССР, Самарканд. 1960 г.
7. Узаков П.У. Генезис, свойства и распространение засоленных карбонатами почв в Зерафшанской долине и пути их сельскохозяйственного использования. Диссертация ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Самарканд 1963 г. 122 с.
8. Хазраткулов Ш. Рекомендации по приготовлению и применению компостов для сельскохозяйственных культур в луговых почвах засоленными карбонатами. Самарканд 2010 год. 18 с.
9. Хамраев Ш., Безбородов Ю., Низамов Ш. Зависимость концентрации углекислого газа в выделяемом почвой воздухе от почвенно-биотических факторов // Agro ilm. 1(39) 2016 год. С 62-64.
10. Шоназаров С. Влияние сидерации на урожайность хлопчатника на почвах карбонатно – магниевом засоления. Автореферат. Самарканд 1997 г. 24 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ОТРАБОТАННОГО СУБСТРАТА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ШАМПИНЬОНОВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТА ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР

**Абзапарова Екатерина Константиновна**, студентка 1 курса магистратуры кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Борисов Борис Анорьевич**, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Ни одна технология промышленного выращивания шампиньонов не обходится без приготовления субстрата. Основным субстратом для выращивания шампиньонов является компост, созданный на основе конского навоза и соломы в соотношении 1:4. Однако из-за специфичности и дефицита такого навоза, его можно заменить навозом КРС или куриным пометом [4].

Для улучшения структуры компоста в добавки можно выбрать цеолиты. Цеолиты - группа водных каркасных алюмосиликатов, в основном щелочных и щелочноземельных металлов. Их особенный каркас выделяет среди других горных пород и минералов, обеспечивая их прочность и стабильность структуры решетки. Пористая структура обеспечивает его преимущества, которые нашли применение в различных отраслях производств [2, 5]. К его физическим и химическим свойствам можно отнести: обратимую гидратацию и дегидратацию, интенсивный обмен ионов, высокую степень поглощения газов. Его используют в водоочистке как фильтрат, в животноводстве в виде минеральных добавок к корму, в растениеводстве и почвоведении - как улучшитель структуры грунтов, мелиорант.

Наиболее эффективным будет использование цеолита с органическими удобрениями. Такое удобрение, за счет поглотительных свойств цеолитов и их избирательной способности выделять вещества, будет иметь пролонгированный срок действия [5].

Помимо использования в промышленном сельском хозяйстве, отработанный субстрат можно использовать как почвогрунт в садовом хозяйстве. В большинстве случаев добавление свежего или компостированного субстрата сохраняет pH почвы на одном уровне, влияет на количество солей в почве, а также увеличивает аэрацию, снижает водоудерживающую способность, что приводит к повышению урожайности и высокому уровню качества продукции [1, 6]. Если сравнивать по химическому составу отработанный субстрат и компосты на основе соломы и птичьего помета, то можно заметить лишь небольшие отличия, в зависимости от розничного продавца и его состава смеси.

Было решено заложить вегетационный опыт с 4-мя различными сельскохозяйственными и декоративными культурами: кукурузой, ипомеей, пшеницей, газонной травой, чтобы оценить получившийся урожай по свойствам и сделать выводы о качестве созданных почвогрунтов разного состава.

Опыт был составлен в четырех вариантах, исходя из полученных результатов лабораторных анализов. Было установлено, что оптимальными свойствами обладают Вариант 1 (“чистый” субстрат без минерала) и Вариант 2 (смесь компоста с 10% цеолита). Их и решено было взять для опыта, предварительно добавив покровную почву. В виде покровной почвы была взята дерново-подзолистая почва (Московская обл.). Также каждый вариант был произвесткован, исходя из потребности 50г извести – 1 кг готовой смеси, с учетом плотности и влажности.

Вегетация проходила в теплом, хорошо освещенном помещении. Сосуды равномерно в течение всего времени поворачивались ближе к солнцу, чтобы каждое растение получило достаточную дозу солнечного света. Полив осуществлялся через день, по состоянию высушенного поверхностного слоя почвы.

Каждую неделю проводился визуальный осмотр, чтобы оценить степень всхожести семян, скорость их роста и густоту растений

После 3-х недель проведения эксперимента опыт был закончен. Было решено определить массы надземных и подземных частей выращенных растений. Надземная часть была срезана по уровню покровной почвы, подземная часть была извлечена с помощью промывки корней. Получившиеся результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Сухая масса подземной части растений в опыте  
(среднее значение из 3-х повторностей), г**

Вариант опыта	Культура (масса подземной части, г)			
	Райграс	Пшеница	Ипомея	Кукуруза
Шампост	0,091	0,061	0,012	0,213
Шампост+цеолит	0,172	0,102	0,011	0,321
Шампост+почва (50%) + цеолит	0,122	0,137	0,012	0,272
Шампост+почва (75%) + цеолит	0,340	0,378	0,011	0,374
НСР	0,040	0,075	0,016	0,065

Представленные данные в Таблицах 1 и 2 указывают: если разница между Вариантами больше, чем НСР, то исследуемый фактор достоверно сработал и вызывает достоверную прибавку. Если разница между НСР и исследуемым вариантом меньше, то фактор не сработал. По принципу единственного различия мы можем сравнивать между собой только Варианты 1 и 2 и Варианты 3 и 4. Опыт с Ипомеей нельзя считать достоверным, поскольку получившиеся значения в Вариантах имеют разницу меньше, чем НСР. Все другие результаты можно считать достоверными [3].

**Сухая масса надземной части растений в опыте  
(среднее значение из 3-х повторностей), г**

Вариант опыта	Культура (масса надземной части, г)			
	Райграс	Пшеница	Ипомея	Кукуруза
Шампост	0,243	0,031	0,011	0,040
Шампост+цеолит	0,270	0,030	0,012	0,074
Шампост+почва (50%) + цеолит	0,252	0,052	0,011	0,092
Шампост+почва (75%) + цеолит	0,491	0,070	0,030	0,173
НСР	0,054	0,018	0,012	0,028

У Райграса самая большая масса корней наблюдалась в Варианте 4 – 0,34 г, что объясняется большим содержанием покровной почвы и содержанием шампоста всего 22,5% (здесь он идет как органическое удобрение в почвогрунте).

Пшеница показала хорошие результаты роста подземной части в Варианте 4 – масса корней средняя из трех повторностей составила 0,37 г. Варианты 1 и 2 показали худшие для данной культуры показатели – 0,06 г и 0,1 г составила масса подземной части. Можно объяснить это кислой реакцией среды, либо сильным переувлажнением, поскольку компост хорошо сохранял в себе влагу.

Ростки Ипомеи выросли на максимальную высоту всего 8,6 см в 4-м варианте, но были тонкие, слабые, поэтому их масса составила всего 0,03 г, что являлось лучшим результатом среди всех четырех вариантов. Корневища были маленькие, максимальная масса в 0,03 г была достигнута в Варианте 4.

Кукуруза показала отличные темпы роста – растения получились высокими, твердыми, максимальная масса корней наблюдалась в 4-м варианте – там взошло 2/2 семян, 0,37 г. Надземная часть с самой большой массой была также в 4-м варианте – при максимальной высоте в 34 см их масса составила 0,17 г.

По итогам эксперимента было отмечено, что Варианты 1 и 2, хоть и дали продукцию, но её рост/масса не представляют ценности для производства и не дадут возможности к широкому применению в сельском хозяйстве. Образцы же Варианта 3 и 4 получились сочными, высокими, что дает возможность говорить о широком применении шампоста как органического удобрения/добавки к почвогрунтам для повышения плодородия почв, улучшения роста и развития растения и получение урожая высшего качества.

### Литература

1. Борисов Б.А., Игнатьев Н.Н., Таразанова Т.В. Поглощение кислорода пахотными и залежными почвами разного генезиса. Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2001, №115, с.117-118.
2. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф., Ефимов, О.Е., Злобина М.В. Агроэкологические требования к почвам и грунтам крупных городов. М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012, 34 с.
3. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению. М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012, 284 с.
4. Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Д., Алексеева К.Л., Прянишникова Л.Н. Перспективы инновационного развития промышленного грибоводства в Российской Федерации // Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной VII Квасниковским чтениям. Рязань: ГУП РО «Рязанская областная типография», 2016. – 108-112 с

5. Лобанкова О.Ю. Грибоводство/ О.Ю. Лобанкова, А.Н. Есаулко, В.В. Агеев [и др.]. – учебное пособие. – Ставрополь : "АГРУС", 2012. – 140 с. + 16 цв. ил.
6. Xingyao Meng , Jiali Dai , Yue Zhang , Xiaofen Wang , Wanbin Zhu , Xufeng Yuan , Hongli Yuan , Zongjun Cui. Composted biogas residue and spent mushroom substrate as a growth medium for tomato and pepper seedlings. Journal of Environmental Management, Volume 216, 15 June 2018, Pages 62-69;

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ЗАЛЕЖИ**

**Морозов Федор Владимирович, Березка Алексей Эдуардович**, студенты 4 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
Научный руководитель – **Борисов Борис Анорьевич**, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Переход пахотных земель в залежное состояние является достаточно распространенным явлением. Площадь залежных земель в мире составляет примерно 220 млн. га, около четверти из них находятся в России [7]. Хотя преобладающая часть залежных земель России расположена в таежно-лесной зоне, значительные площади залежей встречаются и на севере лесостепной зоны среди серых лесных почв. В залежи чаще всего переходят маргинальные почвы, находящиеся в районах с неблагоприятными экологическими условиями для ведения сельскохозяйственного производства или почвы, подверженные процессам деградации [5,8]. После снятия антропогенного воздействия происходит смена растительности и развиваются новые процессы почвообразования, в результате чего меняются свойства почв на всех уровнях их структурной организации, однако, характер этой трансформации определяется разными факторами, а изменения могут идти в разных направлениях [6]. В результате восстановления естественной растительности на постагрогенных почвах начинается процесс их самовосстановления, идущий в направлении исходного зонального типа, этот процесс заключается в восстановлении морфологических признаков, агрегатного состояния и химических свойств, характерных для почв без прямого антропогенного вмешательства. В залежных почвах, по сравнению с пахотными, возрастает доля макроагрегатов и снижается доля микроагрегатов, происходит увеличение содержания агрономически ценных агрегатов размером 0,25-10 мм [1-3]. Сравнительное исследование постагрогенных серых лесных и черноземных почв показало, что на серых лесных почвах под залежью происходил значительно более высокий прирост содержания почвенного органического углерода по сравнению с черноземом [8].

Целью данной работы являлось сравнительное исследование изменений показателей плодородия (содержания гумуса, физико-химических, агрохимических и физических свойств) постагрогенных серых лесных почв в результате длительного нахождения в залежи по сравнению с их аналогами, остававшимися под пашней.

Объектами исследований являлись серые лесные почвы Каширского и Серпуховского районов Московской области. В каждом районе были подобраны по 2 пары почв – пахотная и залежная. В каждой паре почвы были аналогичными – находились на соседних полях, на одинаковых элементах рельефа (пологих приводораздельных поверхностях с крутизной менее 1°). Растительность на залежах луговая травянистая с отдельными деревьями, преимущественно березами. Судя по деревьям, возраст залежей составляет примерно 15 лет.

Образцы отбирали в 4-кратной повторности из пахотного (на залежах – бывшего пахотного) горизонта - 0-25 см.

В отобранных образцах было проведено определение показателей плодородия общепринятыми методами [4]: величина рН водной и солевой суспензии потенциометрическим методом; содержание углерода гумуса по Тюрину в модификации

Симакова; сумма обменных оснований (S) по Каппену-Гильковицу; гидролитическая кислотность (Нг) по Каппену в модификации ЦИНАО; емкость катионного обмена (ЕКО) и степень насыщенности основаниями (V) расчетным методом; содержание подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и обменного калия по Кирсанову; плотность твердой фазы почвы (d) пикнометрическим методом.

В таблице представлены результаты определения показателей плодородия исследуемых серых лесных пахотных и залежных почв.

Таблица

**Показатели плодородия серых лесных пахотных почв и их залежных аналогов**

Почва,	Угодье, горизонт, глубина	Содержание гумуса, %	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	S, м-экв/100г	Нг, м-экв/100г	ЕКО, м-экв/100г	V, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	d, г/см <sup>3</sup>
Каширский район											
Почва 1	Пашня Апах 0-25	3,8	6,6	5,5	16,4	1,9	18,3	89,4	113	160	2,4
	Залежь А пах 0-25	2,88	6,5	5,0	16,8	2,5	19,3	87,2	73	120	2,1
Почва 2	Пашня А пах 0-25	3,69	6,6	4,5	21,2	1,7	22,9	92,7	227	310	2,4
	Залежь А пах 0-25	2,46	6,8	5,3	21,0	1,7	22,7	92,5	211	173	2,0
Серпуховский район											
Почва 3	Пашня А пах 0-25	2,28	6,7	5,9	19,6	0,9	20,5	95,7	222	225	2,3
	Залежь А пах 0-25	2,13	6,9	5,6	20,0	1,6	21,6	92,5	122	112	2,3
Почва 4	Пашня А пах 0-25	2,37	6,8	5,6	18,2	1,5	19,7	92,3	255	153	2,2
	Залежь А пах 0-25	4,06	6,5	4,9	16,6	3,2	19,8	83,9	97	122	2,3

Из данных таблицы видно, что обе пахотные почвы Каширского района характеризовались заметным увеличением содержания гумуса по сравнению с залежными аналогами, возможно, это объясняется особенностями севооборота на пахотных почвах, насыщенного многолетними травами. При этом, в Серпуховском районе в залежной почве №3 снижение содержания гумуса незначительно снизилось по сравнению с пахотным аналогом, а в залежной почве №4 отмечено существенное увеличение содержания гумуса по сравнению с аналогичной пахотной почвой, по-видимому, это связано с более интенсивным характером севооборота на пахотной почве, в результате, количество опада травянистой растительности на залежи существенно превышает количество послеуборочных остатков на пахотной почве, что ведет к росту содержания гумуса в залежной почве.

Для всех исследованных почв, кроме почвы №2 в Серпуховском районе отмечено увеличение как актуальной (снижение рН<sub>H2O</sub>), так и обменной (снижение рН<sub>KCl</sub>) кислотности в залежных почвах, возможно, это обусловлено составом остатков дикорастущей растительности. Также в почвах 1,3,4 наблюдалось заметное увеличение величины гидролитической кислотности на залежи по сравнению с пашней, в почве №2 гидролитическая кислотность на пашне и на залежи была одинаковой.

В почвах 1-3 существенных различий в величинах суммы обменных оснований, емкости катионного обмена и степени насыщенности основаниями между пахотными и

залежными почвами не наблюдалось. В почве 4 (Серпуховский район) отмечено заметное снижение суммы обменных оснований и степени насыщенности основаниями в залежной почве по сравнению с пахотным аналогом.

Во всех исследованных почвах в обоих районах произошло снижение содержания подвижного фосфора и обменного калия в залежных почвах по сравнению с аналогичными пахотными, по-видимому, это обусловлено внесением удобрений в пахотные почвы.

### Заключение

Проведено сравнительное исследование изменения показателей плодородия серых лесных почв Серпуховского и Каширского районов Московской области, находящихся около 15 лет под залежью и их аналогов, остававшихся под пашней.

В Серпуховском районе отмечено заметное снижение содержания гумуса в залежных почвах по сравнению с аналогичными пахотными, возможно, за счет севооборотов, насыщенных многолетними травами. В каширском районе в одном случае наблюдалось небольшое снижение содержания гумуса на залежи, а во втором, существенное увеличение, что, по-видимому, объясняется интенсивным севооборотом на пашне, при котором в почву поступает низкое количество послеуборочных остатков.

Во всех исследованных почвах, кроме почвы 2 в Серпуховском районе отмечено увеличение актуальной, обменной и гидролитической кислотности, что, очевидно обусловлено составом остатков дикорастущей растительности или проведенным известкованием пахотных почв.

В величинах суммы обменных оснований, ЕКО и степени насыщенности основаниями заметных различий между пахотными и залежными почвами не обнаружено, кроме почвы 4, где в залежной почве заметно снизились сумма обменных оснований и степень насыщенности основаниями, что обусловлено самой высокой гидролитической кислотностью.

Во всех исследованных почвах отмечено снижение доступных форм фосфора и калия в почвах залежи, по сравнению с пашней.

### Литература

1. Баева Ю.И. Изменение агрегатного состава различных типов почв в ходе залежной сукцессии. / Ю.И. Баева, И.Н. Курганова, В.О. Лопес Де Гереню, Л.А. Овсепян, В.М. Телеснина, Ю.Д. Цветкова // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева.- 2017.- №88.- с. 47-74. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2017-88-47-74>
2. Борисов Б.А. Органическое вещество и физические свойства постагрогенной эродированной дерново-подзолистой почвы в сравнении с пахотным аналогом / Б.А. Борисов, О.Е. Ефимов, О.В. Елисеева // Почвоведение.- 2022.- № 7.- С. 909-917.
3. Борисов Б.А. Поглощение кислорода пахотными и залежными почвами разного генезиса / Б.А. Борисов, Н.Н. Игнатъев, Т.В. Таразанова // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н. Прянишникова.- 2001.- №115.- с.117-118.
4. Ганжара Н.Ф. Практикум по почвоведению / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков.- М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.- 2012.- 284 с.
5. Ганжара Н.Ф. Ландшафтоведение / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков.- М.: ИНФРА-М.- 2013. - 240 с.
6. Гончарова О.Ю. Биологическая активность постагрогенных почв (на примере Московской области) / О.Ю. Гончарова, В.М. Телеснина // Вестник Московского университета.- серия 17.- Почвоведение.- 2010.- №4.- с. 24-31.
7. Люри Д.И. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв / Д.И. Люри, С.В. Горячкин, Н.А. Караваев, Е.А. Денисенко, Т.Г. Нефедова. - М.: ГЕОС.- 2010.- 426 с.
8. Kalinina O. Post-agrogenic development of vegetation, soils, and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia / O. Kalinina, S.V. Goryachkin, D.I.

Lyuri, L. Giani // [CATENA](#).- [Volume 129](#).- June 2015.- Pages 18-29.  
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.02.016>.

# **ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ХИМИЯ ПОЧВ**

## **СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЯПОНСКОГО МОРЯ**

**Гуменюк Юлия Дмитриевна**, бакалавр 4 курса кафедры почвоведения ИМО ДВФУ;  
**Бовсун Мария Александровна**, аспирант 4 курса кафедры почвоведения ИМО ДВФУ;  
**Брикманс Анастасия Владимировна**, к.б.н., доцент кафедры почвоведения ИМО ДВФУ.

**Научный руководитель: Нестерова Ольга Владимировна**, к.б.н., доцент кафедры почвоведения ИМО ДВФУ.

Органическое вещество - это важная составная часть почвы, представляющая сложный химический комплекс органических веществ биогенного происхождения [1]. Органическое вещество тесно связано с понятием гумус (часть органического вещества почвы (аквапочв), представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы за исключением соединений, входящих в состав живых организмов и их остатков). Содержание гумуса в почве - важный показатель в ней всех биологических процессов. Органическое вещество в донных отложениях образуется в основном под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов. На процесс разложения органического вещества оказывают влияние воздух, влага и химический состав пород. При недостатке воздуха и избытке влаги в донных отложениях создаются условия для анаэробного микробиологического процесса разложения. Также помимо деятельности микроорганизмов на накопление органического вещества в донных отложениях влияют кислотные и щелочные свойства и гранулометрический состав, которые в дальнейшем влияют на показатель их экологического состояния. В связи с этим необходимо рассматривать содержание органического вещества в донных отложениях Японского моря и их прибрежных территорий для дальнейшей оценки их экологического состояния [2].

Объектами исследования являются донные отложения (аквапочвы), отобранные в ходе экспедиции 85 рейса на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» с помощью геологических колонок с глубин от 11 м до 72,7 м (глубина, без учёта осадения судна 4.25 м), проводилось послойное изучение образцов до 10 см в шельфовой зоне и дна Уссурийского залива, расположенного в заливе Петра Великого в Приморском крае. Схема-карта отбора образцов представлена на рисунке 1.

Исследования показали, что распределение органического углерода в донных отложениях более 1,00 % приходится на точки преимущественно вблизи берега где проходит транзитная зона и впадают в бухту реки Артёмовка, Петровка, Гамаюнова, Шкотовка, его содержание варьирует от 1,18 % до 1,94 % (рис.1). Минимум органического углерода (менее 0,50 %) в донных отложениях приходится на четыре точки, где глубина отбора образцов составляла 20-26 м. Большинство образцов по содержанию органического углерода варьируют от 0,50 до 1,00 %. В целом содержание органического углерода в донных отложениях не достигает 2,00% независимо от дна рельефа и приближённости точек отбора к берегу.

Таким образом исследования показали, что относительно высокое содержание органического углерода в донных отложениях Уссурийского залива Японского моря зависит от рельефа дна, а также от расположения точек отбора относительно берега и транзитных зон.

Работа выполнена при поддержке Государственного задания Минобрнауки России №FZNS-2023-0011.

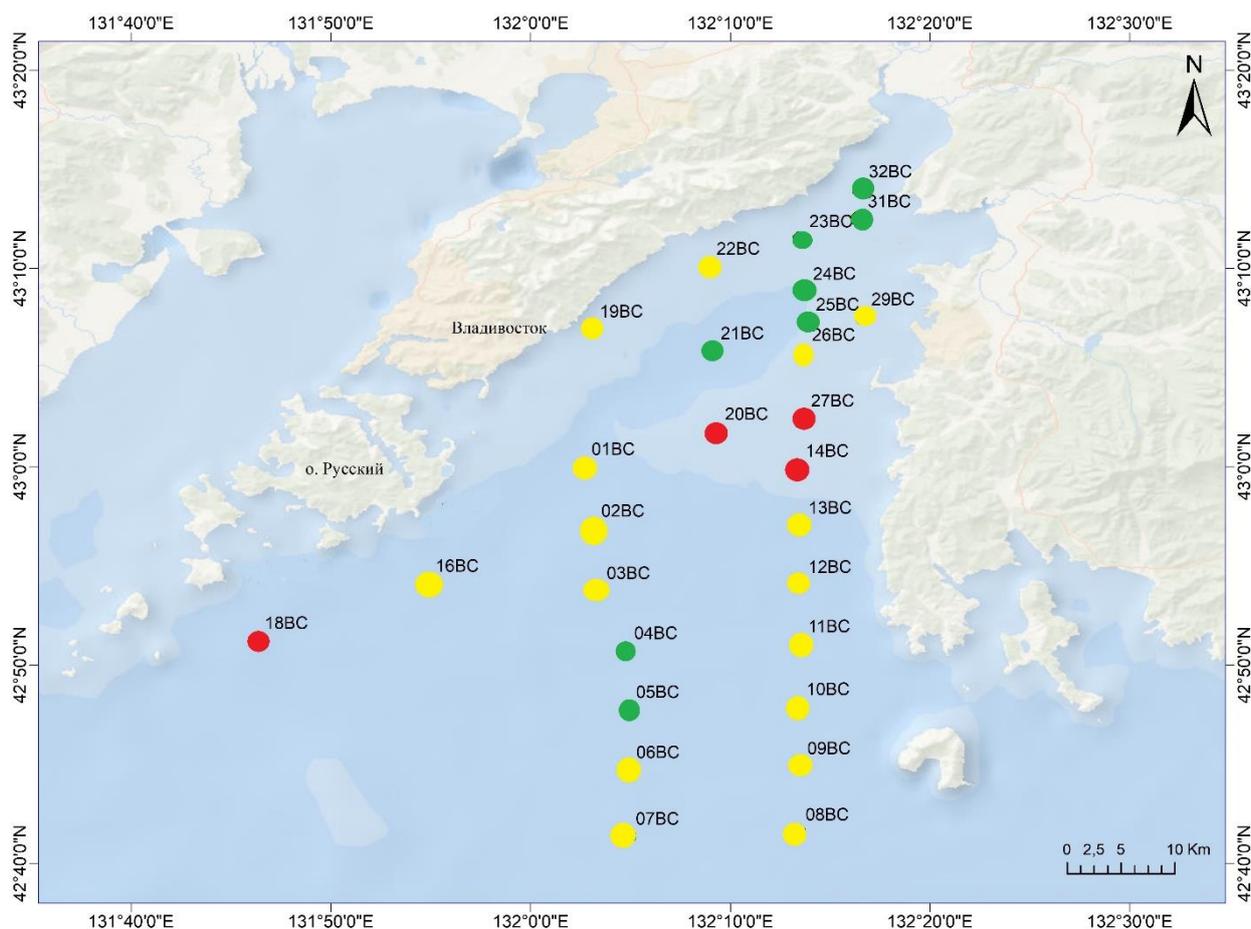


Рисунок 1. Схема расположения отбора донных отложений и органического углерода, %

**Примечание:** красный - содержание органического углерода < 0,50 %; жёлтый - содержание органического углерода от 0,50-1,00 %; зелёный - содержанием органического углерода > 1,00%.

### Литература

1. Минеев В.Г., Агрохимия : учеб. М.: Наука, 2004. - 719 с.
2. Пространственное и внутрипрофильное распределение органического вещества в аквапочвах Японского моря / А. И. Хохлова, О. В. Нестерова, М. А. Бовсун [и др.] // Почвы - стратегический ресурс России : Тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв, Сыктывкар, 22 апреля – 08 2021 года / Отв. редакторы С.А. Шоба, И.Ю. Савин. Том Часть 3. – Москва-Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2021. – С. 620-621. – EDN SXRSPI.

## РТУТЬ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗ. ЛОШАМЬЕ (НП «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»)

Тиличко Д.Ю.<sup>2,3</sup>, Подлипский И.И.<sup>1,2,3</sup>, Зеленковский П.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>СПбГУ (биологический факультет, кафедра Прикладной экологии (г. Санкт-Петербург);

<sup>2</sup>РГПУ, географический факультет, кафедра Геологии и геоэкологии (г. Санкт-Петербург);

<sup>3</sup>ООО КТПИ «Газпроект» (г. Санкт-Петербург)

**Ведение.** ФГУ «Национальный парк «Смоленское Поозерье» является природоохранным, эколого-просветительским и научно-исследовательским учреждением, территория и акватория которого включает в себя природные комплексы и объекты, имеющие особую, в том числе экологическую ценность. Территория парка, в соответствии со схемой

функционального зонирования, разделена на несколько участков, на которых предполагается ограничение природопользования в различной степени.

Одним из участков с потенциально фоновой нагрузкой (заповедная зона), является территория водосборной площади оз. Лошамье. Несмотря на отсутствие деятельности человека на этой территории, по результатам мониторинга прошлых лет, проводимого администрацией НП совместно с аттестованными лабораториями г. Смоленска, было установлено превышение ПДК (для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурного водопользования) содержания Hg в приповерхностной воде озера в 2008 и в 2009 г. в 7-188 раз.

С целью установления возможных источников поступления поллютантов в «конечное депо» миграции – донные отложения, необходимо провести геохимическую съемку территории поверхностного водосбора озера, площадь которой можно условно установить по изогипсе (200 м.н.у.м.), а также всей системы в целом «водосборная площадь-поверхностные воды-донные отложения» оз. Лошамье. Работа была проведена сотрудниками и студентами кафедры Экологической геологии Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета с 2014 по 2022 годы.

**Основные выводы ранее проведенных исследований [1, 2, 3].** Эколого-геохимическое обследование 2014-2019 г. территории водосборной площади оз. Лошамье, по результатам которого не установлено наличия превышений ПДК каких-либо элементов, однако характер распределения и диапазон значений концентраций может свидетельствовать о наличии внешних источников загрязнения, не проявленных на данной территории в полной мере.

Проведено эколого-геохимическое исследование береговых осадков и донных отложений (мощностью до 0,3 м) оз. Лошамье, по результатам которого не установлено наличия превышений нормативно установленных значений (фоновых) каких-либо элементов (кроме ртути), однако характер распределения и диапазон значений концентраций может свидетельствовать о наличии внешних источников загрязнения, не проявленных на данной территории в полной мере. Результаты факторного анализа содержаний Hg и других ТМ в донных отложениях с учетом фракционного состава, подтвердили полученные выводы о связи размерности и интенсивности накопления только в отношении Hg, что может быть связано с наличием обособленного источника на территории исследования и/или за её пределами.

Таким образом, особенности распределения большинства элементов в почве и донных отложениях позволяет сделать заключение о наличии невысокого и/или прошлого техногенного воздействия на территорию бассейна оз. Лошамье в части образования слабоконтрастных аномалий Cu, As, Mn, Pb и Cr. Исключением является Hg, геохимические аномалии которой характеризуются большим градиентом, что является свидетельством наличия постоянного, но слабого источника.

В полевых работах 2022-23 годов сеть пробоотбора размещалась таким образом, чтобы охватить максимальную площадь озер, с учетом потенциальных источников воздействия [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. В течение полевых работ отбирались пробы с тратифицированных (колонок с ненарушенной структурой, каждые 10 см керна, пробоотборник ГОИН 1,5 м.) донных отложений. Схема – рис. 1, объемы исследований – табл. 1.

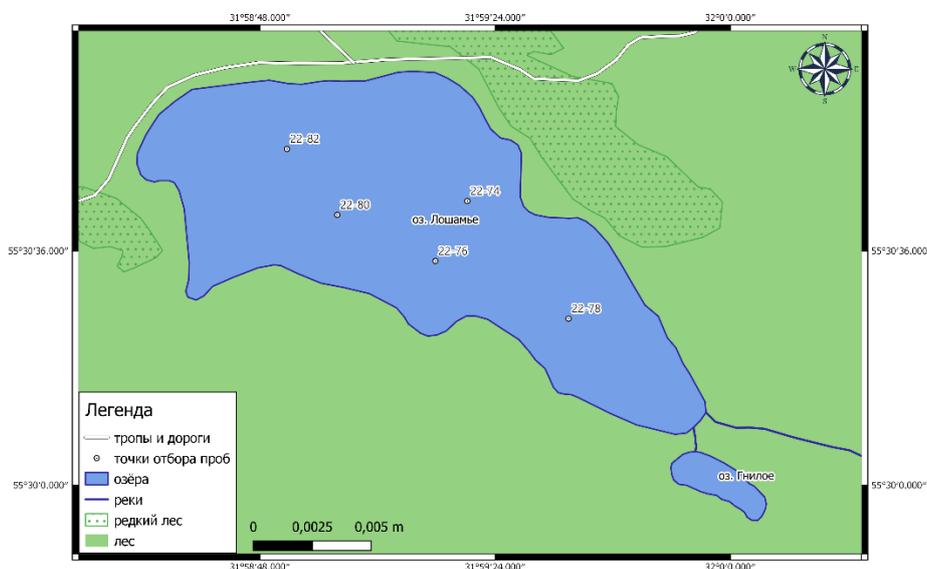
**Таблица 1**

Данные о количестве и глубине отбора проб в 2022 г

№ точки	Кол-во проб из керна	Мощность отобранной колонки
22-74	13	0-1,3 м
22-76	13	0-1,3 м
22-78	11	0-1,1 м
22-80	10	0-1,0 м
22-82	11	0-1,1 м

Анализ отобранных проб проводился на базе кафедры геохимии Института наук о Земле ртутным аналитическим комплексом РА-915+ с приставкой ПИРО 915.

Всего было отобрано 5 колонок по 10-13 проб (всего 57 проб), максимальная и минимальная концентрация Hg - 145 и 28 мкг/кг соответственно; медиана – 57 мкг/кг (рис. 2).



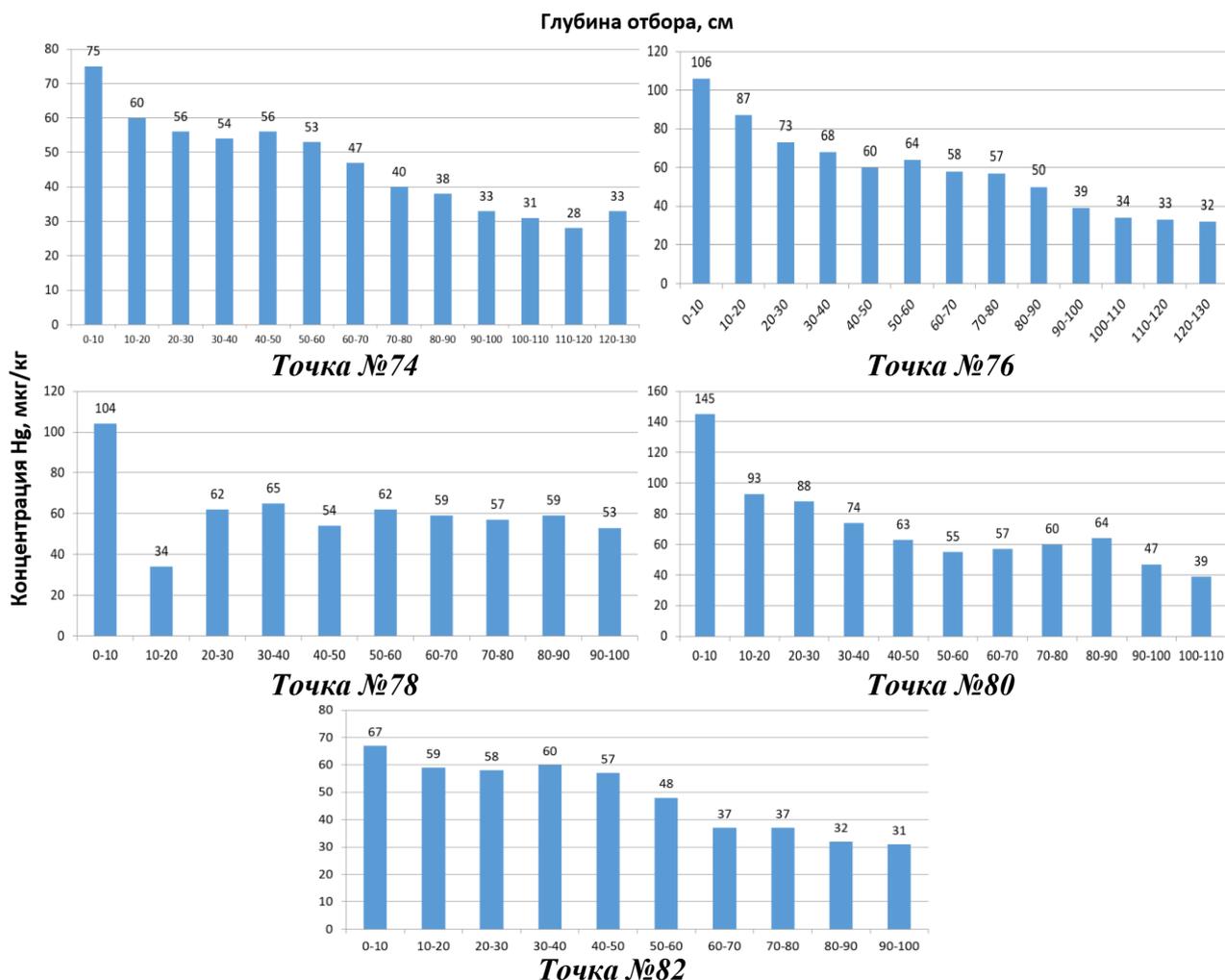
**Рис. 1** Схема отбора стратифицированных проб донных отложений в 2022-23 годах.

Установленная закономерность распределения ртути по колонке донных отложений свидетельствует о современном техногенном ведущем вкладе в содержание: более глубокие слои осадков связаны с доисторическим периодом существования озера, исходя из примерной скорости осадконакопления – 1 мм в год.

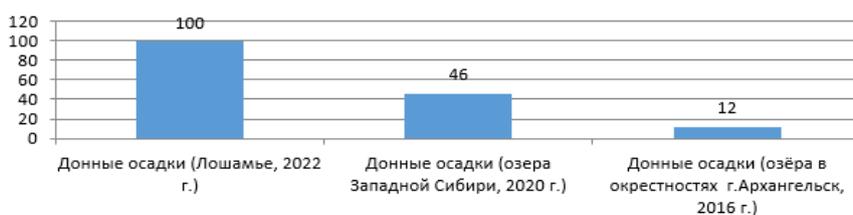
При сравнении значения содержания ртути в поверхностных донных осадках оз. Лошамье с данными по другим пресноводным озёрам можно наблюдать превышения средних значений, что примечательно, поскольку, согласно исследованиям донных осадков озёр Западной Сибири (Захарченко А.В., Пасько О.А. и др, 2020 г.) и донных осадков озёр в окрестностях г. Архангельск (Овсепян А.Э., Федоров Ю.А. и др, 2020 г.) имеют более высокую антропогенную и промышленную нагрузку (рис. 3).

По полученным результатам, было установлено, что во всех случаях концентрации ртути наибольшая в первой пробе, глубина отбора 0-10 см, а абсолютное максимальное значение - 145 мкг/кг – установлено в центральной глубоководной части водоёма.

**Заключение.** Главной задачей исследования являлось установление характера изменений концентраций ртути колонке донных отложений. Результаты показали, что средние значения концентраций ртути в донных осадках на глубине 0-10 см превышают в 1,5 раза средние значения концентраций ртути в донных осадках уже на последующем интервале опробования и в последствии более плавно снижаются с увеличением глубины. Установленная закономерность распределения ртути по колонке донных отложений свидетельствует о современном техногенном ведущем вкладе в содержание: более глубокие слои осадков связаны с доисторическим периодом существования озера, исходя из примерной скорости осадконакопления – 1 мм в год.



**Рис. 2** Диаграмма распределения содержаний Hg в пробах донных отложений.



**Рис. 3.** Содержания ртути в поверхностных донных отложениях (мкг/кг)

### Литература

1. Подлипский И.И., Зеленковский П.С. Эколого-геохимическая оценка состояния системы оз. Лошамье (НП "Смоленское Поозерье"). В сборнике: Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии. Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. с. 530-536;
2. Терехова А.В., Подлипский И.И., Зеленковский П.С., Хохряков В.Р. Разработка сети пробоотбора для комплексного эколого-геологического мониторинга территории национального парка "Смоленское Поозерье". Природа и общество: в поисках гармонии. 2016. №2. с. 150-155;
3. Подлипский И.И. Методика эколого-геологической оценки ртутного загрязнения оз. Лошамье (Национальный парк «Смоленское Поозерье», Смоленская

область). / Материалы IV международных чтении памяти Н.М. Пржевальского: «Творческое наследие Н.М. Пржевальского и современность». Смоленск: Изд-во «Манжета», 2014, с. 116-119;

4. Stanislav V. Dubrova, Ivan I. Podlipkiy, Vitaliy V. Kurilenko, Willington Siabato Functional city zoning. Environmental assessment of eco-geological substance migration flows. // «Environmental Pollution» 197, (2015) pp. 165-172

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЕННЫХ ПРОБ ГОРОДА ИЗОБИЛЬНЫЙ

**Паташова Елизавета Сергеевна**, студентка 4 курса кафедры физической географии и кадастров ВШГиГ СКФУ.

**Научный руководитель: Скрипчинская Евгения Андреевна**, к.г.н., доцент кафедры физической географии и кадастров ВШГиГ СКФУ.

Для устойчивого развития города крайне важно учитывать экологического состояние входящих в него природных компонентов, а с развитием промышленности и сельского хозяйства количество поллютантов в них стало расти быстрыми темпами. Для минимизации загрязнения необходим постоянный мониторинг за состоянием окружающей среды, основным объектом наблюдения которого целесообразно выбрать почвенный покров города, так как он отличается большей стабильностью и аккумулятивностью, а также меньше подвержен динамическим изменениям, в то время как воздушные массы атмосферы и водные массы гидросферы характеризуются большей мобильностью миграции веществ.

Для определения степени загрязнения почвенного покрова рассмотрена шкала экологического нормирования (ШЭН), в которой приводится градация различных уровней содержания поллютантов в пределах нормы от предельно допустимой концентрации тяжелых металлов в почве (таблица 1).

Таблица 1

Шкала экологического нормирования тяжелых металлов  
в почвах, мг/кг, [1]

Уровень содержания / Градация	Элементы			
	Cu	Zn	Pb	Cd
Очень низкий	Менее 5	Менее 15	Менее 5	Менее 0,05
Низкий	5-15	15-30	5-10	0,05- 0,10
Средний	15-50	30-70	10-35	0,10-0,25
Повышенный	50-80	70-100	35-70	0,25-0,50
Высокий	80-100	100-150	70-100	0,50-1,00
Очень высокий	100-150	150-200	100-150	1-2

На территории города Изобильного Ставропольского края заложены 12 точек отбора проб (рисунок), проведены исследования химического состава почвенного компонента рентгенофлуоресцентным методом на предмет содержания тяжелых металлов: меди (Cu), цинка (Zn), свинца (Pb), кадмия (Cd) (таблица 2).

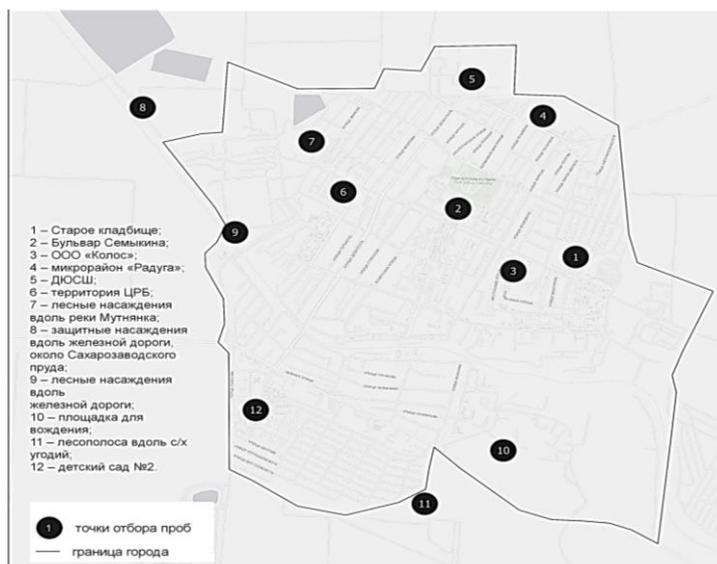


Рисунок – Точки отбора проб в пределах г. Изобильного

Для сопоставления полученных статистических показателей по уровню содержания тяжелых металлов в почвенном покрове проведен обобщенный анализ данных по ключевым точкам исследования в пределах г. Изобильного.

Таблица 2

Среднее содержание тяжелых металлов в почвах г. Изобильного

№ пробы	Содержание микроэлементов, мг/кг			
	Cu	Zn	Pb	Cd
№1	48,997	75,4964	8,286	0,242
№2	10,6881	89,1829	8,2720	0,2540
№3	9,1641	43,2399	8,3691	0,2556
№4	10,3829	45,93867	8,50555	0,27867
№5	11,2347	52,4713	8,4757	0,2622
№6	9,4334	54,0447	8,5262	0,2518
№7	10,3233	38,2430	7,4190	0,2330
№8	10,0787	45,0516	8,8363	0,2844
№9	8,7138	26,7191	7,9281	0,2582
№10	9,7881	35,7290	7,6650	0,2365
№11	8,8981	31,6247	7,7139	0,2520
№12	9,7398	30,7887	8,5315	0,2569

В ходе сравнения показателей, в соответствии с шкалой экологического нормирования (ШЭН), точки отбора проб ранжированы на группы со схожими тенденциями по уровню загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами:

В половине исследуемых образцов, опираясь на ШЭН содержания тяжелых металлов в почве (таблица 2), можно отметить низкое содержание меди и свинца, среднее содержание цинка и повышенное содержание кадмия. Данная закономерность отмечается в точках отбора:

— Точка №3 - место отбора на территории сельскохозяйственного предприятия ООО «Колос», которое в ходе работы задействует различные удобрения, являющиеся источником загрязнения тяжелыми металлами.

— Точка №4. Отбор образца осуществлялся в пределах микрорайона «Радуга», с низкой загруженностью автомобильных дорог и преобладанием садов и огородов на приусадебных участках.

— Точка №5. Проба отбиралась рядом с детско-юношеской спортивной школой, рядом находится автомобильная дорога с проездом в промышленную зону, при этом, несмотря

на низкое содержание меди по ШЭН, данный образец выделяется повышенными показателями на фоне остальных проб.

— Точка №6 – отбор проводился на территории Центральной районной больницы, рядом находится автомобильная дорога, через которую ежедневно проходит большой поток транспорта, что сказывается в виде повышенного содержания кадмия и цинка;

— Точка №8, которая отбиралась в промышленной зоне вблизи железной дороги, около Сахарозаводского пруда;

— Точке №12. Проба отбиралась на территории детского сада, вблизи которого расположена проезжая часть, что может влиять на среднее содержание цинка и повышенное содержание кадмия.

В части исследуемых образцов, можно отметить низкое содержание меди, цинка и свинца и повышенное содержание кадмия. Данная закономерность отмечается в точках отбора:

— Точка №9, отобранная в промышленной зоне вдоль железной дороги.

— Точка №11. Отбор проб происходил в пределах территорий сельскохозяйственных угодий с малой транспортной мобильностью дорог.

Далее будут проанализированы точки, для которых не характерна корреляция по уровню содержания загрязняющих веществ в почвенном покрове:

— В точке №1 можно отметить среднее содержание меди и кадмия, повышенное содержание цинка и низкое содержание свинца. Проба отбиралась в пределах зеленых насаждений на территории городского кладбища, где по всему периметру наблюдается захламление жестяными банками, бутылками и прочим мусором антропогенного происхождения.

— В точке №2 наблюдается низкое содержание меди и свинца, а также наблюдается повышенное содержание цинка и кадмия. Проба отбиралась в частном жилом секторе, где зеленые насаждения присутствовали, но зафиксировано наличие строительного мусора, ввиду недавно проходившей на данной территории стройки, и как следствие, содержание некоторых элементов выше среднего по образцам.

— В точке №7 наблюдается низкое содержание меди и свинца, среднее содержание цинка и кадмия. Проба отбиралась вблизи природного экологического коридора - реки Мутнянка, которая является естественным проводником различных веществ в черте и за пределами города.

— В точке №10 наблюдается низкое содержание меди, свинца и кадмия и среднее содержание цинка. Проба отбиралась вблизи единственного в городе, активно используемого, автодрома.

Подводя итог, можно отметить, что содержание всех элементов находится в рамках предельно-допустимых концентраций и на данный момент не требует экстренного вмешательства. При этом особенно выделяется повышенное содержание кадмия и среднее цинка практически во всех точках отбора, что говорит о необходимости проведения профилактических и восстановительных мероприятий на начальных стадиях загрязнения. Содержание меди и свинца на данный момент по стандартным градациям соответствует низкому уровню.

Полученные данные необходимо использовать для дальнейшего мониторинга за состоянием окружающей среды, корректирования объектов территориального планирования с целью усиления средостабилизирующих функций, а также результаты исследования будут способствовать выявлению мест, наиболее подверженных антропогенному воздействию и нуждающихся в профилактических мероприятиях по их защите [2, 3].

## Литература

1. Обухов А. Я., Ефремова Л. Л. Охрана и рекультивация почв, загрязненных тяжелыми металлами // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы: Материалы 2-й Всесоюзн. конф. М., 1988. Ч. 1. - С. 23.
2. Паташова Е.С. Пространственное распределение тяжелых металлов в почвах г. Изобильного // Географические проблемы развития стран и регионов: Сборник материалов международной научно-практической конференции / Под редакцией проф., д. геогр. н. Н.А. Щитовой. – Ставрополь, 2023. – С. 201-205.
3. Паташова Е.С. Эколого-геохимические особенности почвенного покрова рекреационных территорий г. Изобильный // Сборник материалов участников XIX Большого географического фестиваля: электронное издание, Санкт-Петербург, 07–09 апреля 2023 года / Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Наук о Земле, Профсоюзная организация студентов и аспирантов СПбГУ. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2023. – С. 123-127.

## ТРЕХФАЗНАЯ И ГЕЛЕВАЯ МОДЕЛИ ПОЧВ В АНАЛИЗАХ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

**Сухарев Алексей Игоревич**, студент 3 курса кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

**Ушкова Дарья Александровна**, магистр 1 года кафедры географии почв обучения факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

**Научный руководитель: Федотов Геннадий Николаевич**, д.б.н., ведущий научный сотрудник кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

В настоящее время большинство представлений в физике почв базируется на трехфазной модели (далее — ТМП), основанной на существовании в почвах трех агрегатных состояний: твердого (минеральные и органические частицы), жидкого (почвенный раствор) и газового (почвенный воздух).

В последние десятилетия для объяснения полученных результатов стали активно привлекать гелевую модель почв (далее — ГМП), которая основана на том, что почвенные частицы являются сложными образованиями и состоят из более мелких частиц, покрытых и связанных между собой почвенными гелями [1], основой которых являются надмолекулярные образования (кластеры), состоящие из гуминовых веществ (ГВ) [2].

Целью настоящей работы является анализ физических свойств почв с позиции гелевой модели почв.

Предлагается вначале рассмотреть некоторые наблюдаемые для почв явления с позиций ТМП.

Для дисперсных систем известно явление реопексии. Оно заключается в увеличении динамической вязкости при росте напряжений сдвига. Однако единого общепринятого объяснения реопексии нет. Будучи характерной и для почв, реопексия в них проявляется в увеличении вязкости почвенных паст при увеличении степени механического воздействия на эти пасты [3]. С точки зрения ТМП объяснить реопексию для почв достаточно трудно.

Следующий пример касается одной из почвенно-гидрологических констант — влажности разрыва капилляров (ВРК). Как известно, физический смысл ВРК с позиций ТМП заключается в разрыве сплошного гидродинамического каркаса в капиллярах [3]. Это должно означать, что удельная электропроводность почвенных образцов при достижении ВРК должна скачкообразно меняться, поскольку происходит разрыв проводящей среды. Однако эксперименты этого не подтверждают (рис. 1).

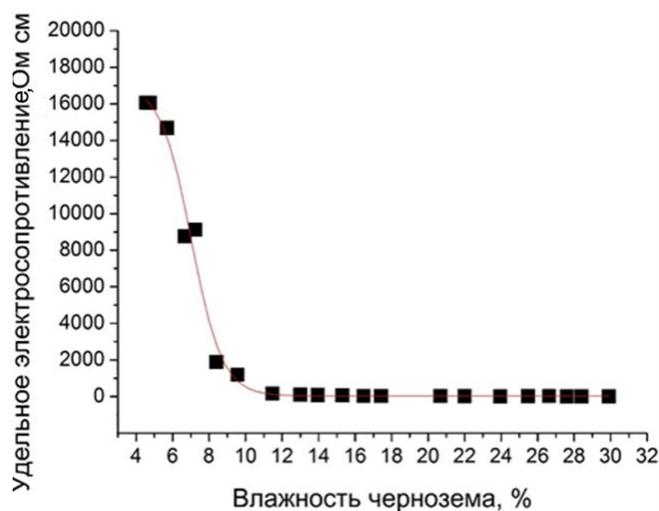


Рис. 1. Зависимость электрического сопротивления почв от влажности

В качестве последнего примера рассмотрим процесс взаимодействия воды с почвой. С точки зрения термодинамики самопроизвольно вода может переходить из одной фазы в другую тогда, когда химический потенциал воды в одной фазе выше, чем в другой.

Исходя из приведённого выше совершенно логично предположить, что образец влажной (0,7-0,8 НВ) почвы, помещённый в эксикатор с чистой водой, перестанет поглощать влагу, когда уравниются потенциалы воды в жидкой фазе почвы и в воздухе внутри эксикатора. Однако было экспериментально установлено, что почвенные образцы влажностью 0,7-0,8 НВ, вопреки термодинамическим представлениям, не поглощают влагу из паровой фазы эксикатора, а сохнут. В качестве примера приведены данные, полученные нами для чернозёма (рис. 2). С точки зрения трёхфазной модели объяснить причины данного неравновесного процесса не представляется возможным.

Можно объяснить явление реопексии для почв с помощью ГМП. Полученные данные (рис. 3) свидетельствуют, что при росте числа оборотов размер частиц в пасте не падает, а растёт. По всей видимости, это обусловлено разрушением гелей на поверхности почвенных частиц с отделением от них кластеров гуминовых веществ и последующим формированием новых фрагментов гелей в пасте. Фрагменты гелей включают в свой состав воду, уменьшая количество кинетически свободной воды, тем самым увеличивая вязкость паст. Таким образом, объяснение с позиций гелевой модели почв выглядит вполне логичным.

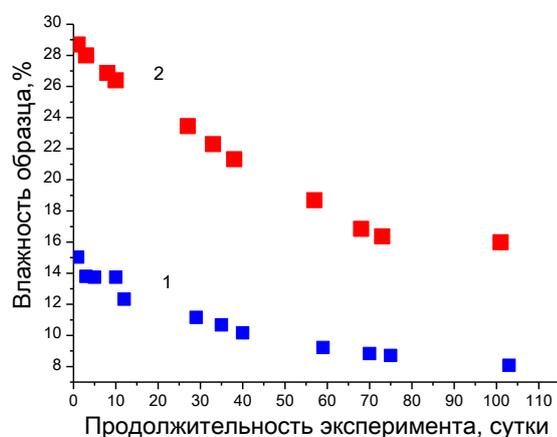


Рис. 2. Высушивание почв в эксикаторе

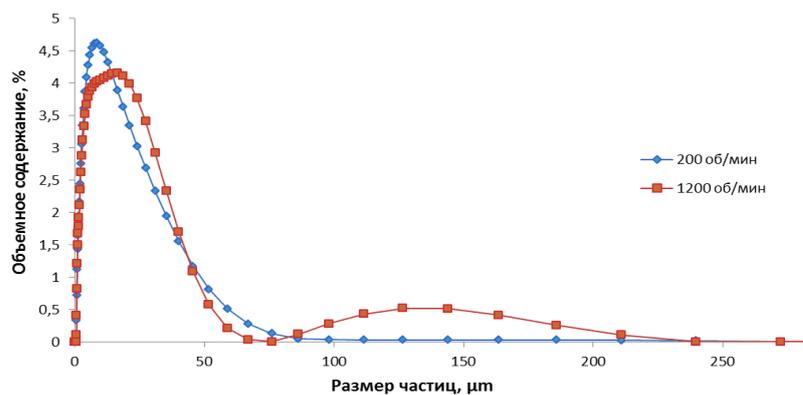


Рис. 3. Гранулометрический состав почвенного образца

Объяснить отсутствие скачка электропроводности при достижении ВРК можно, если принять, что часть воды в капиллярах теряет подвижность, но не электропроводность. Единственным объяснением этому является существование части воды в почвах в составе малоподвижного геля, который выстилает собой поверхность капилляров. Нарушение сплошности водного каркаса ведёт к прекращению протекания тока по воде капилляров, однако сохраняется возможность его прохождения по воде в гелях. Поэтому скачка при достижении ВРК не наблюдается.

Объяснить потерю влажными почвами воды при их нахождении в эксикаторе с водой с позиций термодинамики можно, только если принять образование гидрофобной поверхности почвенных частиц при испарении из них воды. В основе механизма данного явления лежит амфифильность частиц-молекул ГВ, показанная в исследованиях [4]. По представлениям, основанных на термодинамике, можно говорить о том, что при достаточно высоких влажностях дифильные частицы-молекулы ориентированы друг к другу гидрофобными участками, а на поверхность, т. е. на контакт с водой, выходят их гидрофильные участки. При снижении влажности ниже критического значения ситуация меняется на противоположную, так как капилляры оказываются заполнены не водой, а воздухом, в силу чего становится более термодинамически выгодно, чтобы частицы-молекулы контактировали через гидрофильные участки, а к поверхности были ориентированы гидрофобными участками. Таким образом, когда вода покидает участок геля, в нём происходит структурная перестройка, ведущая к гидрофобизации поверхности почвенной частицы. В свою очередь, обратному процессу — попаданию воды в гель из паровой фазы как раз препятствует образованная гидрофобная поверхность. Это и обуславливает потерю влаги почвой в эксикаторе.

### Литература

1. Тюлин А.Ф. Органо-минеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания высших растений, Москва: АН СССР, 1958. — с. 52.
2. Федотов Г.Н., Добровольский Г.В. Возможные пути формирования нано- и микроструктур в гумусовых веществах почвенных гелей. Почвоведение, № 8, 2012. — с. 908-920
3. Шеин Е.В. Курс физики почв. Москва: МГУ, 2005. — 432 с.
4. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения, Москва: ГЕОС, 2009. — 186 с.

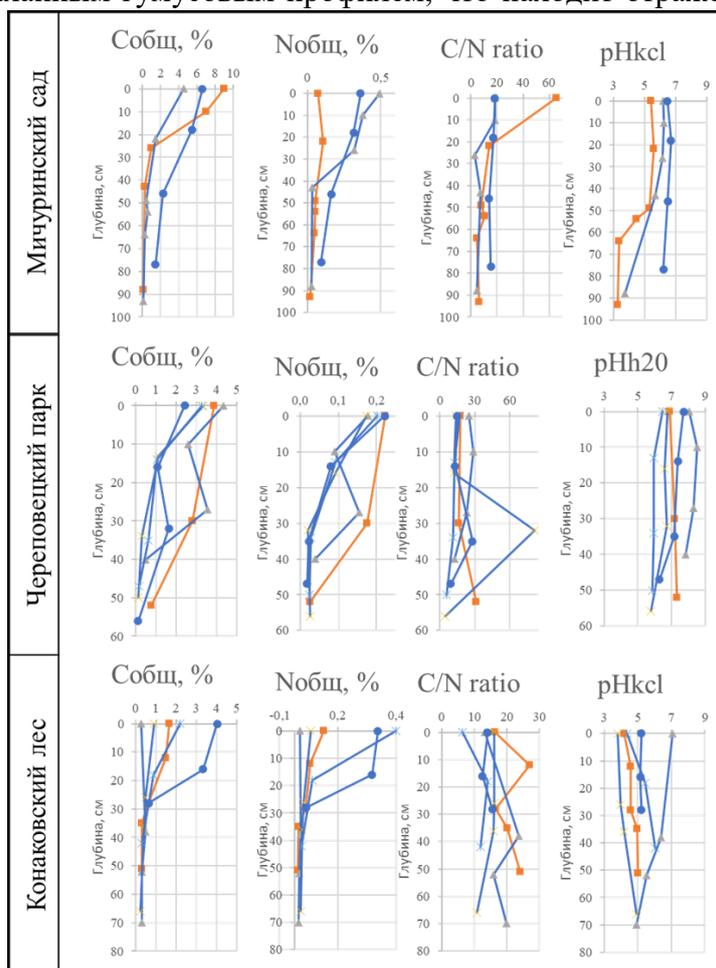
# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ПРЕОБРАЗОВАННОСТИ

**Лосев Артем Иванович**, аспирант 3-го года обучения, **Наумов Владимир Дмитриевич**, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Наумов Владимир Дмитриевич**, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Самые густонаселенные и активно развивающиеся регионы РФ (центральный, северо-западный, приволжский, уральский федеральные округа) частично или полностью располагаются на территории среднерусской провинции [7], подвергая местные почвы (по большей части – дерново-подзолистые) мощной антропогенной нагрузке. Для обеспечения полноценного и экологичного устойчивого развития необходимо понимать, как повсеместная урбанизация изменяет почвенный покров, миллионами лет формировавшийся под пологом леса, и как лесная растительность, находящаяся в неразрывной связи со свойствами почв, может способствовать сохранению оптимального состояния почв.

Полученные, в результате отбора и анализа [1-5] образцов из Мичуринского сада г. Москвы, Череповецкого парка Вологодской области и Конаковского леса Тверской области, данные (рисунок 1) позволяют сравнить с точки зрения гумусового состояния 3 объекта со схожими зональными условиями почвообразования, однако с принципиально разными типами антропогенной нагрузки. Исследованные почвы Мичуринского сада - это агроземы, с многократно перепаханным гумусовым профилем, что находит отражение в распределении



**Рисунок 4.** Профильное распределение исследуемых показателей

гумуса по профилю. Среднее содержание углерода здесь в слое 0-30 – 5% и вниз по профилю резко убывает до значений менее 0,5%, когда как в Череповецком парке, почвы которого представлены зональными дерново-подзолистыми почвами (кроме разрезов 6, 7, 9, являющимися урбаноземами), среднее содержание углерода в том же слое достоверно ниже – 2,8% с уменьшением вниз по профилю до тех же 0,5% и ниже, но с незначительной аккумуляцией вымываемого органического вещества в горизонте В. Такая аккумуляция характерна для данной зоны, но не наблюдается в почвах сада, в виду периодического проведения плантажных вспашек, а в почвах парка хоть и проявляется но достаточно слаба, в виду сильной рекреационной антропогенной нагрузки на территорию. В урбаноземах распределение углерода неравномерное и распределено незакономерно (приложение 6) в виду насыпного происхождения горизонтов. Однако, содержание углерода варьирует в тех же диапазонах, так как насыпной материал был перераспределен с близлежащих территорий и является генетически теми же горизонтами дерново-подзолистых почв, но перемешанными между собой и с массой включений антропогенной природы. В пойменном лесу Конаковского района почвы формируются на песчаных и супесчаных породах аллювиального генезиса. Таким образом, аккумуляция углерода ниже в виду легкого гранулометрического состава – в слое 0-30, в среднем 1,4% (по результатам анализа дополнительных верхних горизонтов, помимо образцов из профилей, среднее содержание составило 2,1%) с уменьшением вниз по профилю до 0,2-0,3%.

Аналогичная картина складывается с содержанием общего азота. В сельскохозяйственной почве его содержание, в виду имевшего место внесения органических и минеральных удобрений, заметно выше, чем в естественных антропогенно-нагруженных почвах, и сокращается вниз по профилю резче. Исключение – первый разрез, являющийся залежным и как следствие менее обеспеченным азотом и углеродом с поверхности. Распределение азота по профилю урбаноземов Череповецкого парка по аналогии с распределением углерода неравномерно и незакономерно. Наименьшее содержание азота, при схожей динамике в профиле, зафиксировано в легких почвах Конаковского леса.

Отношение C / N в почве существенно меняется в зависимости от соотношения C / N в существующем растительном органическом веществе, однако данный показатель является важным маркером обеспеченности почв. Так, при величине отношения >14 принято считать, что обогащенность гумуса азотом – очень низкая, 14-11 – низкая, 11-8 – средняя, 8-5 – высокая, <5 – очень высокая. [6]

В исследуемых почвах гумусовые горизонты во всех случаях испытывают дефицит азота. Наиболее ярко он выражен в залежной почве Мичуринского сада, наименее выражен в естественных почвах Череповецкого парка. По распределению данного показателя по профилям видно, что вниз по профилю дефицит снижается, что объясняется различным потреблением азота в верхних горизонтах почвенной микрофлорой.

pH почв, по всей видимости, является достаточно чувствительным показателем к тому типу антропогенной нагрузки, который испытывают почвы Череповца. Несмотря на то, что предыдущие показатели, как и морфологический анализ профилей свидетельствуют о том, что это зональные дерново-подзолистые почвы – кислотность почв парка близка к нейтральной и даже щелочная, что нехарактерно для данной зоны. Помимо рекреационной нагрузки, которую испытывают почвы любых парков, Череповец в целом подвержен тяжелой техногенной нагрузке, вызванной высокой концентрацией в регионе тяжелой сталелитейной промышленности. Город сильно запылен и загрязнен отходами производств – шлаками, окалинами, шламами, керамическим ломом. Эффект повышения pH от такого рода загрязнений был ранее зафиксирован в моей магистерской диссертации на границах с проезжей частью пробных площадях ЛОД. Таким образом pH<sub>H2O</sub> в парке варьирует от 6,4 до 8,8, за исключением оглеенных горизонтов и разреза 20, который является наиболее типичным для зоны южной тайги и находится в максимальном удалении от источников загрязнения и воздействия человека. Почвы Конаковского леса имеют свойственную зональному типу почв кислотность порядка 4,5-5,0 pH, в Мичуринском саду виден сдвиг кислотности в нейтральную

сторону – вследствие мелиоративных мероприятий. Также видно, что на залежном участке рН постепенно возвращается к зональным значениям.

Помимо описанных исследований, был проведен эксперимент по сравнению двух распространенных методов определения углерода/органического вещества почв: наиболее привычного и популярного в РФ метода мокрого озоления (метод Тюрина в модификации ЦИНАО) с определением восстановительной способности почв, и метода сухого сжигания на CNHS/CN анализаторе с ИК-определением концентрации выделившегося в процессе  $\text{CO}_2$ .

Результат, представленный на рисунке 1, показал, что методы имеют существенные расхождения в показаниях, увеличивающиеся с повышением концентрации С в пробе.

Коэффициент доверительной аппроксимации  $R^2 = 0,88$ , что свидетельствует о заметном расхождении фактических результатов с математически предсказанной моделью.

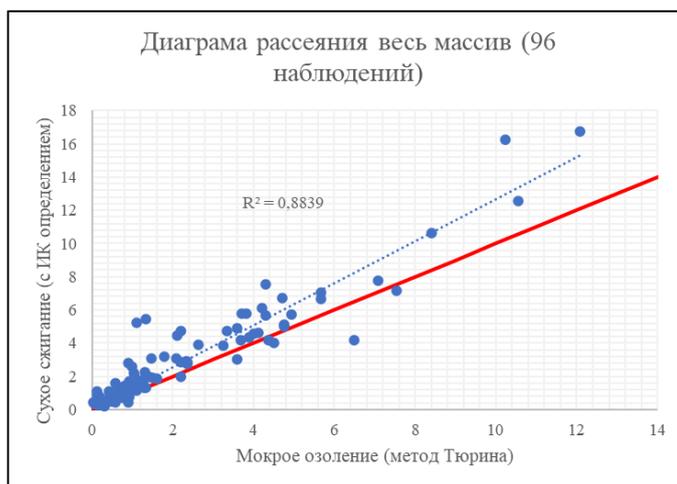


Рисунок 5. Сравнение методов определения углерода

### Литература

1. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа
2. ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества.
3. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки
4. ГОСТ 28268-89 Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений
5. ГОСТ Р 58596-2019 Почвы. Методы определения общего азота
6. Орлов, Д. С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов / Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова, М. С. Розанова // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918-926. – EDN OWPLCP.
7. Национальный атлас почв Российской Федерации / Под. ред. С.А. Шобы. М.: Астрель, 2011. 629 с.

## РЕЛЬЕФ КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТАХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ЛОД РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**Павлюченкова Анна Владиковна** - студентка 3 курса бакалавриата кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,

**Шмакова Кристина Алексеевна** – аспирант 2 г.о. кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Мамонтов Владимир Григорьевич** – д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

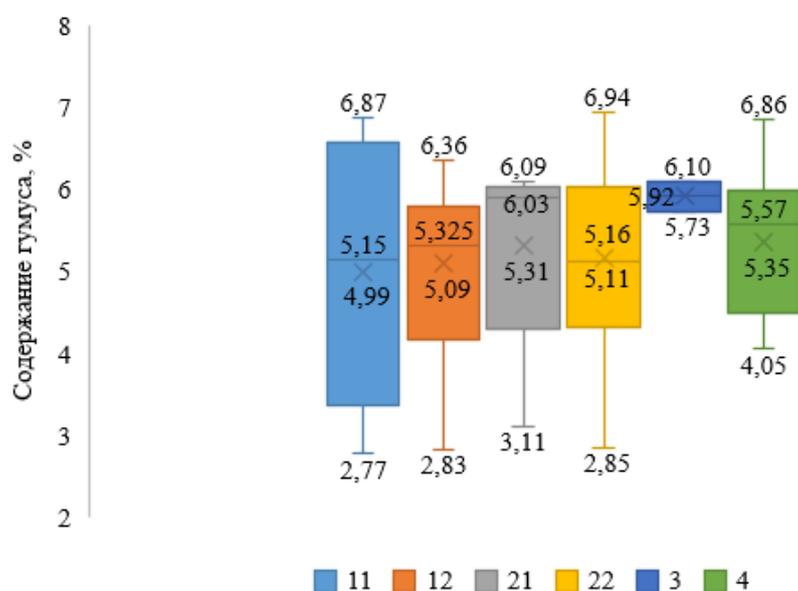
**Цель:** установление зависимости между показателями гумусового состояния почв и рельефом местности

**Задачи:**

1. проанализировать аналитические данные по исследуемым почвам;
2. дать оценку связи содержания гумуса с рельефом ЛОД РГАУ-МСХА;
3. установить ряд специфических особенностей по варьированию содержания гумуса в зависимости от изменения рельефа.

Современные исследования почв лесной опытной дачи РГАУ-МСХА (ЛОД) очень разнообразны и всесторонни. Являясь лабораторией под открытым небом в условиях крупного мегаполиса, этот участок уникален. Изучение органического вещества лесных почв незаменимый этап в этих комплексных изысканиях. Гумусовое состояние почв ЛОД протекает при интенсивном влиянии двух процессов дернового и подзолистого. В связи с чем мы можем наблюдать яркую дифференциацию по профилю почв проявлений этих процессов [1].

Для общего мониторинга ЛОД был произведен отбор образцов в 86 точках с глубины 10 см и исследование основных свойств почв, а также уровень их загрязнения тяжелыми металлами.



*Рисунок 6* – График размаха содержания гумуса по элементам рельефа ЛОД (11- Субгоризонтальная вершина моренного холма; 12 - Склон моренного холма; 21 - Горизонтальная поверхность камовых террас; 22 - Субгоризонтальная поверхность водноледниковой равнины; 3- Циркообразные понижения; 4- Долинообразное понижение)

Нами проведена статистическая обработка данных в программе Statistika 10.0. Анализ данных включал: параметры описательной статистики (вычислялись среднее, медиана, сумма, максимум и минимум значений, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации),

выявлены коэффициент корреляции по Спирману между содержанием гумуса и расположением почв по рельефу рельефа, а также составлены графики разброса по группам рельефа.

Изученные данные показали, что содержание гумуса на территории ЛОД варьирует от 2,77 до 6,94%, в среднем этот показатель составляет 5,22%. Дисперсия равная 1,04 показывает, что большинство значений близко к среднему показателю. Коэффициент вариации (19,54) свидетельствует о том, что значения достаточно сильно варьируют, действительно это можно наблюдать, анализируя максимум и минимум значений.

Можно сделать вывод, что почвы хорошо обогащены гумусом, а его показатель достаточно высок для целинных почв этого региона, однако глубина взятия образца объясняет завышенные показатели.

Для анализа нами было произведено деление показателей на 6 групп по расположению точек, где отбирались образцы. Таким образом выделено: 11 - Субгоризонтальные вершины моренного холма; 12 - Склоны моренного холма; 21 - Горизонтальная поверхность камовых террас; 22 - Субгоризонтальные поверхности водноледниковой равнины; 3 - Циркообразные понижения; 4 - Долинообразные понижения [2].

Изучение распределения содержания гумуса по рельефу был проведен анализ диаграммы размаха (рисунок 1)

Наибольший размах содержание гумуса наблюдается на субгоризонтальной вершине моренного холма

Размах гумуса у склонов моренного холма и горизонтальной поверхности камовых террас, примерно одинаково. Схожие значения по размаху гумуса отмечены в варианте с долинообразными понижениями. Данные результатов по циркообразным понижениям не берем для рассмотрения, в связи с недостаточным количеством значений по сравнению с пятью другими группами. Так же у пяти групп наблюдается примерное одинаковое среднее содержание по гумусу.

Для установления тесноты связей дополнительно проведен корреляционный анализ по Спирману, который показал, что связь между содержанием гумуса и расположением точек отбора по рельефу имеет очень низкую тесноту связи (коэффициент корреляции = -0,1).

### **Выводы:**

1. Изученные данные показали, что содержание гумуса на территории ЛОД варьирует от 2,77 до 6,94%, в среднем этот показатель составляет 5,22%, разброс значений очень велик;
2. При отборе образцов с глубины 10 см влияние рельефа на содержание гумуса не значительно;
3. Необходимо проведение отбора образцов по тем же точкам на глубину 20, 30, 40 см либо заложение полноразмерных разрезов с уточняющими прикопками.

### **Литература**

1. Лосев А.И. Характеристика гумусовых горизонтов дерново-подзолистых почв, формирующихся в условиях мегаполиса, на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / А. И. Лосев, В. Д. Наумов, Н. Л. Каменных [и др.] // Агрехимический вестник. – 2023. – № 3. – С. 40-45. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-3-009. – EDN EZUHFM.
2. Наумов, В. Д. Лесорастительная характеристика дерново-подзолистых почв лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, К. А. Шмакова // Сборник трудов Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 24–25 октября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 47-50. – EDN IEYGBE.
3. Наумов В.Д. Почвенно-эколого-лесоводственная характеристика насаждений на геоморфологическом профиле Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В.

## СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБИЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НЕКОТОРЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ, СОДЕРЖАЩИХ РАЗНОЕ КОЛИЧЕСТВО НЕФТЕПРОДУКТОВ

Семина Ольга Юрьевна, студент 4 курса кафедры химии почв Московского государственного Университета имени М.В. Ломоносова

**Научный руководитель:** Розанова Марина Сергеевна, к.б.н., старший преподаватель кафедры химии почв Московского государственного Университета имени М.В. Ломоносова

Антропогенное воздействие на экосистемы криолитозоны, сильно возросшее в последние десятилетия в процессе освоения месторождений полезных ископаемых севера Красноярского края, актуализирует важность исследования происходящих изменений. Среди имеющих место вариантов антропогенного воздействия на криолитозону, отдельно стоят процессы техногенной трансформации почвенного покрова при строительстве нефтегазодобывающих площадок, нефтехранилищ и прокладке трубопроводов. При длительной эксплуатации описанных выше технологических комплексов накапливаются определенные последствия (локальные разливы нефтепродуктов (НП), накопление нефтяных пятен). Антропогенные воздействия приводят к нарушению химических и биологических свойств почв (в том числе, происходит угнетение биологической активности).

Загрязнение окружающей среды и почв нефтью и НП оказывает сильное воздействие на их функционирование:

- происходит угнетение или деградация растительного покрова за счет снижения поступления влаги к корневым системам растений и снижение активности процессов фотосинтеза;
- ингибируется деятельность микроорганизмов;
- происходит снижение видового разнообразия почвенной мезо- и микрофауны;
- происходит вымывание НП из почв в подземные или поверхностные воды;
- изменяются водно-физические свойства и структура почв;
- изменяются химические свойства почв;
- возрастает доля углерода НП в органическом веществе почв, что приводит к изменению соотношения C:N [2].

Примером антропогенного воздействия (катастрофы, связанной с разливом дизельного топлива (ДТ)), является разлив 29 мая 2020 года в районе Кайеркан города Норильска. Произошла разгерметизация бака резервного ДТ на теплоэлектроцентрали. Кроме самого разлива произошло возгорание. В результате разлива пострадали не только водные объекты, но и почвенный покров площадью около 180 тыс. м<sup>2</sup> [1].

Цель работы - оценить состав и содержание лабильного органического вещества (ЛОВ) почв района города Норильска (севера Красноярского края), содержащих разное количество НП после разлива дизельного топлива.

Были исследованы следующие почвы: криозем грубогумусовый глееватый, подбур тундровый и тундровая глеевая почва, отобранные в окрестностях города Норильска, содержащих разное количество НП.

По профилю почв были определены следующие показатели: содержание нефтепродуктов (НП); содержание углерода водорастворимых соединений (С<sub>в</sub>ов), лабильных гумусовых веществ (ЛГВ), органического углерода (С<sub>орг</sub>); активность фермента каталазы.

Распределение НП по профилю почвы показывает накопление их в средней части за счет перемещения вниз по профилю. Ранее исследования, проведенные С.Я. Трофимовым с соавторами [3], показали, что основная часть мигрирующих НП локализуется

преимущественно в верхних 10-15 см почвенной толщи. Миграция НП оказывается незначительной, как по количеству, так и по длине пути.

Следует отметить низкое содержание Свов, его доля в составе органического вещества (ОВ) не превышает 1-2% (таблица 1), в составе лабильных ЛГВ, определенных методом Дьяконовой и Булеевой (0,1 н вытяжка пиррофосфатом натрия с рН=7,0), преобладают фульвокислоты, с глубиной увеличивается доля лабильных гуминовых кислот (ЛГК), что связано с их подвижностью и возможностью перемещения вниз по профилю.

Для всех исследованных почв характерна низкая ферментативная активность по каталазе, которая колеблется от 1 до 3 см<sup>3</sup>/г мин<sup>-1</sup>, снижаясь в горизонтах с более высоким содержанием НП.

Таблица 1.

**Содержание НП и ЛОВ в органическом веществе исследованных почв**

Почва	Горизонт	НП, мг/кг	Сорг,	Доля от Сорг, %			Слгк/Слгв,
				Свов	Слгк	Слгв	
Криозем							
					45,30	82,05	55,21
					следы		не опр.
Подбур тундровый			33,64*	0,18	3,45	23,66	
			3	0,44	17,05	28,20	
Тундрово- глеевая			4	0,08	следы	,37	не опр.
							64,95
							42,45
							57,29

\* - ОВ, определено как потеря при прокаливании при температуре 525°C

**Литература**

1. Сазонов А.Д., Комаров Р.С., Передера О.С. Разлив нефтепродуктов в Норильске 29 мая 2020 года: предполагаемые причины и возможные экологические последствия. ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону; Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону // Экологические исследования и экологический мониторинг, 2020. – С. 173-177.
2. Середина В.П. Оценка техногенного воздействия нефти на свойства почв Западной Сибири // Известия Тюменского государственного университета, 2003, Т. 306. № 2. – С. 34-37.
3. Трофимов С.Я., Фокин А.Д., Купряшкин А.А., Дорофеева Е.И. Миграция нефти и её компонентов по профилю торфяной верховой почвы в условиях модельного эксперимента // Вест. Моск. Ун-та. Сер. 17. Почвоведение, 2008. № 1. – С. 25-28.

## ОЦЕНКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВОГРУНТОВ ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФИНСКОГО ЗАЛИВА НА ПРИМЕРЕ ЭКОСИСТЕМЫ НЕВСКОЙ ГУБЫ

**Ефременко Валерия Викторовна**, аспирант, кафедра Прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет

**Научный руководитель: Чебыкина Екатерина Юрьевна**, к.б.н., доцент, доцент кафедры Прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет

Прибрежно-водные территории Финского залива представляют собой экосистемы, обладающие значительной экологической и социо-экономической значимостью. Они являются очагами биологического разнообразия и играют ключевую роль в региональной экономике, связанной с рыболовством, туризмом и рекреацией. Защита этих территорий от антропогенных воздействий, в частности от аварийных разливов нефти, становится всё более важной задачей в контексте устойчивого развития региона [1].

Целью настоящего исследования является анализ физико-химических характеристик грунтов прибрежно-водных территорий Финского залива на примере Невской губы. Исследование направлено на выявление особенностей природной среды данного региона и получение исходных данных для разработки стратегии защиты участков береговой линии Невской губы при аварийном разливе нефти и нефтепродуктов.

С целью оценки прибрежно-водных территорий Невской губы с точки зрения устойчивости к разливу нефти летом 2022 года отобрано 8 потенциальных участков для отбора проб, которые учитывают следующие критерии:

- морфогенетический тип берегов: аккумулятивный песчаный со сложными косами, абразионный моренный (валунный), аккумулятивный песчаный;
- наличие водной растительности (ВР);
- местоположение относительно основных судоходных маршрутов нефтеналивных танкеров: на удалении от судоходных маршрутов ( $> 6$  км), поблизости судоходных маршрутов ( $< 6$  км).

Отбор проб осуществлялся в четырех равномерно расположенных точках в пределах литоральной зоны во время отлива. Глубина отбора проб составляла 0-15 см. Общее количество отобранных проб составило 33.

В современном мире с развитием промышленности и урбанизации увеличивается доля антропогенного воздействия на прибрежных территории, происходит активное изменение береговых линий. Данная тенденция приводит к значительной трансформации морфологии прибрежных зон, что особенно заметно на примере Невской губы, где наблюдаются как естественные, так и искусственные изменения рельефа береговой линии [2].

Протяженность и тип береговой линии играют ключевую роль в определении устойчивости территории к нефтеразливам. Аккумулятивные песчаные берега обладают естественной гибкостью и способностью к самовосстановлению, делая их относительно устойчивыми к эрозии и антропогенным воздействиям. В отличие от этого, абразионные берега могут быть менее устойчивыми к нефтяным загрязнениям по сравнению с песчаными берегами, поскольку нефтепродукты могут проникать в мелкие трещины и поры между камнями, что затрудняет их удаление. Кроме того, отсутствие значительной вегетации на таких берегах может снижать естественную способность экосистемы к самовосстановлению после загрязнения. Техногенные берега, сформированные в результате человеческой деятельности, снижают естественную способность этих зон к экологическому восстановлению. Таким образом, разнообразие береговой линии Невской губы требует комплексного подхода к управлению рисками нефтеразливов, учитывая, как естественные, так и техногенные аспекты для обеспечения эффективной защиты, и устойчивости этих территорий.

По результатам проведённого анализа содержание углерода органических соединений в пробах грунтов прибрежно-водных территорий Невской губы без водной растительности варьирует от 0,01 до 0,47% (рисунок 1, а).

В пробах с водной растительностью концентрация углерода значительно выше, варьируется от 0,07% до 12,27% (рисунок 1, б). Подобное различие в содержании углерода указывает на ключевую роль водной растительности в накоплении и сохранении органического вещества в прибрежных экосистемах.

Содержание углерода органических соединений ( $C_{орг}$ ) в пробах с водной растительностью превышает  $C_{орг}$  в пробах без водной растительности. Статистический анализ показал, что это различие является статистически значимым на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

В данном исследовании были приняты оптимальные условия (умеренная температура, доступность кислорода, наличие микробного сообщества, отсутствие токсичных веществ), когда органический углерод действует как источник питательных веществ, поддерживающий биологическую активность и способствующий биоразложению.

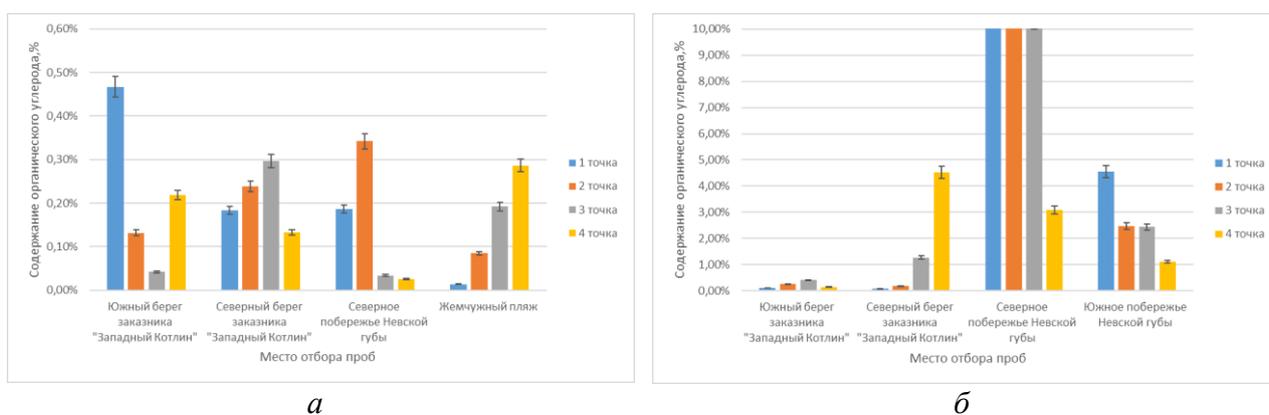


Рисунок 1 - Содержание углерода органических соединений по методу И.В.Тюрина [8] в отобранных пробах грунтов прибрежно-водных территорий Невской губы  
а - без водной растительности, б - с водной растительности

При соблюдении оптимальных условий повышенное  $C_{орг}$  в пробах с водной растительностью может служить индикатором высокой биопродуктивности и активных процессов накопления органического вещества на данных участках, что позволяет рассматривать их как участки с более высокой устойчивостью к различным воздействиям, включая нефтяное загрязнение. В то же время, зоны с низким содержанием углерода органических веществ могут быть более уязвимыми к антропогенным воздействиям, требуя более тщательного мониторинга и, предупреждению их потенциального загрязнения.

Механический состав имеет значительное влияние на устойчивость грунта к нефтяному загрязнению. Анализ механического состава грунтов показал, что во всех исследованных точках преобладают пески рыхлые и супеси. Супеси по результатам определения емкости катионного обмена имеют большую поглотительную способность по сравнению с песками. Более высокая емкость катионного обмена у супесей по сравнению с песками способствует эффективному удержанию нефтяных загрязнений. Обменные ионы на поверхности супесей могут связываться с нефтепродуктами и удерживать их в верхних слоях грунта.

Грунты на исследованных территориях неоднородны по своему механическому составу, причем наличие или отсутствие водной растительности может влиять на агрегатную структуру грунтов. Корневые системы растений могут снизить скорость миграции нефтепродуктов в грунте, ограничивая глубину проникновения и распространение загрязнения. Корни могут физически препятствовать перемещению нефтепродуктов в глубокие слои грунта, действуя как барьер. Некоторые растения способны поглощать и накапливать определенные загрязнители, включая углеводороды, что может снизить их

мобильность в грунте. Также корни улучшают агрегатную структуру грунта, повышая её пористость и водопроницаемость, что способствует удержанию загрязнителей на поверхности.

Таким образом, участки с преобладанием супесей и наличием водной растительности оказались более устойчивыми к нефтеразливам. Водная растительность в сочетании с более высокой емкостью катионного обмена супесей по сравнению с песками, способствует удержанию и биоразложению нефтепродуктов, ограничивая глубину проникновения и распространение загрязнения.

Механический состав грунтов имеет важное значение при планировании и реализации мероприятий по предотвращению и ликвидации нефтяных загрязнений, а также для принятия решений по устойчивому использованию и охране прибрежных территорий.

При рассмотрении сценария аварийного разлива нефти вблизи судоходных маршрутов участки, расположенные вблизи них, наиболее подвержены нефтезагрязнению. Данный факт требует незамедлительную реакцию на возникающие инциденты. Как правило, ресурсы для борьбы с загрязнением могут быть ограничены, поэтому участки вблизи судоходных маршрутов требуют особого внимания и стратегического планирования для минимизации рисков, связанных с нефтезагрязнениями, в частности улучшение мер по предотвращению аварий, повышение готовности реагировать на разливы и восстанавливать затронутые экосистемы.

В сценарии аварийного разлива нефти, происходящего вдали от судоходных маршрутов, участки, не находящиеся в непосредственной близости к интенсивному морскому трафику, могут испытывать меньшее прямое воздействие. Однако, они всё равно подвержены риску, особенно если нефтяное загрязнение распространяется за счёт течений и ветров. Такие участки требуют разработки долгосрочных стратегий мониторинга и мер по восстановлению, учитывающих вероятность отдалённого, но значительного воздействия разливов нефти на экосистемы и местную экономику.

Результаты оценки экологической устойчивости грунтов прибрежно-водных территорий Финского залива к нефтеразливам на примере Невской губы подчеркивают несколько основных факторов, влияющих на эту устойчивость, таких как механический состав грунта и наличие водной растительности. В работе также рассмотрены сценарии аварийного разлива нефти относительно близости участков береговой линии к судоходным маршрутам. Комбинация этих элементов обеспечивает более точную картину потенциальной экологической устойчивости конкретных участков. Таким образом, именно комплексный подход к оценке различных факторов и сценариев является наиболее показательным для определения устойчивости прибрежных территорий к нефтеразливам.

В качестве превентивных мер рекомендуется следующее:

1. Акцентировать внимание на постоянном мониторинге уязвимых участков и разработке превентивных мер для минимизации рисков разливов нефти.
2. Усилить готовность к оперативному реагированию на разливы нефти, обеспечив в том числе ресурсы для быстрой и эффективной ликвидации загрязнения.
3. Рассмотреть возможности для улучшения устойчивости уязвимых участков, включая реабилитацию и укрепление экосистем.
4. Развивать межсекторальное сотрудничество для обмена знаниями, опытом и ресурсами для противодействия и минимизации нефтезагрязнения. Данный подход направлен на объединение усилий различных отраслей экономики и сфер общественной жизни для решения сложных задач, включая разработку совместных планов аварийного реагирования, обмен технологиями очистки и восстановления грунтов, а также совместное финансирование исследований и разработку законодательных инициатив для защиты окружающей среды.

### Литература

1. Бредис О. А. Геоэкологическая оценка побережья Финского залива в пределах Курортного района Санкт-Петербурга // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2012. №147. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/geoekologicheskaya-otsenka-poberezhya-finskogo-zaliva-v-predelah-kurortnogo-rayona-sankt-peterburga> (дата обращения: 30.09.2023).

2. Atlas of geological and environmental geological maps of the Russian area of the Baltic Sea / Гл. ред. О. В. Петров; авт.: А. В. Амантов и др. - Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2010. - 1 атл. (77 с.): цв., карты, схемы, текст, табл., диагр., профили, разрезы, ил.; 31x44см.; ISBN 978-5-93761-165-9, : 500 экз.

3. 17.4.3.01-2017 «Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»

4. ГОСТ ISO 11464-2015 «Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа»

5. ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава»

6. Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. Химический анализ почв: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1995. 264 с. ISBN 5-288-01019-6.

7. Шилин М.Б., Сычев В.И., Михеев В.Л., Истомина Е.П., Леднова Ю.А., Лукьянов С.В., Абрамов В.М. Результаты исследований техносферы Невской губы в РГГМУ // Гидрометеорология и экология. 2020. № 60. С. 351-370. doi: 10.33933/2074-2762-2020-60-351-370.

8. Химический анализ почв: Учеб.пособие/ Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. - СПб., Издательство С.-Петербургского университета. 1995. 264 с.

9. Application of an oil spill vulnerability index to the shoreline of lower Cook Inlet, Alaska URL: [https://www.researchgate.net/publication/225704848\\_Application\\_of\\_an\\_oil\\_spill\\_vulnerability\\_index\\_to\\_the\\_shoreline\\_of\\_lower\\_Cook\\_Inlet\\_Alaska](https://www.researchgate.net/publication/225704848_Application_of_an_oil_spill_vulnerability_index_to_the_shoreline_of_lower_Cook_Inlet_Alaska) (дата обращения: 08.08.2023)

10. Моторыкина В. В., Соколова Д. С., Загородняя Ю. А., Демин В. В., Трофимов С. Я. Влияние органического вещества на сорбцию ароматических углеводородов торфом и черноземом // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2008. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-organicheskogo-veschestva-na-sorbtsiyu-aromaticheskikh-uglevodorodov-torfom-i-chnozemom> (дата обращения: 08.08.2023).

## **ПОДВИЖНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АЛЛЮВИАЛЬНОЙ БОЛОТНОЙ ОСУШЕННОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЛЬЕФА ПОЙМЫ И УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ**

**Полякова Анна Александровна**, аспирант 1-го года обучения кафедры Почвоведение и природообустройство ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ

**Кулагина Наталья Анатольевна**, старший преподаватель кафедры Почвоведение и природообустройство ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ

**Ревунова Елена Петровна**, студентка 4 курса биоэкологического факультета ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ

**Полякова Надежда Васильевна**, д.б.н., профессор, зав.кафедрой Почвоведение и природообустройство ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ

Органическое вещество почв, и особенно его лабильная часть, подвержены процессам трансформации как в годовом цикле, так и в течение вегетационного периода. В аллювиальных почвах на минерализацию и гумификацию органического вещества накладываются поемный и аллювиальный процессы, наиболее активно проявляющиеся в центральной пойме, которая характеризуется неоднородностью рельефа, условиями увлажнения и интенсивностью формирования минеральной части почв. В силу особенностей

почвообразования аллювиальные болотные почвы обогащены торфом в разной степени разложения и, в то же время, они содержат большое количество илстых частиц [1].

Исследования проводились на территории ОАО «Лакша» Богородского района Нижегородской области, образцы почв отбирались со стационарных участков, заложенных в центральной пойме реки Кудьма на повышенных элементах рельефа и в понижениях. Поле засеяно многолетними травами (кострец и тимофеевка). Разница в абсолютных высотах между участками составляет около 1,5 метров. Отбор образцов проводился из пяти точек с каждого участка в течение вегетационного периода в первых числах летнего месяца. В них определяли влажность, содержание общего углерода почвы (Собщ) по методу Тюрина в модификации Б.А. Никитина (ГОСТ 26213-91) и подвижный углерод (С<sub>Na4P2O7</sub>) в нейтральной пирофосфатной вытяжке [2]. В работе представлены данные за 2022 год.

Погодные условия в период исследования (табл.1) характеризовались холодным и влажным маем, относительно стабильным июнем, в июле осадков выпало в два раза выше климатической нормы, август был жарким и практически без осадков. В соответствии с этим максимальные показатели влажности почвы зафиксированы в июле 2022 года и составили 36,2% в понижение поймы и 30,3% на возвышении. В августе влажность была наиболее низкой, при этом разница между значениями влажности в понижении составила за периоды наблюдений 2,0 %, а в повышениях 4,4% за счет менее активного поемного процесса и большего испарения при повышенных температурах.

Таблица 1

**Изменение температуры и влажности аллювиальной осушенной почвы по периодам наблюдений в зависимости от элементов рельефа, 2022 год**

Участки, рельеф	Период	02.06.2022г (t+26 <sup>0</sup> C)	01.07.2022г (t+19 <sup>0</sup> C)	01.08.2022г (t+31 <sup>0</sup> C)
Возвышение поймы, среднее по участкам 1...2		26,9	30,2	25,8
Понижение поймы, среднее по участкам 3...4		35,8	36,2	34,2
<i>HCP<sub>05</sub></i>		0,7	0,5	0,4

Аллювиальные болотные почвы характеризуются высоким содержанием общего углерода, так как формируются в условиях переувлажнения, где преобладают процессы восстановления и торфообразования. В пониженных элементах рельефа его содержание составляло от 4,98 до 5,24% (табл.2), на возвышении поймы органического вещества в почве содержалось в полтора раза меньше – от 3,21 до 3,52%, что может являться следствием усиления процессов минерализации при ослаблении восстановительных условий [3].

В течение вегетационного периода динамика общего содержания углерода на возвышениях не проявилась, в пониженных участках можно отметить его увеличение на 0,25% к началу августа вследствие увеличения влажности за счет большого количества осадков в июле, и менее активной минерализацией свежих растительных остатков и торфа [4]. Ранее нами было показано, что в этот период в понижениях отмечались максимальные значения окислительно-восстановительного потенциала, свидетельствующие об улучшении аэрации почвы.

Таблица 2

**Изменение содержания углерода аллювиальной осушенной почвы по периодам наблюдений, 2022 год (n=20)**

Элемент рельефа	Собщ, % к массе почвы			Сподв, %		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Возвышение поймы, среднее по участкам 1..2	3,55	3,44	3,47	<u>0,978*</u> 27,6**	<u>1,038</u> 29,9	<u>1,804</u> 51,8
Понижение поймы, среднее по участкам 3..4	5,00	4,98	5,23	<u>2,422</u> 48,3	<u>2,590</u> 52,0	<u>2,589</u> 49,4
<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,19	0,28	0,18	0,32	0,13	0,10

Примечание: \* - в числителе в % к массе почвы, \*\* - в знаменателе в % от Собщ.

Органическое вещество в почве представлено устойчивыми и подвижными формами. Содержание углерода подвижных фракций, переходящих в нейтральную пиррофосфатную вытяжку, находилось в широком диапазоне: от 0,978 до 2,590% к массе почвы, при этом на возвышениях его наименьшее количество отмечалось в начальный период (0,978%) и возрастало от июля к августу (1,038...1,804%) практически в два раза. В понижениях поймы содержание подвижного углерода было в 1,4-2,5 раза выше (2,422...2,590%) по сравнению с повышениями. Учитывая более высокую влажность и низкие значения ОВП в участках понижений, можно предположить, что подвижное органическое вещество представлено здесь в большей степени не полностью гумифицированными высокомолекулярными продуктами полураспада растительных остатков. При этом его содержание в течение всего летнего периода было стабильным и динамика практически не проявилась. Это относится и к относительному содержанию С<sub>подв</sub> в составе общего углерода, где оно было на уровне 48-52%.

В повышениях поймы относительное содержание подвижного углерода в составе общего в первые два срока наблюдений составляло 27,6-29,9%, что в 1,7 раза ниже по сравнению с участками понижений, к началу августа подвижность углерода с увеличением влажности почвы повысилась и его количество возросло до 51,8%, т.е. до значений, аналогичных понижениям. О зависимости содержания углерода и его динамики от условий увлажнения в аллювиальной почве свидетельствует высокое значение коэффициента детерминации ( $R^2 = 0.962$ ).

Таким образом, неоднородность рельефа центральной поймы обусловила различные условия увлажнения, что отразилось на накоплении общего углерода почвы и содержании в его составе подвижных форм, переходящих в пиррофосфатную нейтральную вытяжку. В пониженных элементах рельефа содержание общего углерода было в 1,4 раза выше по сравнению с повышениями, при этом содержание подвижной части было стабильным и составляло 48-52% от общего содержания. Содержание подвижного углерода в почвах повышений было в 1,7 раза ниже и составляло 27,6-29,9% от общего углерода, а с увеличением влажности возросло до 51,8%.

### Литература

1. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение: учебник для вузов/ В.И. Кирюшин. – Санкт-Петербург: КВАДРО, 2013. – 678 с.
2. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах/ В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова. – Л., 1975. – 106 с.
3. Кулагина Н.А. Динамика окислительно–восстановительного потенциала в зависимости от температурного режима и влажности аллювиальной осушенной почвы / Н.А. Кулагина, Н.В. Полякова// Вестник НГСХА, – 2020. – № 12. – С.5-9.
4. Полякова, Н.В., Лавринова М.Г., Володина Е.Н. Органическое вещество аллювиальных почв разной степени гидроморфизма // Плодородие. – 2016. - №3 (90). - С. 13-15.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ КЛАСИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ДЛЯ АНАЛИЗА КОЭФФИЦИЕНТА $C_{орг}/I_{л<2мкм}$

**Митичкин Даниил Евгеньевич**, студент 4 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Колонская Мария Игоревна**, студентка 4 курса кафедры физики и мелиорации почв МГУ имени М. В. Ломоносова

**Научные руководители: Фомин Дмитрий Сергеевич** к.б.н заведующий лаб. цифровых двойников агроландшафтов, Почвенный институт им. В. В. Докучаева; **Юдина**

**Анна Викторовна** к.б.н заведующая лаб. физики и гидрологии почв, Почвенный институт им. В. В. Докучаева

В контексте современной проблемы глобального изменения климата и связанного с этим изменения цикла углерода и следующим за этим изменений процессов дегумусирования, секвестрирования и депонирования почвенного органического углерода ( $C_{орг}$ ), актуализируется вопрос разработки методики экспресс оценки состояния папула углерода почвы. Для мониторинга запасов  $C_{орг}$  в почвах требуется наличие рабочих индикаторов, которые позволяют оценивать его актуальное и потенциальное состояние. Одним из таких показателей, оценивающим потенциал накопления  $C_{орг}$  в почве, является отношение  $C_{орг}/Ил_{<2мкм}$  в слое мощностью 0–15 см [6]. Преимуществом этого подхода является использование базовой характеристик почв – гранулометрического состава, а именно, содержания илистой фракции (частиц <2 мкм), являющегося основным фактором стабилизации  $C_{орг}$ . Данный показатель был разработан на основе содержания  $C_{орг}$ , получаемого методом Уокли-Блэка, и содержания илистой фракции, получаемого пипет-методом. Для коэффициента С:Ил выявлены следующие пороговые значения, учитывающие структурное состояние почвы: >1/8 – очень хорошо (луг), от 1/8 до 1/10 – хорошо (лес), от 1/10 до 1/13 – умеренно (пашня), <1/13 – плохо (деградированная пашня). При этом каждая градация соответствует определённому типу землепользования: луг, лес, пашня, соответственно [6]. Используя данные границы, можно понять в каком функциональном состоянии находится пул  $C_{орг}$  и имеет ли почва потенциал для секвестрации углерода при изменении подхода к землепользованию.

В российской практике исследования почв наиболее распространенным методом определения содержания  $C_{орг}$  в почве является метод Тюрина [2], а для определения илистой фракции почвы применяют пипет-метод, при этом к илистой фракции относят частицы размером меньше 1 мкм [5]. Соответственно, встает вопрос о применимости данного показателя с использованием данных, полученные этими методами. Это особенно важно в связи с наличием большого накопленного в литературных источниках массива данных, позволяющих оценить потенциал стабилизации  $C_{орг}$  в масштабах страны и изучить его изменение в ретроспективе. Цель данного исследования – на основе имеющихся данных Единого государственного реестра почвенных ресурсов (ЕГРПР) России [8] и базы данных проекта SoilText [7] оценить возможность использования классических данных для оценки потенциала стабилизации углерода почвами России.

Мы предположили, что для использования данных, допустимо прибегнуть к двум допущениям при подготовке массива данных:

1) данные по органическому углероду полученные методом Тюрина занижены, так-как при использовании этого метода недоокисляется около 30% по сравнению с методом сухого сжигания [2]. Поэтому предлагается коэффициент пересчёта:  $C_{орг} = 1.3 \times C_{Тюрин}$ , где  $C_{Тюрин}$  – содержание органического углерода, получаемого методом Тюрина

2) для получения содержания илистой фракции меньше 2 мкм ( $Ил_{<2мкм}$ ) было использовано уравнение пересчёта, опирающееся на то, что в диапазоне размеров почвенных частиц 1–5 мкм участок кумулятивной кривой распределения имеет линейный вид [4]:  $Ил_{<2мкм} = -1.148 + 0.43\Phi_{<5мкм} + 0.53\Phi_{<1мкм}$ .

Нами были взяты данные ЕГРПР, которые содержали данные по свойствам горизонтов почв для 863 точек, обследования суммарно массив содержал 4962 строк данных. Ключевыми для нашего исследования являлись следующие показатели: название почвы, месторасположение, тип растительной ассоциации, хозяйственное использование, название горизонта, глубина пробоотбора, содержание органического углерода, гранулометрический состав по фракциям. После отсева неподходящих образцов осталось 227 строк данных, для получения данных по  $C_{орг}$  и  $Ил_{<2мкм}$  были применены выше описанные формулы.

## Результаты анализа базы данных ЕГРПР

Градация	Землепользование	Число образцов	Суммарно в градации
>1/8	Пастбище	2	21
	Целина	3	
	Луг	2	
	Лес	6	
	Залежь	8	
1/8 - 1/10	Целина	1	31
	Лес	14	
	Пашня	16	
1/10 – 1/13	Лес	6	63
	Пашня	50	
	Сенокос	4	
	Залежь	3	
<1/13	Пашня	80	90
	Виноградники	6	
	Залежь	4	

При пересчёте  $S_{орг}$  и  $ИЛ_{<2мкм}$  и дальнейшем приведении коэффициента  $S_{орг}/ИЛ_{<2мкм}$  наблюдается закономерность распределения образцов соответствующая классическим представлениям о коэффициенте. Ключевым фактором, влияющим на распределение, является вид землепользования, тип почвы и регион отбора существенно не влияет на распределение почв. Описанные формулы пересчёта  $ИЛ_{<2мкм}$  и  $S_{орг}$  применимы в целях приведения коэффициента отношения  $S_{орг}/ИЛ_{<2мкм}$

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 0439-2022-0013).*

## Литература

1. Агробиотехнологии XXI века / И. И. Серегина, С. П. Торшин, Н. Н. Новиков [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2022. – 516 с. – ISBN 978-5-6049409-3-8. – EDN TJGOBN.
2. Когут Б.М., Милановский Е.Ю., Хаматнуров Ш.А. О методах определения содержания органического углерода в почвах (критический обзор). Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2023;(114):5 28. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-114-5-28>
3. Митичкин Д.Е., Колонская М.И., Фомин Д.С., Юдина А.В. Применение лазерной дифракции для определения коэффициента  $S:Ил$  // Сборник тезисов докладов седьмой конференции молодых ученых Почвенного института им. В.В. Докучаева. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. - 2023. – С 181 – 183.
4. Шейн Е.В. Гранулометрический состав почв: проблемы методов исследования, интерпретации результатов и классификаций. Почвоведение, 2009, №3, с. 309–317
5. Юдина А. В. и др. От понятия элементарной почвенной частицы к гранулометрическому и микроагрегатному анализам (обзор) //Почвоведение. – 2018. – №. 11. – С. 1340-1362.
6. Prout J.M., Shepherd K.D., McGrath S.P., Kirk G.J.D., Haefele S.M. What is a good level of soil organic matter?// European Journal of Soil Science. – 2021. – №72. – 2493–2503.
7. Сайт проекта SoilText // URL: <https://soiltext.co> (дата обращения 20.11.2023)
8. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0/М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2014. 768 с. (В свободном доступе на сайте: <http://egrpr.esoil.ru>)

## СРАВНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АГРОГЕННЫХ ПОЧВ УЧЕБНО БОТАНИЧЕСКОГО САДА УДМУРТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА.

**Коршунова Виктория Сергеевна**, студентка 1 курса магистратуры кафедры ботаники, зоологии и биоэкологии УдГУ

**Научный руководитель: Зыкина Наталья Григорьевна**, к.б.н., доцент кафедры ботаники, зоологии и биоэкологии УдГУ

Нормальный рост и развитие растений невозможно без почвы. Она является важным источником элементов минерального питания. При этом часть веществ безвозвратно выносятся, почвы обедняются и это может отрицательно повлиять на фототрофов. Поэтому изучение почвенных характеристик является важным условием использования территории для выращивания растений.

Учебно ботанический сад (УБС) УдГУ расположен в северной части г. Ижевска и является научно-исследовательской и учебной базой Удмуртского университета. На его территории сохранились участки с естественной растительностью и значительная часть занята культурными растениями. Здесь проводятся работы по акклиматизации и интродукции, создаются и поддерживаются коллекции живых растений, предназначенных для выполнения учебно-образовательных, исследовательских и прикладных задач.

Ранее территория УБС использовалась для выращивания картофеля и других овощных культур. Только после появления Ботанического сада в 1988 году началось формирование площадок для культивирования, сохранения и исследования растительности в научных целях. В настоящее время лишь небольшая часть территории постоянно обрабатывается. Тем не менее, агрогенное использование должно было наложить свой отпечаток на свойства почвы. Поэтому нами проведено сравнение характеристик естественных и обрабатываемых почв УБС. Для этого мы использовали общепринятые методики [3]: определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО, суммы поглощенных оснований по методу Каппена, подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО, приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. Чтобы выяснить отличающиеся показатели был выбран двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями, основанный на критерии Стьюдента.

Таблица 1

### Результаты сравнение агрохимических показателей естественных и агрогенных почв УБС (n= 95)

	K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы	pH	S, ммоль/100 г почвы	Нг, ммоль/100 г почвы	C орг., %
Естественные почвы (n= 16)	144±8,8	57±13,9	5,5±0,1	18,2±1,8	3,1±0,3	5,9±0,7
Агрогенные почвы (n= 47)	187±8,9	181±14,2	5,8±0,1	19,1±1,2	2,0±0,11	4,1±0,26
p	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,14	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>

\* - жирным выделены достоверно отличающиеся показатели

В ходе агрогенного использования характеристики почв значительно изменились. Рассмотрев таблицу можно сказать, что почти все показатели естественных и агрогенных почв отличаются, кроме содержания обменных катионов.

Естественные почвы в УБС сохранились на естественных участках смешанного лиственного леса. Рассмотрев их показатели (табл. 1) можно сказать, что естественные почвы имеют слабокислую реакцию среды, среднее содержание ионов  $H^+$ , обменных катионов (S) и повышенное содержание гумуса. Содержание подвижного фосфора среднее, ближе к низкому и повышенное содержание подвижного калия.

Рассмотрев все агрохимические показатели естественных почв выделить взаимосвязи. Высокое содержание протонов водорода определяет низкое значение обменной кислотности ( $r = -0,88$ ) и низкое количество подвижного фосфора ( $r = -0,61$ ). На содержание последнего влияет и количество органического вещества, выявлено отрицательное взаимодействие ( $r = -0,72$ ).

После проведения агрохимических исследований поверхностных проб (таб. 1) выявлено, что пахотные почвы ботанического сада обладают близкой к нейтральной реакции среды и имеют низкое содержание ионов  $H^+$ . В них отмечено среднее содержание общего количества элементов минерального питания (S) и гумуса, при этом почва богата подвижными соединениями фосфора и калия. Таким образом, в среднем агрогенные почвы ботанического сада являются более плодородными, по сравнению с естественными почвами, что связано с сельскохозяйственной деятельностью человека. Будет логично предположить, что на разных участках это происходит с разной интенсивностью [1], так максимальное содержание подвижного фосфора и калия отмечено на территориях УБС, прилегающих к административному зданию.

Наиболее тесные взаимосвязи в пахотных почвах отмечены между рН, соединением фосфора и калия. К примеру, на содержание калия и фосфора в почве влияет рН. Чем больше рН, тем выше содержание данных элементов, коэффициенты корреляции для калия ( $r = +0,47$ ) и фосфора ( $r = +0,54$ ) свидетельствуют об умеренной и средней взаимосвязи. Фосфор и калий являются важными элементами питания для растений, между их количеством также средняя положительная взаимосвязь. Это может быть связано с внесением удобрений [2].

Таблица 2

**Результаты корреляционного анализа агрохимических показателей естественных и агрогенных почв**

	K <sub>2</sub> O		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		рН		S		Нг		С орг.	
	Е	А	Е	А	Е	А	Е	А	Е	А	Е	А
K <sub>2</sub> O	1	1										
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,21	<b>0,69</b>	1	1								
рН	0,06	<b>0,47</b>	0,36	<b>0,54</b>	1	1						
S	-0,04	0,22	0,32	0,16	0,08	0,39	1	1				
Нг	0,21	-0,29	<b>-0,61</b>	<b>-0,52</b>	<b>-0,88</b>	<b>-0,81</b>	-0,29	-0,23	1	1		
С орг.	0,01	0,21	<b>-0,72</b>	0,17	-0,36	0,24	0,32	0,18	-0,32	-0,38	1	1

\*Е- естественные почвы

\*А- агрогенные почвы

Повышение количества протонов в почве отрицательно сказывается на количестве подвижного фосфора ( $r = -0,52$ ). Чем выше Нг, тем ниже обменная кислотность почв ( $r = -0,81$ ).

Сравнение агрохимических показателей почв Учебного Ботанического сада УдГУ показало, что агрогенные почвы в большинстве имеют достоверно более высокие показатели, чем естественные. В пахотных почвах ниже кислотность, меньше протонов водорода и выше содержание доступных растениям форм фосфора и калия. К недостаткам

агрогенных почв ботанического сада следует отнести невысокое содержание органических веществ, что требует внесения органических удобрений. Потребность в известковании слабая.

### Литература

1. Состояние почв и насаждений урбанизированных территорий и перспективы зелёного строительства (на примере г. Ижевска). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-pochv-i-nasazhdeniy-urbanizirovannyh-territoriy-i-perspektivy-zelyonogo-stroitelstva-na-primere-g-izhevskaja> (Дата обращения 10.10.2023)
2. Агрохимия. Учебник/ В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др.; под ред. В.Г. Минеева. — М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. — 854 с.
3. Рысин И.И., Зыкина Н.Г. Практикум по географии почв с основами почвоведения. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2018. – 152 с.

## **ГЕОЛОГИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ**

### **МУЗЕЙ-ЗАПОВЕДНИК КОЛОМЕНСКОЕ, КАК ОПОРНЫЙ ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

**Дмитревская Полина Андреевна, Кузакова Мира Александровна, Карандеев Иван Сергеевич**, студенты 1 курса РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Арешин Николай Александрович**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Одним из уникальных уголков Москвы с интересным историческим прошлым, а также с большим разнообразием рельефа местности является музей-заповедник «Коломенское», который в 2023 г. отмечает свое столетие [1-2]. Он является одним из наиболее крупных и активных оползневых участков на территории г. Москвы, так как в его пределах сформировались многоступенчатые блоковые оползни в течение второй половины голоцена. Здесь проводятся ежегодные маршрутные наблюдения за оползневыми смещениями, которые с разной степенью интенсивности продолжаются вплоть до настоящего времени. Гидрогеологические условия участка характеризуются наличием напорного подольско-мячковского водоносного горизонта и слабонапорного водоносного горизонта, приуроченного к песчаным грунтам четвертичного и юрско-мелового возраста. Детальная расшифровка геологического строения затрудняется тем, что склон подвергался частичной планировке, мощность техногенных грунтов на склоне значительная и не выдержана, грунты изымались для организации отстойников, склон подвергался в разное время оползневым процессам. Геологические разрезы в большинстве мест территории заповедника представлены четвертичными, меловыми, юрскими и каменноугольными отложениями [3].

**Актуальность** работы обусловлена тем, что объект исследования - музей-заповедник «Коломенское», является опорным для изучения геологического строения Московского региона и используется для проведения геологических практик многими московскими ВУЗами (Московский Политехнический институт, РУДН, МГУ, РГАУ-МСХА и др.), и информацию нужно периодически обновлять и актуализировать.

**Цель** исследования: охарактеризовать территорию музея-заповедника Коломенское, как опорного объекта для проведения геологических практик. В **задачи** исследований входило: 1) Изучить литературные источники по геологическому строению музея-заповедника Коломенское; 2) Провести анализ данных по литературным источникам музея-заповедника Коломенское; 3) Провести полевые исследования с целью сравнения литературных данных с фактическим положением геологического строения музея-заповедника Коломенское.

Во многих научных трудах при рассмотрении геологического строения музея-заповедника «Коломенское» описаны только какие-то определенные участки территории, например: строение оползневого склона, строение Дьяковского оврага и других. Академик Павлов А.П. (1907 [4]) описал юрские отложения разных зон в Коломенском на правом берегу реки Москвы, большой карьер послеледниковых песков и карьер белых аптских песков в Савкином овраге, где хорошо видно налегание морены на белые пески [4]. Профессор Семихатов Б.Н. (1954 [5]) утверждал о том, что в этом районе можно обнаружить естественные обнажения горных пород позднеюрского-раннемелового возраста, встретить из четвертичных отложений - морену, ледниковые пески, современные и древние аллювиальные отложения, а из коренных породы нижнемелового и юрского возраста, верхнеюрские отложения среднечетвертичные отложения, верхнечетвертичные отложения [5]. Волков В.А., Тихонов А.В., Моисеенко С.А. и др. (2012 [6]) описывали строения тела оползня, в котором отмечали отложения пород четвертичной, меловой, юрской и каменноугольной систем [6]. Полетаев А.И. и Агибалов А.О. (2018 [7]) составили сводную геологическую колонку музея-

заповедника Коломенское, наблюдали террасовые уровни левого берега реки Москвы[7]. Таким образом, в научной литературе нет детального описания геологического строения всей территории заповедника, а многие данные разнятся или имеют пространственную привязку к объектам, ныне не существующим.



(а)

(б)

Рисунок – Элементы рельефа музея-заповедника «Коломенское», (а) Дьяковский овраг, (б) Оползневое тело

**Вывод:** несмотря на активное антропогенное вмешательство, геологическое строение, а, следовательно, и геологические объекты на территории музея-заповедника сохранились. Следовательно, сохранилась и актуальность написанной ранее литературы. Однако это вмешательство привело к изменению ориентиров для привязки объектов на местности, исчезновению естественных обнажений, и изменению доступности объектов. Последний фактор меняется практически каждый год, а статус заповедника в сочетании с задернованностью не позволяет дать студентам наглядный материал о составе и строении находящихся на территории Коломенского горных пород.

Однако, несмотря на все трудности и недостатки, Коломенское не потеряло своей ценности, как опорный объект для геологической практики. На территории музея-заповедника Коломенское наглядно представлены экзогенные процессы, такие как оврагообразование и геологическая деятельность ручьёв и реки, и их последствия, а также методы и результаты борьбы с негативными последствиями этих процессов.

### Литература

1. Ларин А.И., Клепцов Д.Г., Воронина Л.П., Морачевская Е.В. Оценка плодородия почв в старовозрастных садах музея "Коломенское" //Проблемы агрохимии и экологии.- 2010. -№ 1.- С. 33-37.
2. Сальников А.А. Основание первого в России музея архитектуры под открытым небом в Коломенском: тяжелая борьба п. Д. Барановского Сальников А.А. //Вопросы музеологии. -2022. -Т. 13. № 2.- С. 168-180.
3. Орлова Н.А., Кропоткин М.П., Ильина О.А., Прасолов А.А., Крупская В.В. Геоэкологические риски вследствие размещения токсичных химических и радиоактивных отходов на участке "Коломенское" в г. Москва и возможности реабилитации территории //Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология.- 2020.- № 1.- С. 57-63.
4. Павлов А. П. Геологический очерк окрестностей Москвы: пособие для экскурсий и для краеведов (4 -изд.) / А. П. Павлов. - М., 1946 - 87 с.

5. Семихатов Б.Н. Геологические экскурсии в окрестностях Москвы: из опыта работы. / Б.Н. Семихатов – М.: Учпедгиз, 1955. - 91 с.
6. Волков В.А., Тихонов А.В., Моисеенко С.А., Калинина А.В., Аммосов С.М., Волков Н.В., Миронов Н.А. Изучение строения тела оползня в парке Коломенское в Москве// Разведка и охрана недр. - 2012, №7 - с.22-26.
7. Полетаев А.И., Агибалов А.О. Дневник-путеводитель по Первой учебной геологической практике на территории Москвы. Учебно-методическое пособие / А.И. Полетаев, А.О. Агибалов. – М.: ООО «СТ ПРИНТ», 2018. – 68 с.

## ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ РГАУ МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**Кузакова Мира Александровна, Аркатова Маргарита Александровна**, студенты 1 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Научный руководитель: Арешин Николай Александрович**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Актуальность:** Геологические процессы — это явления вызывающие изменения в строении и составе земной коры [14]. Однако не всё процессы безопасны, есть те, которые оказывают отрицательное воздействие на состояние инженерных сооружений и прочих хозяйственных объектов, а также на жизнедеятельность людей [8]. Их называют опасными геологическими процессами. На территории РГАУ МСХА им К.А. Тимирязева развит ряд опасных геологических процессов, представляющих интерес как с точки зрения эксплуатации строений и коммуникаций академии, так и для ознакомления студентов с экзогенными геологическими процессами и их проявлениями.

**Цель работы:** описать геологически опасные процессы и причины их возникновения, приводящие к дефекту зданий и сооружений.

**Задачи работы:** ознакомиться и провести сопоставление и анализ литературы по процессам выветривания и экзогенному преобразованию минералов.

**Методы:** системный анализ, сравнительный и реферативный методы научных исследований.

**Практическая значимость:** Раздел практики, посвящённый особенностям протекания геологических процессов на территории городов, изучается на примере студгородка РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева и лесной опытной дачи, где наблюдаются разнообразные следствия геологических процессов.

На территории РГАУ МСХА большинство опасных геологических процессов связано с многолетним увлажнением глинистых грунтов [12]. Вода, стекая с возвышенности на которой находится ректорат РГАУ МСХА, упирается в здания, которые выступают в качестве водоупоров [4]. Вследствие чего происходит переувлажнение нижних частей стенок зданий и грунтов под ними, что приводит к интенсификации химического выветривания в этих местах (рис. 1) [6]. Это особенно выражено в следующих местах: корпус №5 РГАУ МСХА (многочисленные следы эрозии по периметру всего здания) (рис.1а,б), корпус №16 РГАУ МСХА (высол) (рис.1в) [5, 10], Лиственничная аллея 2д (высол) (рис.1г) [5, 10]. Также из-за многолетнего размыва, биологического и химического выветриваний пострадал корпус №6 РГАУ МСХА (разрушение лестницы на северном служебном входе) (рис.1д,е) [11].

Другими следствиями переувлажнения грунтов под зданиями является интенсификация суффозии, а в сочетании с годовым перепадом температур и морозного пучения [4]. Середина площадки между библиотекой и приемной комиссии подвержена суффозии в следствии движения грунтовых вод [4, 7]. она выражена проседанием грунта под площадкой и образованием понижения (рис.2), которое со временем может снизиться ещё сильнее. Следствия морозного пучения наблюдается на примере трансформаторной будке по

Лиственничной аллее и на Церкви Иоана Артоболевского в виде зияющей трещины, отделяющей отходящие части строения (рис.3) [9].

Ещё одним геологическим процессом, проявленным на территории академии и развитым только вблизи водоёмов, является оползание берегов. Для остановки этого процесса берега среднего Фермерского пруда покрыты георешётками (рис.4) [3].

**Вывод:** в ходе работы на территории РГАУ МСХА были описаны опасные геологические процессы: суффозия, морозное пучение, химические выветривания, береговая эрозия. Причинами их возникновения являются: (1) на всей территории РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева строения препятствуют свободной миграции грунтовых вод, (2) по берегам прудов происходит увлажнение грунтов, что приводит к опасности оползания берегов водоёмов. С последним процессом успешно борются, укрепляя береговую линию.



Рис.1. Следы химического выветривания: а – на северной стене корпуса №5 РГАУ МСХА, б – на восточной арке корпуса №5 РГАУ МСХА. Высол. в - высол на мраморных облицовочных плитах на лестнице перед центральным входом в корпус №16 РГАУ МСХА, г – высол на кирпичной кладке, Лиственничная аллея 2д, стена у лестницы к банку. Выветривание. д, е - лестница у северного служебного входа корпуса №6 РГАУ МСХА.



Рис.2. Суффозия. на середине площадки между библиотекой и приемной комиссией: а – вид вдоль понижения, б – вид поперёк понижения.

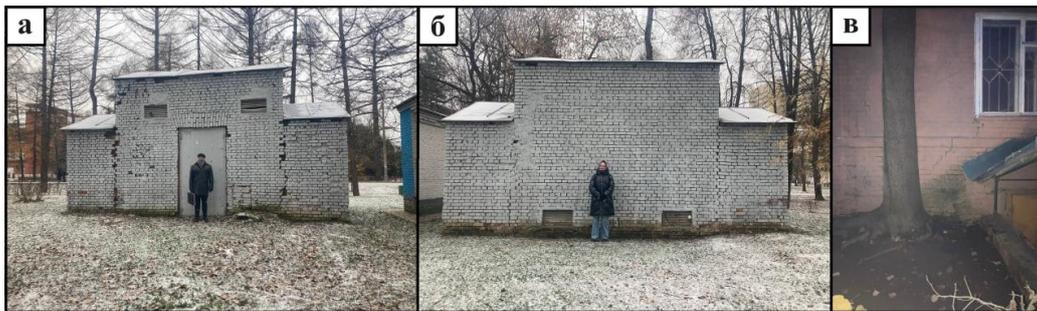


Рис.3. Проявления морозного пучения со следами косметического ремонта: а – на южной стороне трансформаторной будки, б – на северной стороне трансформаторной будки на Липовичной аллее. в – на восточной стене церкви Иоанна Артоболовского.



Рис.4. Георешётка, предотвращающая размыв и ползание берега на северо-восточном углу Среднего Фермерского пруда: а – вид на север, б – вид на северо-восток, в – вид на восток.

### Литература

1. Ананьев В.П., Потапов А.Д. "Инженерная геология", 2002. // Высшая Школа, Москва, 2002 г., 511 стр., УДК: 624.131.1, ISBN: 5-06-003690-1
2. Короновский Н.В. "Общая геология", 2006. // КДУ, Москва, 2006 г., 528 стр., УДК: 551 (07), ISBN: 5-98227-075-X
3. Береговая эрозия. URL: <https://ru.geologyscience.com/natural-hazards/coastal-erosion/?amp> (дата обращения: 23.11.2023)
4. Взаимодействие влажных грунтов с искусственными основаниями зданий и сооружений. URL: <https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/4725126.html> (дата обращения: 13.11.2023).
5. Влага в строительстве и защита от ее влияния. URL: <https://studfile.net/preview/9879230/> (дата обращения: 11.11.2023).
6. Выветривание горных пород. URL: <https://infopedia.su/1x1d22.html> (дата обращения: 13.11.2023).
7. М.В. Венгерова, А.С. Венгерову. Карстовые и суффозиональные процессы. URL: <https://studfile.net/preview/1867372/page:19/> (дата обращения: 23.11.2023)
8. Мониторинг процессов геотехнической деятельности. URL: [https://www.geofomat.ru/geotech/monitoring\\_processov/](https://www.geofomat.ru/geotech/monitoring_processov/) (дата обращения: 21.11.2023)
9. Морозное пучение грунтов. Как избежать его негативного влияния на объект. URL: <https://radosvai.ru/o-kompanii/stati/moroznoye-pucheniye/> (дата обращения 23.11.2023)
10. Откуда берутся высолы и как с ними бороться? URL: <https://www.forumhouse.ru/journal/explainers/85-otkuda-berutsya-vysoly-i-kak-s-nimi-borotsya> (дата обращения: 14.11.2023).
11. Химическое выветривание. URL: [https://www.yaneuch.ru/cat\\_43/himicheskoe-vyvetrivanie/180740.1999734.page1.html](https://www.yaneuch.ru/cat_43/himicheskoe-vyvetrivanie/180740.1999734.page1.html) (дата обращения: 13.11.2023).

12. Что такое весы в геологии? URL: [https://dzen.ru/a/Y0Wrg2 tZi0 Vucs?referrer\\_clid=1400&](https://dzen.ru/a/Y0Wrg2 tZi0 Vucs?referrer_clid=1400&) (дата обращения: 13.11.2023).
13. Что такое суффозия в геологии? URL: <https://xtreker.ru/chto-takoe-suffoziya-v-geologii.html> (дата обращения: 13.11.2023)
14. Экзогенные геологические процессы. URL: <https://coalguide.ru/ekzogennye-geologicheskie-protsessi/645-ponyatie-o-geologicheskikh-protsessakh/> (дата обращения: 21.11.2023)

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

**Артемова Алёна Андреевна** – студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Ильина Екатерина Константиновна** – студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация.** Данная статья исследует влияние климатических условий на проектные решения объектов ландшафтной архитектуры. Рассматриваются различные аспекты, такие как температура, осадки, скорость ветра и освещение, и их влияние на проектирование и создание устойчивых и функциональных ландшафтных пространств. Исследования показывают, что учет климатических показателей является ключевым фактором в достижении эффективности и долговечности объектов ландшафтной архитектуры.

**Ключевые слова:** климат, ландшафтная архитектура, климатические показатели, объекты проектирования, ландшафт.

Ландшафтная архитектура включает урбанистические парки, сады и другие общественные пространства городской среды. При их проектировании важно учесть, как эстетику, так и функциональность. Кроме того, климатические условия играют важную роль, влияя на проектное решение. Изменение климата требует адаптации проектов к различным климатическим факторам для создания устойчивых ландшафтных пространств.

**Цель исследования:** изучение влияния климатических условий на проектные решения объектов ландшафтной архитектуры, с целью улучшения их эффективности и комфортности для пользователей.

### **Анализ влияния климата**

Для проведения исследования был проведен анализ климатических показателей различных регионов, включая температуру, осадки, ветроустойчивость и освещение. Полученные данные позволили определить, какие климатические факторы требуют особого внимания при разработке проектных решений в области ландшафтной архитектуры [1; 6; 7; 8].

Таблица 1

### **Среднегодовые климатические показатели различных регионов**

Среднегодовые климатические показатели различных регионов РФ					
Название регионов	Температура, t°C	Осадки, мм	Влажность, %	Ветровой район и давление	Освещение, кол-во дней в год
Центральный регион	7	650	70	I = 0.23 кПа	160
Сибирь и Дальний Восток	-3	1000	90	V = 0.6 кПа	110
Северный регион	-5	500	85	VI = 0.73 кПа	80
Южный регион	14	700	60	IV = 0.48 кПа	250
Уральский регион	-2	600	75	II = 0.3 кПа	180
Кавказский регион	10	900	55	III = 0.38 кПа	240
Байкальский регион	3	600	65	II = 0.3 кПа	200

## **Основные результаты**

Исследование показало, что климатические условия оказывают существенное влияние на проектное решение объектов ландшафтной архитектуры. Например, в регионах с высокими температурами и сухим климатом целесообразно использовать растения, устойчивые к засухе, и обеспечить надлежащую систему полива. В ветряных районах следует учесть ветроустойчивость растений и размещение защитных элементов, чтобы минимизировать их повреждения [8].

### **Результаты исследования и их обсуждение**

#### **Влияние климатических факторов на проектное решение**

Климатические показатели оказывают существенное влияние на формирование и условия жизни растений, а также на комфорт и удобство людей, использующих объекты ландшафтной архитектуры. Понимание этих факторов позволяет учесть их во время проектирования, чтобы создать устойчивые и функциональные пространства [2; 7; 8].

Климатические факторы, влияющие на проектное решение:

#### **1. Влияние температуры и сезонных изменений:**

При проектировании объектов ландшафтной архитектуры необходимо учитывать температурные условия и сезонные изменения. Высокие летние температуры могут вызывать проблемы с комфортностью, поэтому необходимо предусмотреть тени, освещение и охлаждающие системы. Также нужно выбирать материалы, которые устойчивы к экстремальным температурам. Сезонные изменения влияют на планировку и организацию пространства, например, создание зон для активного отдыха зимой. Растения должны быть адаптированы к климатическим условиям и устойчивыми к морозам [4; 7].

#### **2. Влияние влажности и осадков:**

Распределение осадков и использование систем дренажа важны для проектов ландшафтной архитектуры, чтобы предотвратить затопление и сохранить здоровье растений. Водные элементы, такие как озера или пруды, могут создать уникальный микроклимат и охладить атмосферу. В проектировании объектов ландшафтной архитектуры нужно учитывать влажность и осадки для выбора правильных материалов и планировки пространства. В зонах с высокой влажностью следует использовать устойчивые к коррозии материалы, а в зонах с низкой влажностью - материалы, не подверженные коррозии [8].

#### **3. Влияние ветра и микроклимата:**

Ветер также играет важную роль в проектном решении объектов ландшафтной архитектуры. Учет направления ветра позволяет создать защищенные зоны и использовать растения, чтобы смягчить его воздействие. Выбор растительности, основанный на климатических условиях, позволяет подобрать растения, которые выживут и будут хорошо смотреться в данном регионе. Создание комфортной обстановки для посетителей можно обеспечить путем правильной компоновки зеленых насаждений или использования теневых зон в жаркое время года [4; 8].

#### **4. Влияние инсоляции и тени:**

Освещение (инсоляция) играет ключевую роль в ландшафтной архитектуре, влияя на атмосферу и визуальное восприятие пространства. Солнечные лучи проникают через кроны деревьев, прозрачные стены и отражаются от водных поверхностей, создавая эффекты света и тени. Распределение тени также важно при проектировании, учитывая предпочтения растений к солнечному освещению или тени. Адекватное размещение объектов и зон открытого пространства в соответствии с инсоляцией и теневыми зонами создает гармоничную среду для людей и живых существ [4; 8].

#### **5. Влияние биоклиматических особенностей:**

В современном мире все больше внимания уделяется экологическим решениям и бережливому использованию ресурсов. В контексте ландшафтной архитектуры особую роль играют биоклиматические особенности природы. Они включают климат, среду обитания и другие природные условия. Анализ этих особенностей позволяет правильно выбрать материалы, расположение объектов и системы воздействия на окружающую среду. Без учета

биоклиматических особенностей проект может быть непрактичным или даже деструктивным для экосистемы. Поэтому биоклиматические особенности занимают центральное место в проектных решениях ландшафтной архитектуры, позволяя создавать гармоничные и экологически устойчивые объекты, подходящие для жизни человека и окружающей среды.

#### 6. Воздействие климата на эстетику:

Кроме функциональных аспектов, климатические условия также оказывают влияние на эстетику ландшафтного проектирования. Например, выбор цветовых схем, использование текстур и материалов могут быть адаптированы, чтобы отражать местный климатический характер и создавать гармоничное взаимодействие с окружающей средой [3].

#### **Заключение**

Таким образом, данное исследование подтверждает, что климатические показатели играют важную роль в проектных решениях объектов ландшафтной архитектуры. Использование методов и инструментов, описанных в данной статье, позволяет профессионалам ландшафтной архитектуры создавать устойчивые и экологически эффективные проектные решения, соответствующие климатическим характеристикам. Учет климата при проектировании помогает не только обеспечить устойчивость и функциональность объектов, но и создать эстетически привлекательные пространства, гармонично сочетающиеся с окружающей средой. Дальнейшие исследования в этой области позволят разработать более точные рекомендации и правила для ландшафтных архитекторов, что приведет к созданию более устойчивых и прекрасных объектов ландшафтной архитектуры. Важно продолжать исследования в данной области, с целью оптимизации процесса проектирования и создания ландшафтных объектов, приносящих максимальную пользу обществу и окружающей среде.

#### **Литература**

1. Бахина, М. А. Анализ климатических показателей ландшафтов долготного распределения / М. А. Бахина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 94-97.

2. Ефимов, О. Е. Применение метода оценки факторов в ландшафтном анализе территории локального уровня / О. Е. Ефимов, М. А. Волкова, А. В. Михайленко // НАУЧНАЯ ДИСКУССИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЁЖИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ : сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Пенза, 17 декабря 2018 года / Ответственный редактор Г.Ю. Гуляев. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 361-364.

3. Калимуллина, Г. С. Влияние географии и климата на становление художественного облика парка / Г. С. Калимуллина // Аллея науки. – 2018. – Т. 1, № 4(20). – С. 421-424.

4. Корчагина, К. А. Ландшафтно-геоморфологические особенности планировочного решения холмистых территорий / К. А. Корчагина, О. Е. Ефимов // ADVANCED SCIENCE : сборник статей II Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Пенза, 17 января 2018 года. Том Часть 1. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2018. – С. 252-254.

5. Кузнецова, Д. А. Моделирование климатических показателей суммы активных температур при изменении континентальности ландшафтов / Д. А. Кузнецова, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 112-115.

6. Использование дистанционных методов в оценке климатических показателей в предпроектном ландшафтном анализе территории / П. И. Лебедева, Д. Г. Колосова, О. Е. Ефимов, О. В. Корякина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 42-45.

7. Сайт "Расписание Погоды" Архив погоды [Электронный ресурс]. - URL: <https://rp5.ru/> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 01.11.2023).

8. Цвикиевич Е.В. Влияние на проектирование зданий условий внешней среды (география, климат, сезонность) // В сборнике: Современные научные исследования: проблемы, тенденции, перспективы. 2023. С. 127-133.

## **АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВАРИАЦИИ СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА И ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РАЙОНА**

**Умудумиадис Таисия Орестовна**, студент 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич**, к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева

**Цель работы:** провести анализ пространственной вариации суммы активных температур (САТ) Южного федерального округа и Центрально-Чернозёмного района.

### **Задачи:**

1. провести работу с базой данных сайта [rp5.ru](https://rp5.ru/) и извлечь данные архива погоды с двух метеостанций: в г. Анапа и г. Воронеж;
2. с помощью программы Excel проанализировать полученные данные и вычислить сумму активных температур по каждому году за период с 01.01.2010 г. по 31.12.2022 г.;
3. построить графики суммы активных температур и гистограммы с линией тренда;
4. сопоставить тенденции изменения суммы активных температур в исследуемых регионах;
5. сделать вывод о различиях особенностей развития растений в указанных регионах.

Основная задача ландшафтного архитектора – создание грамотного проекта, оптимального по эстетическим, утилитарным, экономическим параметрам с подбором растительного ассортимента, сохраняющего декоративность. Выполнить задачу можно благодаря последовательному и основательному предпроектному ландшафтному анализу территории, учитывающему большое количество факторов и влияние компонентов ландшафта на облик территории. Компоненты ландшафтов делятся на мобильные, активные и инертные. Наиболее изменчивые и подвергающиеся действию различных факторов – мобильные компоненты. Самый нестабильный из них – атмосфера, и его учёт крайне важен для планирования озеленения территории и прогноза урожайности сельскохозяйственных культур [2]. Анализ состояния атмосферы можно осуществлять, как используя измерения на объекте, так и обращаясь к архивам базы данных. В качестве открытого, бесплатного и достаточно полного ресурса с метеорологическими данными в работе был использован Интернет-сайт [rp5.ru](https://rp5.ru/) [8]. Он позволяет не только получить архивные данные о погоде за последние 10–20 лет, но и спрогнозировать изменения климатических показателей различных регионов мира.

**Суммой активных температур** называется показатель, пропорциональный количеству тепла и выражающийся суммой средних суточных температур воздуха или почвы, превышающих биологический минимум температуры, установленный для определённого периода развития растений [3]. В данной работе за биологический минимум принято значение температуры воздуха, равное 10 °С.

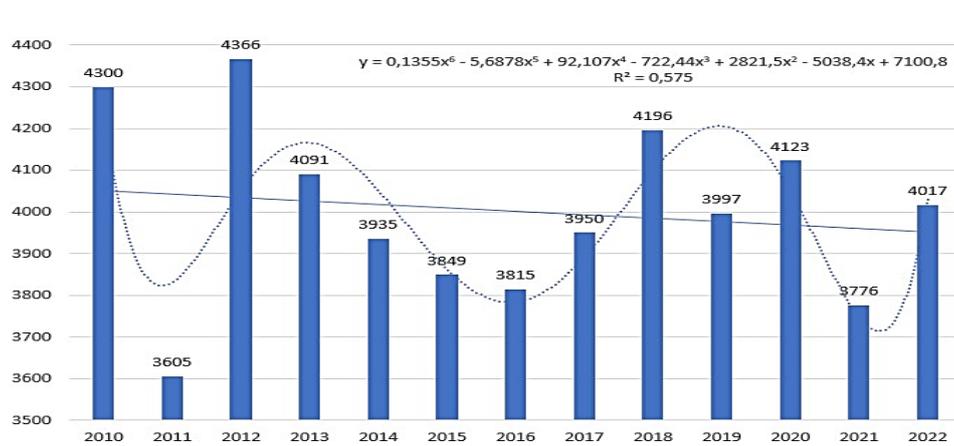
В работах ряда авторов указана необходимость перехода к энергетическому подходу и учету влияния температурного режима на сельскохозяйственных полях, в теплицах, парниках,

оранжереях, что является важным условием получения высоких и устойчивых урожаев в растениеводстве и садоводстве, а также временным регулятором сроков декоративности или товарной спелости [1, 5, 6]. Для размещения новых сортов и гибридов растений необходимы знания о их потребности в тепле, выраженной в суммах активных или эффективных температур [3, 5].

На территории Российской Федерации сумма активных температур воздуха изменяется в широких пределах, например, на севере страны (г. Дудинка) она менее 500 °С, а на юге Туркменистана превышает 5000 °С. В европейской части изменчивость сумм несколько меньшая, например, на севере Кольского полуострова она составляет 500...550 °С, а на юге, в Краснодарском крае, – 2000...2500 °С [4].

В качестве исследуемых объектов выбраны метеостанция города Южного федерального округа – Анапы – и метеостанция города Центрально-Чернозёмного района России – Воронежа.

Проведён анализ базы данных с сайта [gr5.ru](http://gr5.ru) и извлечён архив погоды с метеостанции в г. Анапа с идентификационным номером WMO\_ID=37001 за период с 01.01.2010 г. по 31.12.2022 г. Архив помещён в программу Excel. Из архива получены ключевые данные для анализа суммы активных температур, и построена сводная таблица средних температур за указанный период. С использованием формул построена таблица активных температур ( $T > 10\text{ °C}$ ) за весь период. Из сводной таблицы извлечены данные о сумме активных температур за каждый год указанного периода. На основании этих данных построена таблица с указанием суммы активных температур за каждый год и средним значением суммы за весь период – 4002 °С. Построен график, отражающий значения суммы активных температур за каждый год и среднее значение за все годы. Максимальное значение составило 4366 °С, т. о., самым тёплым годом оказался 2012. Отклонение от среднего значения – 9% (364 °С). Минимальное значение составило 3605 °С, т. о., самым холодным годом оказался 2011. Отклонение от среднего значения – 10% (397 °С). Разница между наибольшим и наименьшим значениями суммы активных температур – 761°С. Построена гистограмма (см. рис. 1) с графиком полиномиальной функции 6 степени  $y = 0,1355x^6 - 5,6878x^5 + 92,107x^4 - 722,44x^3 + 2821,5x^2 - 5038,4x + 7100,8$  с наибольшей величиной достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,575$ , что свидетельствует о том, что данный график наиболее приближен к графику реальной тенденции и лучше всего отражает динамику изменения суммы активных температур в г. Анапа по годам. Линия тренда – график линейной функции  $y = -8,0989x + 4058,2$ . По наклону прямой сделан вывод о тенденции похолодания в г. Анапа.



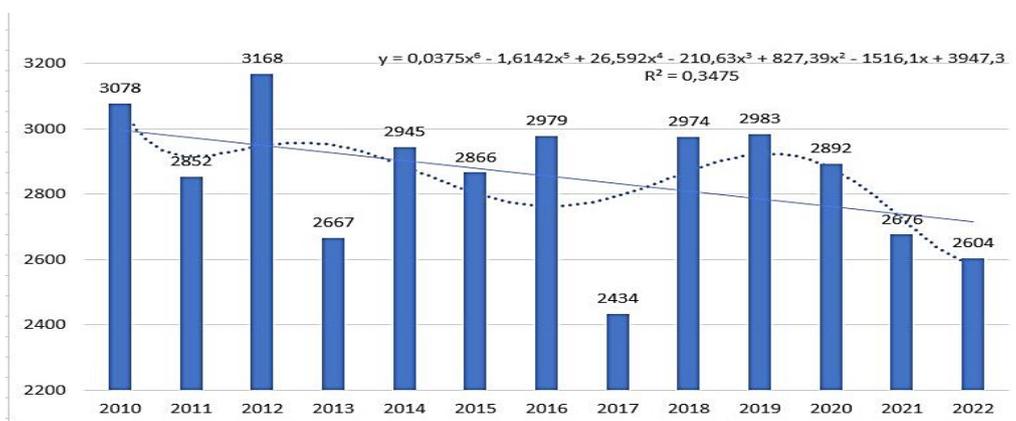
**Рисунок 7.** Сумма активных температур с указанием величины достоверности аппроксимации и линии тренда в г. Анапа

Аналогичный алгоритм применён к архиву погоды, полученному с метеостанции в г. Воронеж с идентификационным номером WMO\_ID=34123 за период с 01.01.2010 г. по 31.12.2022 г. Анализ данных показал, что среднее значение суммы активных температур за указанный период составило 2855 °С. Максимальное значение суммы активных температур

составило 3168 °С, т. о., самым тёплым годом оказался 2012. Отклонение от среднего значения – 11% (313 °С). Минимальное значение составило 2434 °С, т. о., самым холодным годом оказался 2017. Отклонение от среднего значения – 15% (421 °С). Разница между наибольшим и наименьшим значениями суммы активных температур – 734°С. Построена гистограмма (см. рис. 2) с графиком полиномиальной функции 6 степени  $y = 0,0375x^6 - 1,6142x^5 + 26,592x^4 - 210,63x^3 + 827,39x^2 - 1516,1x + 3947,3$  с наибольшей величиной достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,1946$ , что свидетельствует о том, что данный график наиболее приближен к графику реальной тенденции и лучше всего отражает динамику изменения суммы активных температур в г. Воронеж по годам. Линия тренда – график линейной функции  $y = -23,374x + 3018,8$ . По наклону прямой сделан вывод о тенденции похолодания в г. Воронеж.

Проведён сравнительный анализ пространственной вариации суммы активных температур. Город Анапа расположен на 45° с. ш. и 37° в. д. Город Воронеж расположен на 51° с. ш. и 39° в. д. [7]. Как более северный город, Воронеж имеет на порядок более низкую среднюю сумму активных температур, чем Анапа (см. табл. 1): разница этих значений составляет 1147

°С. Разница между значениями максимальной САТ в этих городах равна 1198 °С; минимальной САТ – 1171°С.



**Рисунок 8.** Сумма активных температур с указанием величины достоверности аппроксимации и линии тренда в г. Воронеж

Таблица 1

**Сравнительная таблица вычисленных показателей, °С**

	Анапа	Воронеж
САТ <sub>ср.</sub>	4002	2855
САТ <sub>max</sub>	4366	3168
САТ <sub>ср.</sub> – САТ <sub>max</sub>	364	313
САТ <sub>min</sub>	3605	2434
САТ <sub>ср.</sub> – САТ <sub>min</sub>	397	421
САТ <sub>max</sub> – САТ <sub>min</sub>	761	734

**Вывод:** описанным методом можно дистанционно оценивать метеорологические показатели множества регионов, что удобно для комплексного локального предпроектного ландшафтного анализа. На территории Южного федерального округа наблюдается тенденция похолодания, как и на территории Центрально-Чернозёмного района. Линии тренда на диаграммах, построенных по данным двух метеостанций, показывают, что тенденция похолодания в Воронеже выражена сильнее, чем в Анапе. Данные о сумме активных температур говорят о том, что более высокие и устойчивые урожаи характерны для Анапы (развитие растений здесь происходит с большей скоростью и продуктивностью). Этот регион больше подходит для возделывания культур и использования в озеленении территорий сортов, требующих больших тепловых ресурсов для развития.

## Литература

1. Бахина М. А. Анализ климатических показателей ландшафтов долготного распределения / М. А. Бахина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего: Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 94-97.
2. Ганжара Н. Ф., Борисов Б. А., Ефимов О. Е., Злобина М.В. Ландшафтоведение. Практикум: Учебное пособие / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О.Е. Ефимов, М. В. Злобина; под общ. ред. Н. Ф. Ганжары. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 129 с.
3. Грингоф И. Г. Основы сельскохозяйственной метеорологии / И. Г. Грингоф, А. Д. Клещенко: в 3-х т. – Обнинск, Изд-во ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. – Т.1. – 808 с.
4. Грингоф И. Г. Основы сельскохозяйственной метеорологии / И. Г. Грингоф, В. Н. Павлова: в 3-х т. – Обнинск, Изд-во ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2013. – Т.3. – 384 с.
5. Лебедева П. И., Колосова Д. Г., Ефимов О. Е., Корякина О. В. Использование дистанционных методов в оценке климатических показателей в предпроектном ландшафтном анализе территории / П. И. Лебедева, Д. Г. Колосова, О. Е. Ефимов, О. В. Корякина // Вестник ландшафтной архитектуры. - 2022. - № 29. - с. 42-45.
6. Шафрай А. А. Оценка влияния континентальности климата на вариативные показатели динамики биологически активной температуры / А. А. Шафрай, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего: Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 123-126.
7. Мировое время и географические координаты: [Электронный ресурс]. URL: <https://dateandtime.info/ru>. (Дата обращения: 21.11.2023).
8. ООО «Расписание Погоды»: [Электронный ресурс]. URL: <https://rp5.ru>. (Дата обращения: 21.11.2023).

## ЛАНДШАФТНО – ИЕРАРХИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

**Ткачева Елизавета Игоревна**, студентка 2 курса кафедры ландшафтной архитектуры, РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева.

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева.

Классификационные подходы систематики природно-территориальных комплексов позволяют характеризовать компоненты ландшафта по количественным и качественным показателям. Существуют разные подходы к систематике ландшафтов. Основу которых составляет иерархический (система вложенных рангов) и типологический подход объединяющий ландшафты по признакам качественного сходства [2, 3].

Проведен ландшафтно – иерархический анализ Еврейской автономной области. Исследуемая область расположена в южной части российского Дальнего Востока, в Приамурье. Рельеф: гористая северо-западная часть и примерно равная ей по площади - низменная юго-восточная. Площадь территории области составляет 36,3 тыс. кв. км. Средняя температура 18-21°C. Осадков выпадает 750-800 мм в год в горной части, 500-700 мм на равнине, свыше 80% осадков приходится на июль - август. Почвы в горной части области преимущественно бурые горно-лесные, на среднеамурской низменности лугово-болотные, лугово-глеевые и аллювиальные, на возвышенных местах-бурые лесные. Здесь

распространены четыре зональных типа ландшафтов: горно-тундровые, таежные, подтаежные, дальневосточные широколиственнолесные.

Согласно ландшафтной карте [1] северная часть области представлена следующими индексами родов ландшафта: 670а, 699а, 707б, 935з. Преобладает род ландшафта с индексом 707б. Он представлен массивными горами, с куполовидными, реже узкими водоразделами, с длинными выположенными склонами, сложенные эффузивно-осадочными, интрузивными, терригенно-карбонатными породами, с кедрово-широколиственными лесами.

Южная часть области представлена следующими индексами родов: 926а, 924б, 925а, 925б, 928в, 929в, 935и. Преобладает роды ландшафта с индексом 925б и 925а. Род 925а представлен плоскими равнинами, пологоволнистые (высокие древние террасы), с неглубокими оврагами, балками, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов, кустарников. Род 925б - равнинами пологонаклонными и плоскими, иногда террасированными (высокие древние террасы), с редкой сетью русел, с осоково-вейниковыми лугами, в комплексе с низинными осоковыми и переходными осоково-сфагновыми болотами с лесами (дуб, липа, береза) на релках, участками сельскохозяйственных земель.

Западная часть области представлена следующими индексами родов: 664б, 706, 707а, 707б, 708в, 935б, 935в, 935з. Преобладает роды ландшафта с индексами: 707а и 707б. Род 707а представлен массивными горами, с широкими слабо-выпуклыми водоразделами, пологими длинными склонами, сложенные интрузивными породами, с кедрово-широколиственными лесами.

Восточная часть области представлена следующими индексами родов: 668б, 669а, 669б, 924а, 928а, 928б. Преобладает род ландшафта с индексом 928а. Представлен низинными плоскими болотами, кочковатыми, гипново-осоковыми, местами топяными, с отдельными суходольными островами с разреженными березовыми лесами.

Центральная часть области представлена следующими индексами родов: 925а, 926а, 928а, 928в, 929в. Преобладает род ландшафта с индексом 925а. Представлен плоскими равнинами, пологоволнистые (высокие древние террасы), с неглубокими оврагами, балками, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов, кустарников.

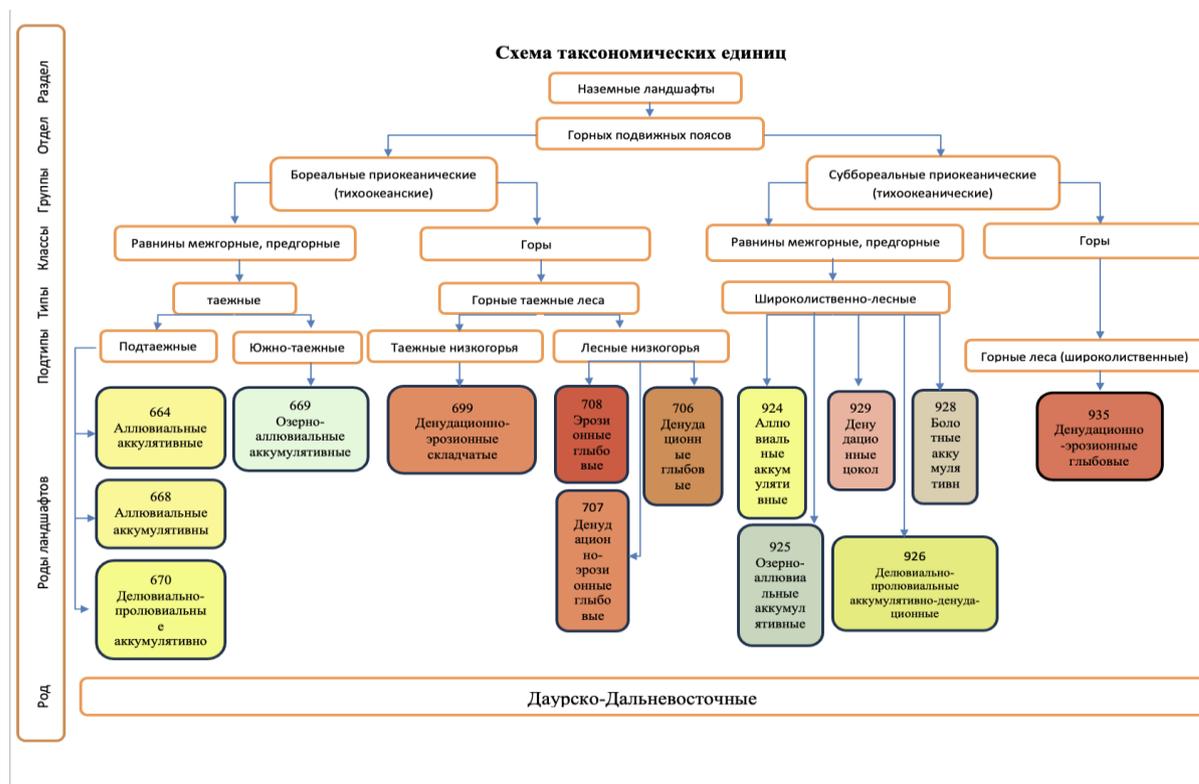


Рисунок 1 – Схема таксономических единиц.

Рельеф Еврейской автономной области неоднороден. Северная и западная часть имеют похожий доминантный род- 7076. Это свидетельствует о том, что у зон схожие ландшафты. Представлены они массивными горами, с куполовидными, реже узкими водоразделами, с длинными выположенными склонами, сложенные эффузивно-осадочными, интрузивными, терригенно-карбонатными породами, с кедрово-широколиственными лесами. Также схожи южная и центральная часть, преобладают плоские равнины, пологоволнистые (высокие древние террасы), с неглубокими оврагами, балками, с сельскохозяйственными землями, участками разнотравно-злаковых лугов, кустарников.

### Литература

Легенда к ландшафтной карте СССР Масштаба 1:2 500 000: учебно-методическое пособие / М. С. Анучин, И. С. Балмусова, С. В. Белецкая [и др.]. – Москва: Изд-во Министерства геологии СССР, 1987. – 339 с.

ландшафтоведение : ПРАКТИКУМ / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов, М. В. Злобина. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 129 с. – ISBN 978-5-9675-1543-9. – EDN GNCNVR.

артошкина, В. Ю. Использование ландшафтного картографирования для предпроектного ландшафтного анализа объектов ландшафтной архитектуры / В. Ю. Картошкина, О. Е. Ефимов // Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего : Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения, Москва, 01–15 декабря 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 107-109. – EDN KHTNDA.

## ФОСФОР КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ В УДОБРЕНИЯХ. ПОЛУЧЕНИЯ ФОСФОРНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ АПАТИТОВОЙ РУДЫ

**Савин Захар Дмитриевич, Карпунин Александр Владимирович, Матвеенко Кирилл Владимирович**, студенты 1 курса направления Агрохимия и Агрочвоведение, РГАУ МСХА им. Тимирязева

**Научный руководитель: Татьяна Николаевна Ковальская** учёный секретарь ИЭМ РАН, к.г.-м.н.

**Цель работы:** Изучить вопросы разнообразия фосфорных удобрений. На примере апатитовой руды продемонстрировать процесс образования фосфорного удобрения

Для достижения необходимой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Рассмотреть фосфор, как основной элемент для удобрений в почве;
2. Описать способы получения фосфорных удобрений;
3. Получить фосфорное удобрение из апатитовой руды;
4. Определить экспериментальным способом наличие в полученном удобрении ионов кальция и фосфора.

### Введение

Фосфор является одним из основных макроэлементов, необходимых для роста и развития растений. От его доступности и достаточности зависят жизнеспособность и продуктивность растений. Фосфор выполняет ряд важных функций в растительных организмах, таких как энергетический метаболизм, фотосинтез, синтез нуклеиновых кислот и белков. Фосфаты, особенно органические, являются источником питательных веществ и энергии для растений. Они активно участвуют в обмене веществ и передаче энергии от одного органа или ткани к другому. Фосфаты также контролируют активность ферментов, регулируют

рост и развитие растений, способствуют формированию корней и прикорневых луковиц, улучшают цветение и плодоношение. Фосфорные удобрения могут быть использованы для улучшения роста и развития растений, особенно при недостатке этого элемента в почве. Они позволяют растениям эффективнее усваивать питательные вещества из почвы, повышают урожайность и качество урожая, а также повышают устойчивость растений к болезням и стрессовым условиям.

**Фосфор – важнейший элемент удобрений.** Фосфор входит в NPK-триаду элементов (азот, фосфор, калий), внесение которых заметно повышает урожайность (открытие Либиха, 1840 г). В отличие от С, О, Н и S, резервуар которых для растений, как правило, не ограничен, элементы NPK-триады вместе или по отдельности, являются лимитирующим фактором роста биомассы в агро- и природных экосистемах. Баланс привноса и выноса этих элементов в экосистему задает биомассу экосистемы, кроме тех случаев, когда лимитирующими факторами являются освещенность, влажность, температура и т. п. Некоторые растения содержат до 1,6 % фосфора, в перерасчете на  $P_2O_5$ . Фосфор входит в состав ряда универсальных для всего живого органических соединений, таких как ДНК, РНК, НАДФ, АТФ, фосфолипиды. Недостаток фосфора даже при избытке К и N замедляет или вовсе останавливает рост растительных и животных организмов. В случае простейших одноклеточных организмов рост замедляется или останавливается без патологий. В случае высших растений и животных, для которых онтогенез (индивидуальное развитие) происходит в строгих временных рамках, недостаток фосфорного питания вызывает различные, часто фатальные патологии.

**Фосфорные удобрения.** Минеральные вещества, содержащие фосфор в доступной для растений форме, или в форме, которая при попадании в почву становится доступной для растений, и служащие для обеспечения сельскохозяйственных культур фосфором. Различают три группы: водорастворимые, цитратно-лимоннорастворимые, труднорастворимые фосфорные удобрения. Применяются они в основном прием, при припосевном внесении и при подкормках. Основное сырье для производства – природные фосфаты (апатиты и фосфориты различных месторождений).

**Апатит.** Апатит (с др.-греч. ἀπατάω «обманываю») – минерал из группы фосфатов: фосфат кальция. Впервые он был описан немецким геологом А. Г. Вернером в 1788 году. Название можно перевести с греческого как камень-обманщик, так как кристаллы апатита часто путали с драгоценными топазами, бериллами и др. Долгое время в минералогии использовалась общая химическая формула апатита в следующем виде:  $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$ . В 2010 году международная минералогическая ассоциация (IMA) разработала «Номенклатуру минералов надгруппы апатитов». В общую надгруппу вошла группа апатитов, включающая в себя разновидности, ставшие отдельными минеральными видами; фторапатит  $Ca_5(PO_4)_3F$  (именно его добывают в хибинах), хлорапатит  $Ca_5(PO_4)_3Cl$ , гидроксилapatит  $Ca_5(PO_4)_3OH$  и др. На плоскостях спайности блеск стеклянный, в изломах – жирный. В шлифе прозрачный, бесцветный. Твердость 5. Удельный вес 3,2-3,4 г/см<sup>3</sup>. Цвет зеленый, голубовато-зеленый, синевато-зеленый, также бурый, голубой, фиолетовый, редко бесцветный, белый, иногда зеленый с серыми пятнами (нефелин). Черта белая. Спайность слабо выражена. Сплошные зернистые массы, вкрапления и шестиугольные призматические или таблитчатые кристаллы, друзы. Обычно вытянут в длину по вертикальной оси, образует столбчатые и игольчатые кристаллы, либо короткостолбчатые кристаллы, либо бесформенные зёрна. Сингония гексагональная. Мелкие кристаллы игольчатые. Кристаллы вросшие или наростные. Очень хрупкий. **Отличительные признаки.** Для апатита характерны неметаллический блеск, средняя твердость, белая черта, слабо выраженная спайность, зернистое строение, шестиугольная призматическая форма кристаллов, хрупкость. Апатит от сходных с ним минералов (берилл, аквамарин и др.) отличается меньшей твердостью – не царапает стекло. **Химические свойства.** Растворяется в соляной и азотной кислотах. Солянокислый раствор

при прибавлении аммиака дает белый студневидный осадок. **Происхождение.** Образуется апатит в результате магматической дифференциации и по происхождению связан со щелочными магматическими породами (нефелиновые сиениты). Крупные кристаллы образуются пневматолитовым путем. Месторождения контактового типа также имеют пневматолитовое происхождение и представляют результат метасоматических воздействий летучих компонентов магмы на контактируемые с ней известняки. В кристаллических известняках и сланцах иногда образует зернистые агрегаты. В фосфорите образует корочки радиально-лучистого сложения и сферолиты. В кристаллах и удлинённых зернах происходит разделение их поперечными трещинами на отдельные части, причём эти отдельные микроблоки бывают смещены относительно друг – друга подобно кубикам детского конструктора, со смещением поставленных один на другой. **Спутники.** В магматических породах: нефелин, ильменит, магнезит. В жилах: кварц, полевой шпат, слюды, касситерит, берилл. В контактах: кальцит, магнезит, флогопит. Самое большое месторождение апатита в мире находится в Хибинах.

Главной проблемой апатитовой руды является то, что она не растворима в воде, а это в свою очередь означает, что при внесении ее в почву без определенных преобразований фосфор не будет переходить в почву, и, следовательно, не будет усваиваться растениями, то есть внесение такого удобрения бесполезно. Но есть способ, благодаря которому можно перевести апатитовую в водорастворимую форму. В поставленном опыте мы добились этого результата. Нами был добыт образец апатитовой руды на Кукисвумчоррском месторождении, расположенном в юго-западной части Хибинского массива, на самых южных частях горы Кукисвумчорр. Оно является северо-западной частью гигантской залежи апатит-нефелиновых пород, протяженностью 12 км, которая прослежена скважинами на глубину более 2,5 км. Далее в лаборатории синтеза и модифицирования минералов ИЭМ РАН был проведен опыт по переводу апатитовой руды в водорастворимую форму. Для этого опытный образец апатитовой руды был измельчен в опаловой ступке, высушен в сушильном шкафу и растворен в избытке серной кислоты. Далее полученный раствор разбавлялся дистиллированной водой и отфильтровывался. После этого проводились качественные реакции на наличие ионов фосфора и кальция. Для подтверждения нахождения в растворе ионов фосфора проводилась реакция с гидроксидом бария, в ходе реакции выделялся белый мутный осадок – фосфат бария. Это означает, что в растворе присутствуют ионы фосфора. Для подтверждения нахождения ионов кальция в растворе проводилась реакция с углекислым газом. В ходе реакции выпадал белый осадок - карбонат кальция. Это означает, что в растворе присутствуют ионы кальция.

В ходе работы опытным путем было показано получение фосфорного удобрения на основе апатитовой руды, наличия в нем ионов фосфора и кальция, элементов необходимых растениям.

### **Выводы**

1. Раскрыта тема важности фосфора, как необходимого элемента в удобрениях.
2. Раскрыта тема получения различных фосфорных удобрений
3. Получено фосфорное удобрение из апатитовой руды.
4. Подтверждено наличие ионов фосфора и кальция в фосфорном удобрении, полученном из апатитовой руды.

### **Литература**

1. Pasero M, Kampf C, Ferrari C., Pekov I. V., Rakovan J., White T. J. Nomenclature of Apatite Supergroup Minerals
2. Penrose Jr. Nature and Origin of Deposits of Phosphate of Lime
3. Агрохимия. Учебник/В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др.; под ред. В.Г. Минеева. — М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. — 854 с.

4. Вольфович С. И., Берлин Л. Е., Гришлан Л. Производство суперфосфата из апатита // Хибинские апатиты
5. Гуткова Н. Н. Апатиты Хибинских тундр
6. Кидин В.В., Торшин С.П. Агрохимия. Учебник // М.: Проспект, 2016
7. Ковалев Н.Д., Атрошенко М.Д., Деконнор А.В., Литвиненко А.Н. Основы земледелия и растениеводства // М.: Сельхозиздат, 1963
8. Лабунцов А. Н. К вопросу об использовании хибинского апатита в нашей фосфатной промышленности
9. Лабунцов А. Н. Полезные ископаемые Хибинских тундр и Кольского полуострова
10. Осипов А.И. Роль удобрений в плодородии почв и питании растений // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения, 2020
11. Основы агрономии: учебное пособие/Ю.В. Евтефеев, Г.М. Казанцев. — М.: ФОРУМ, 2013. — 368 с.: ил.
12. Токарев А. Д., Петров В. П., Макарова Е. И. Создание апатитовой промышленности в Хибинах как исторический раннесоветский опыт хозяйственного освоения заполярного региона 1920-1930-х гг.
13. Федоров Е. С. Белое море как источник материала для сельскохозяйственной культуры
14. Эйхвельд И. Г. В Хибины за апатитами
15. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия/Под ред. Б.А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. — 584 с.: ил.

## **РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРОЦЕССАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ЭКЗОГЕННОМ ПРЕОБРАЗОВАНИИ МИНЕРАЛОВ**

**Николаева Ксения Павловна**, студент 2 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Научные руководители: Наумов Владимир Дмитриевич**, д.б.н., профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Арешин Николай Александрович**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Актуальность: Взаимоотношение мира минералов и мира микроорганизмов – одна из актуальных проблем современного естествознания [4].

Цель работы: изучить роль микроорганизмов в процессах выветривания и экзогенном преобразовании минералов.

Задачи работы: ознакомиться и провести сопоставление и анализ литературы по процессам выветривания и экзогенному преобразованию минералов.

Методы: системный анализ, сравнительный и реферативный методы научных исследований.

### **Экзогенное преобразование минералов**

Микроорганизмы занимают важное место в экзогенном преобразовании минералов через процессы, которые являются частью биогеохимических циклов различных химических элементов, в том числе элементов минерального питания растений [6].

Экзогенный процесс — это процесс внешней динамики Земли, происходящие под воздействием воздуха, воды, изменений температуры, льда, снега, живых организмов.

Минералы, образованные под воздействием экзогенного процесса, имеют следующие свойства: относительно маленькая твердость, способность вступать в контакт с водой [7].

Микроорганизмы, способные разлагать минералы, вовлечены в разложение минералов через биогеохимические циклы, такие как углеродный, азотный, серный и фосфорный [6].

Понятие минерализации почвоведении и палеонтологии различаются.

В почвоведении минерализация – это распад соединений в органическом веществе с высвобождением содержащихся в них питательных веществ в виде растворимых неорганических соединений, которые затем становятся доступными для растений [10].

**Биоминерализация** – сложный процесс и широко распространенное в природе явление, при котором под действием живых организмов образуются разнообразные неорганические минералы. В процессе биоминерализации участвуют два механизма [9]:

а) биологически контролируемая минерализация (БКМ). Минералы формируются внутриклеточно, живой организм создаёт полный контроль над этапами зарождения и роста минерала. Все частицы минерала одного размера и со стойкой морфологией. Пример: раковины беспозвоночных.

б) биологически стимулированная минерализация (БИМ). Процесс происходит внеклеточно. Структура и свойства минералов, которые были получены в результате процесса, сильно зависят от условий окружающей среды. БИМ обычно протекает анаэробно [5].

Одним из видов биогенных минералов является **опал**, который образуется из Si, накапливаемого растениями и водными организмами в виде так называемых фитолитов. Опал образуется в различных условиях окружающей среды. Биогенный опал входит в состав почв. Фитолиты опала почвы в основном получают из трав. Также в почву может попасть опал, образующий спикулы губок, диатомовые водоросли и радиолярии, в результате выветривания коренных отложений [8].

### **Выветривание**

К экзогенным процессам относится выветривание [3].

**Выветривание** – это разрушение горных пород и минералов под воздействием ряда факторов окружающей среды, называемых агентами выветривания. К ним относятся солнечные лучи, механическое и химическое воздействие воды, воздуха и живых организмов. Традиционно, отдельно выделяется биогенное выветривание (под действием живых организмов) [3].

Прямое воздействие микроорганизмов на минералы осуществляется тогда, когда клетки микроорганизмов находятся в прямом контакте с минеральными частицами. Установлено, что значительная доля (80–90%) клеток микроорганизмов в почвах находится в адгезированном состоянии – достаточно прочно прикреплена к поверхности твердых частиц, также эта доля может изменяться при изменении внешних воздействий. Важным фактором, способствующим адгезии клеток бактерий на поверхности как минеральных, так и органических субстратов, является наличие на стенках бактерий различных функциональных групп – карбоксильных, аминогрупп, фосфорных, сульфгидрильных, спиртовых и других [2].

Косвенное влияние почвенной биоты на выветривание минералов весьма разнообразно и складывается из воздействия на минералы различных продуктов жизнедеятельности биоты, включая кислоты, основания и хелатообразователи. Более активными компонентами микробиоты являются микоризные грибы, микроскопические грибы, бактерии (нитрификаторы, тибациллы, псевдомонады, спорообразующие бактерии) и водоросли. Высшие растения также участвуют в выветривании минералов и в процессе своей деятельности могут выделять в окружающую среду протон за счёт полного поглощения катионов по сравнению с анионами [2].

В процессах разрушения минералов участвуют лишайники, водоросли, корни растений, грибы, бактерии и актиномицеты. Более значимые микроорганизмы-кислотообразователи,

например, нитрификаторы, тионовые бактерии, микромицеты [1]. Важно отметить, что в организмах диатомей содержится раковина, состоящая из кремнезёма. Содержание кремния в диатомовых водорослях превышает содержание углерода, что позволяет считать их важными, с точки зрения почвообразования, представителями кремниевых форм.

### **Вывод**

Почвенные микроорганизмы играют важнейшую роль в разрушении минералов почвообразующих пород. Микробы воздействуют на минералы кислотами, щелочами, хелатами, образуя кремнийорганические соединения. Очень высока вероятность, что существуют другие, еще не раскрытые, механизмы. Данный вопрос требует дальнейшего изучения.

### **Литература**

1. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв: Учебник. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Изд-во МГУ, 2005. — 445 е., илл. — (Классический университетский учебник). ISBN 5-211-04983-7 (Дата обращения: 22.11.2023).

2. ПОЧВОВЕДЕНИЕ, 2011, № 1, с. 64–81. РОЛЬ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ В ПРОЦЕССАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ МИНЕРАЛОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) \* © 2011 г. Т. А. Соколова Факультет почвоведения МГУ, 119991, Москва, Ленинские горы. (Дата обращения: 13.11.2023).

3. Карпенко, Н.П. Геология: методические указания /Н. П. Карпенко, И. М. Ломакин, В. С. Дроздов: Российский государственный аграрный университет– МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2019. – 68 с. (Дата обращения: 13.11.2023).

4. Н.П. Юшкин, Биоминеральные взаимодействия: 42-е чтение им. В.И. Вернадского, 12 марта 2002 г./отв. ред. Э.М. Галимов – М: «Наука», 2002. – 60 с. ISBN 5-02-006180-1 (Дата обращения: 24.11.2023).

5. Антонова А.В. «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» магистерская диссертация «Исследования биогенных преобразований ферригидрита и магнетита»/Антонова Ангелина Владимировна; науч. рук. Чистякова Н.И.; Москва 2017. – 65с. - URL:

[http://genphys.phys.msu.ru/rus/diploma/diploma2017/Antonova\\_AV\\_Master\\_Diploma\\_mod.pdf](http://genphys.phys.msu.ru/rus/diploma/diploma2017/Antonova_AV_Master_Diploma_mod.pdf) (Дата обращения: 22.11.2023).

6. «Геологическая деятельность бактерий 6 класс: основные аспекты и значение»// aum108.ru: [сайт]. – 2023. - URL: <https://aum108.ru/geologiceskaya-deyatelnost-bakterii-6-klass-osnovnye-aspekty-i-znachenie/> (Дата обращения: 21.11.2023).

7. «Характеристика и свойства основных породообразующих минералов, классификация по происхождению»// Мой камень: [сайт]. - URL: <https://moykamen.com/galereya/porodoobrazuyushchie-mineraly.html#i-3> (Дата обращения 21.11.2023).

8. Michael J. Goss «Encyclopedia of Soils in the Environment»:2023 ISBN 978-0-12-822974-3 (Дата обращения: 21.11.2023).

9. Kesong Liu, Lei Jiang «Modern Inorganic Synthetic Chemistry»// ScienceDirect: [сайт]. – 2011. – URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780444535993/modern-inorganic-synthetic-chemistry> (Дата обращения: 22.11.2023).

10. Mike H. Beare, David C. Coleman (May 1994), «Aggregate-Protected and Unprotected Organic Matter Pools in Conventional and No-Tillage Soils»// ResearchGate: [сайт]. – 1994. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/238174789\\_Aggregate-Protected\\_and\\_Unprotected\\_Organic\\_Matter\\_Pools\\_in\\_Conventional\\_and\\_No-Tillage\\_Soils](https://www.researchgate.net/publication/238174789_Aggregate-Protected_and_Unprotected_Organic_Matter_Pools_in_Conventional_and_No-Tillage_Soils) (Дата обращения: 23.11.2023)

## ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Бекряева Мария Алексеевна**, студентка 2 курса кафедры Ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич**, канд.с.-х. наук, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

В работе рассматривается ландшафтный анализ Тверской области. Ландшафтный анализ важная часть в проектировании объектов ландшафтной архитектуры, которая позволяет нам выявить положительные и отрицательные факторы, а также количественные и качественные факторы компонентов ландшафта, что позволяет грамотно или рационально использовать ресурсы, либо избежать каких-то ошибок. Данная проблематика подробно рассмотрена во многих научных работах [1, 2, 3, 4].

Проведен ландшафтный анализ территории Тверской области. Анализируемая область находится в зоне южной тайги, которая постепенно переходит в зону смешанных лесов (хвойных и широколиственных). Главная природная зона в области - смешанные леса.

Тверская область расположена на западе средней части Восточно-Европейской (Русской) равнины. Она протянулась на 260 км с севера на юг и на 450 км с запада на восток. Площадь Тверской области составляет 84 201 кв км.

Для Тверской области в целом характерен равнинный рельеф с чередованием низменностей и возвышенностей. В западной части области, занимая примерно треть её площади, находится Валдайская возвышенность с высотами 200—300 м над уровнем моря. Она окружена понижениями, низины имеют высоты 100—150 м. Высшая точка области имеет высоту 347 м, расположена на Цнинской возвышенности. Нижняя точка (61 м) — крайний северо-запад области, урез реки Кунья на границе с Новгородской областью.

Климат области умеренно континентальный, переходный от континентального, к более влажному. Среднесуточные температуры летом — плюс 15-20°C, зимой — минус 5-15°C. Среднегодовое количество осадков колеблется от 560 до 720 мм, наибольшее количество осадков выпадает на западных склонах Валдайской возвышенности.

На территории области преобладают дерново-подзолистые, торфяно-подзолисто-глеевые, болотные почвы.

Используя семантическую и графическую базы данных ландшафтной карты СССР [1] и административно-территориальное деление Тверской области проведено деление территории с учетом естественных границ ландшафта. Выделено 4 зоны: северная, южная, западная и восточная.

Характеристика северной зоны свидетельствует, что она представлена следующими индексами родов: 122а, 123в, 123г, 123н, 124б, 125в, 128а, 128в. Доминантным является род ландшафта с индексом 123г. Представлен равнинами холмисто-увалистыми, пологохолмистыми и волнистыми, верхнечетвертичными, с сельскохозяйственными землями, участками мелколиственных, реже еловых травяных и травяно-кустарничковых лесов [5].

Характеристика южной зоны свидетельствует, что она представлена следующими индексами родов: 123и, 123к, 124б, 128е, 131а, 131б, 133в, 133е, 134в, 134г, 135з, 138г. Доминантным является род ландшафта с индексом 124б. Он представлен равнинами плоскими и волнистыми, реже холмисто-увалистыми, верхнечетвертичными, с озерами, с мелколиственными, реже сосновыми и еловыми травяно- или мохово-кустарничковыми

лесами с вырубками, моховыми и мохово-кустарничковыми болотами и большими участками сельскохозяйственных земель [5].

Характеристика восточной зоны свидетельствует, что она представлена следующими индексами родов: 123г, 123и, 123н, 124б, 125в, 128б, 128г. Доминантным является род ландшафта с индексом 124б. Он представлен равнинами плоскими и волнистыми, реже холмисто-увалистыми, верхнечетвертичными, с озерами, с мелколиственными, реже сосновыми и еловыми травяно- или мохово-кустарничковыми лесами с вырубками, моховыми и мохово-кустарничковыми болотами и большими участками сельскохозяйственных земель [5].

Характеристика западной зоны свидетельствует, что она представлена следующими индексами родов: 123и, 124б, 125з, 128б, 133в, 133ж, 134б, 134г, 135д, 135е. Доминантным является род ландшафта с индексом 123и. Он представлен равнинами холмисто-увалистыми, волнистыми и плоскими, верхнечетвертичными, с озерами и болотами, с сельскохозяйственными землями, участками мелколиственных, реже еловых травяно-кустарничковых лесов [5].

Тверская область представляет собой преимущественно волнистую и плоскую равнину. Доминантным является род ландшафта с индексом 123и - ледниковый аккумулятивный род ландшафта. Он представлен равнинами холмисто-увалистыми, волнистыми и плоскими, верхнечетвертичными, с озерами и болотами, с сельскохозяйственными землями, участками мелколиственных, реже еловых травяно-кустарничковых лесов. Южная и восточная часть имеют одинаковые доминантные индексы родов ландшафта. Предположительно ландшафты юга и востока будут типичными: равнины плоские и волнистые, реже холмисто-увалистые, верхнечетвертичные, с озерами, с мелколиственными, реже сосновыми и еловыми травяно- или мохово-кустарничковыми лесами с вырубками, моховыми и мохово-кустарничковыми болотами и большими участками сельскохозяйственных земель. Западная и северная часть уникальна по-своему, представлена различными родами ландшафта. У каждой зоны Тверской области есть общие черты. Ландшафты Тверской области в большей степени являются типичными и плавно перетекают один в другой. Плоские и волнистые равнины чередуются с холмистыми равнинами. Преобладают озера и болота; мелколиственные, сосновые и еловые леса. Также характерны участки сельскохозяйственных земель.

### Литература

1. Аксянова, Т.Ю. Ландшафтное проектирование / Т.Ю. Аксянова, Л.Н. Козлова, А.Б. Романова, Г.А. Гапонова. – Красноярск. : СибГТУ, 2010. – 152 с.
2. Ганжара Н. Ф. Геология с основами геоморфологии: Учебник / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, А.В. Арешин, О.С. Бойко, О.Е. Ефимов.: изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 187 с.
3. Ганжара Н. Ф. Ландшафтоведение: учебник / Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 240 с.
4. Котан О.Т. Использование программы Google Earth Pro в предпроектном ландшафтном анализе рельефа объектов ландшафтной архитектуры/О.Т. Котан, О.Е. Ефимов, А.И. Довганюк// Вестник ландшафтной архитектуры, 2022. -  
Легенда к ландшафтному плану СССР Масштаба 1:2 500 000: учебно-методическое пособие / М. С. Анучин, И. С. Балмусова, С. В. Белецкая [и др.]. – Москва: Изд-во Министерства геологии СССР, 1987. – 339 с. - Текст: непосредственный

## ЛАНДШАФТНО ИЕРАРХИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

**Пичикин Дмитрий Валерьевич**, студент 2-курса кафедры Ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич**, доц., к.с.-х.н., и.о. заведующего кафедрой, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

Ландшафтно-иерархический анализ направлен на выявление достоинств и недостатков территории в целом, определение наилучшего варианта ее использования, обоснование идей в проекте, грамотное планирование работы на каждом этапе. Сведения, полученные в процессе анализа, послужат для корректировки проекта, принятия стратегических решений [3].

Совмещение ландшафтного картографирования с дистанционными методами анализа позволяют существенно ускорить выполнение работ и позволяют обосновать проектные решения или опровергнуть предложения оппонентов, выявить скрытые опасные процессы. рационально разместить инженерные объекты ландшафтной архитектуры, обосновать разместить элементы озеленения территории [1].

Ставропольский край в большей своей части располагается в пределах Предкавказья. Центральное положение здесь занимает Ставропольская возвышенность. В восточных районах значительные площади приходятся на долю Терско-Кумской низменности. Азово-Кубанская низменность входит лишь своими восточными участками, не формируя здесь самостоятельных ландшафтов. От Восточно-Европейской равнины

Предкавказье отделяется Кумо-Манычским прогибом, который своей восточной частью включается в пределы края. Южные районы края заходят в пределы предгорных равнин и низкогорий Кавказской горной страны [5]. На территории С. к. климат континентальный. Зима мягкая, с частыми оттепелями, лето очень тёплое.

Ср. темп-ры января от  $-2,5$  °С на северо-западе до  $-3,9$  °С на севере и северо-востоке, июля – от  $19$  °С в горах до  $25$  °С на северо-востоке равнинной части. Количество осадков возрастает от  $370$  мм в год на северо-востоке до  $650$  мм на юго-западе (в горах). На тёплый период приходится 71% годовой суммы осадков. Безморозный период 190–210 дней. Снежный покров в равнинной части незначителен (10–15 см) и неустойчив. Часты туманы (до 70 дней в году), грозы, град, засухи, суховеи, пыльные бури (до 13 дней на северо-востоке) [4].

По природным зонам, территория Ставропольского края преимущественно относится к степной и лесостепной зонам. Это означает, что на этой территории встречаются степные и полустепные ландшафты, а также участки с лесистой растительностью, сочетающиеся с открытыми просторами степей.

Проведен ландшафтно-иерархический анализ территории Ставропольского края. Анализ выполнен по ландшафтной карте СССР 1980 года. Выделены границы края, условно область поделена на 5 частей: северную, южную, западную, восточную и центральную зон. Выделены границы этих частей.

Северная часть области представлена следующими индексами родов: 255и, 244д, 255н, 255з. Преобладает род ландшафта с индексом 255и. Он представлен плоскими и плоско волнистыми равнинами, слабо наклонные, с каналами, с балками, со злаковыми степями.

Южная часть области представлена следующими индексами родов: 245а, 245ж, 255м, 780в, 780б, 781а, 788а. Преобладает род ландшафта с индексом 245ж. Он представлен равнины холмисто-грядовыми, с останцовыми возвышенностями, с неглубокими балками, долинами, с сельскохозяйственными землями, редкими участками дубовых и широколиственных лесов и лугов.

Западная часть области представлена следующими индексами родов: 244д, 245з, 247г, 245д, 239в, 245е. Преобладает род ландшафта с индексом 244д. Он представлен равнинами плоскими и пологоволнистыми, с балками, прудами, с сельскохозяйственными землями, редкими участками разнотравных степей и дубовых лесов.

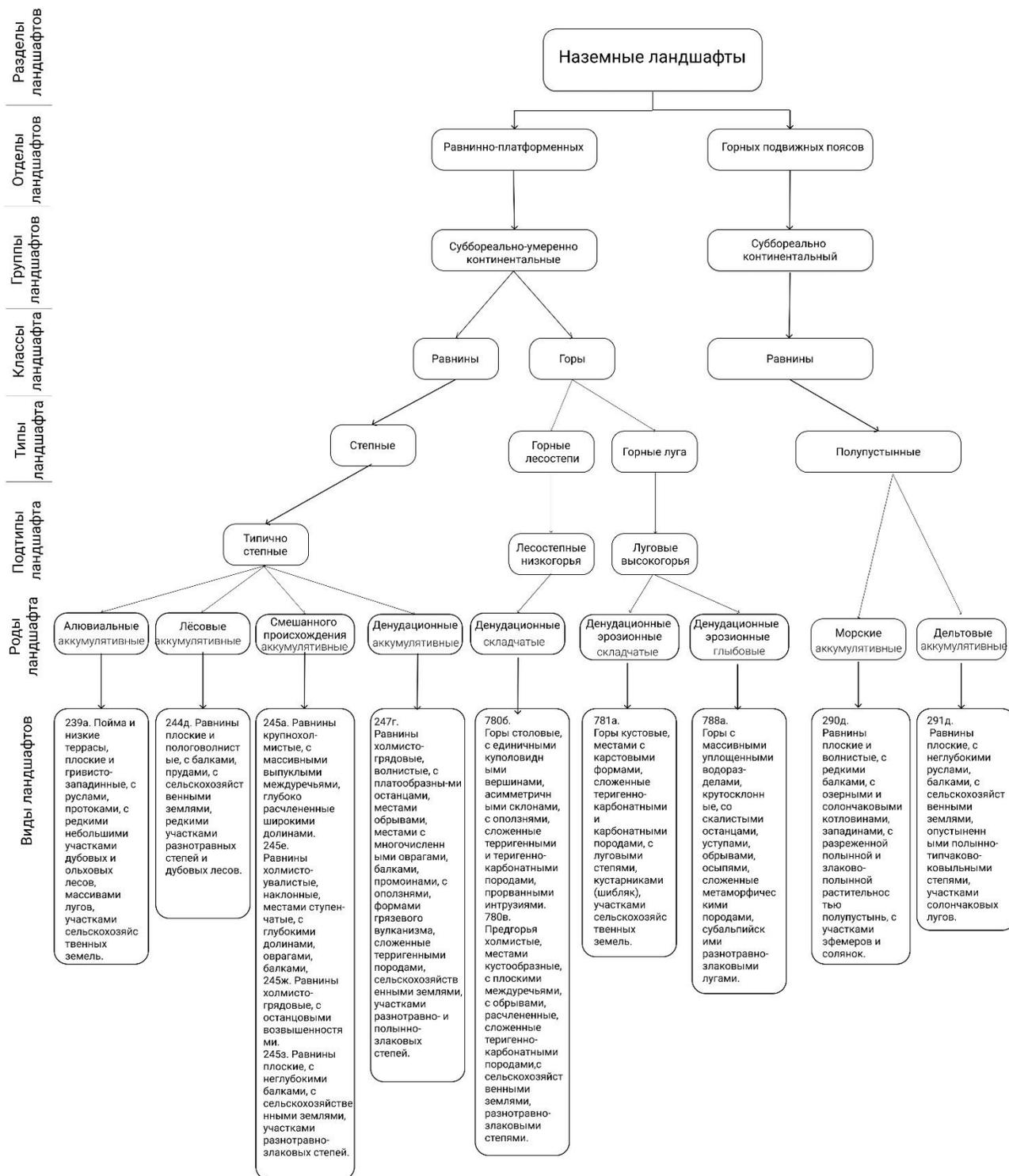


Рис.1 – Схема Таксономических единиц Ставропольского края

Восточная часть области представлена следующими индексами родов: 298б, 291д, 255м, 290д, 255к, 251а. Преобладает род ландшафта с индексом 291д. Он представлен равнинами плоскими, с неглубокими руслами, балками, с сельскохозяйственными землями, опустыненными полынно-типчакowo-ковыльными степями, участками солончаковых лугов.

Центральная часть области представлена следующими индексами родов: 245и, 245д, 251а, 255м, 239а, 245з, 247г, 244д. Преобладает род ландшафта с индексом. 255л. Он представлен равнинами волнистыми, ступенчатые, наклонные, с балками, реке оврагами, с мелкими оползнями, с суффозионно-потяжинным микрорельефом, с сельскохозяйственными землями, участками злаковых степей. [2]

Ставропольский край характеризуется разнообразием ландшафтов, которые плавно переходят друг в друга от севера к югу и от востока к западу. Северная часть области представлена плоскими и плоско волнистыми равнинами с каналами и злаковыми степями, южная часть включает в себя холмисто-грядовые равнины с останцовыми возвышенностями и редкими лесами. Западная часть характеризуется плоскими равнинами с разнотравными степями и дубовыми лесами, восточная же зона включает в себя плоские равнины с опустыненными степями и солончаковыми лугами. Центральная область представлена волнистыми равнинами с различным микрорельефом и злаковыми степями. Южная часть Ставропольского края представлена горами Северного Кавказа, где преобладают предгорные области с холмами, долинами и крутыми склонами. Рельеф характеризуется наличием ущелий, речных долин и горных хребтов, формирующих неровную поверхность. Также встречаются равнины и небольшие плоскогорья. Площадь горных ландшафтов и равнинных составляет 56236 км<sup>2</sup> и 9924 км<sup>2</sup> соответственно. Соотношение площадей составляет 17:3. Такое разнообразие ландшафтов создает плавный переход между зонами и отражает уникальность территории края. Все ландшафты Ставропольского края объединяет множество общих черт: присутствие различных форм рельефа, наличие балок, долин, лугов и лесов. Также характерно наличие сельскохозяйственных угодий, которые встречаются в разной степени в разных частях края. Разнообразные виды растительности, такие как злаковые степи и дубовые леса, также являются общими чертами этих ландшафтов.

### Литература

1. Котан, О. Т. Использование программы Google Earth Pro в предпроектном ландшафтном анализе рельефа объектов ландшафтной архитектуры / О. Т. Котан, О. Е. Ефимов, А. И. Довганюк // Вестник ландшафтной архитектуры. - 2022. - № 29. - С. 33-35.
2. Легенда к ландшафтной карте СССР Масштаба 1:2 500 000: учебно-методическое пособие / М. С. Анучин, И. С. Балмусова, С. В. Белецкая [и др.]. – Москва: Изд-во Министерства геологии СССР, 1987. – С. 85-254.
3. Использование дистанционных методов в оценке климатических показателей в предпроектном ландшафтном анализе территории / П. И. Лебедева, Д. Г. Колосова, О. Е. Ефимов, О. В. Корякина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 42-45/
4. Петрушина М. Н., Горячко М. Д. и др. СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ // Большая российская энциклопедия. Электронная версия (2017); <https://old.bigenc.ru/geography/text/4162171> Дата обращения: 23.11.2023
5. Бурым, Ю. В. Сезонная динамика ландшафтов Ставропольского края: специальность 25.00.23 "Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов" : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Бурым Юрий Владимирович. – Ставрополь, 2005. – 23 с.

6. Ландшафтоведение: ПРАКТИКУМ / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов, М. В. Злобина. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016.

## **АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СУММ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА**

**Идричан Мария Витальевна**, студентка 2-го курса кафедры Ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

**Научный руководитель: Ефимов Олег Евгеньевич**, доц., к.с.-х.н., и.о. заведующего кафедрой, доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

С целью выявления закономерности изменения температуры городов, находящихся на одной широте, проведен сравнительный анализ. В работе проанализированы климатические показатели (сумма активных температур) таких городов, как Владимир, Казань и Омск, находящихся на 55 широте за период с 2014-2022 год. Для этого использовались базы данных сайта [gr5.ru](http://gr5.ru) по показателю температуры. Общая выборка суммы активных температур по г. Владимир – 26280, ежедневно происходило 8 измерений в день; по г. Казань – 26286, ежедневно происходило 8 измерений; по г. Омск – 26286, ежедневно происходило 8 измерения в день. Модель построена по средним значениям суммы активных температур. Результаты анализа представлены в настоящей статье.

Основу оценки агроклиматических ресурсов территории составляют два фактора, имеющие важное значение – ее тепло и влагообеспеченность. Одной из основных характеристик тепла является сумма температур воздуха за период со средними суточными значениями выше 10°C, когда происходит активная вегетация растений. Сумма активных температур воздуха – показатель, характеризующий количество тепла и выражающийся суммой средних суточных температур воздуха выше 10°C. Эти данные широко применяются для характеристики условий роста и развития растительности [4].

В работах ряда авторов [1, 2, 3] климатические показатели рассматриваются, как мобильный компонент ландшафта, сформированный рядом динамических изменений локального, регионального и глобального уровней.

Важность определения суммы активных температур проявляется в нескольких аспектах. Во-первых, это позволяет оценить продолжительность и интенсивность тепловых условий в конкретном регионе в течение определенного временного периода. Такая информация критически важна для сельского хозяйства, поскольку позволяет определить сроки созревания растений, их возможные урожаи и прогнозировать последствия климатических изменений на сельскохозяйственные культуры.

Кроме того, сумма активных температур играет важную роль в понимании и оценке изменений климата. Анализ ее динамики на протяжении длительного временного периода позволяет выявить тенденции и тренды в изменениях климата, что необходимо для принятия соответствующих мер по адаптации и смягчению последствий климатических изменений.

Наконец, определение суммы активных температур является важным инструментом для экологических исследований. Этот параметр помогает оценить жизненный цикл различных видов растений, животных и микроорганизмов, а также влияние климатических факторов на их распространение, размножение и экосистемы в целом.

В работе использован архив метеоданных сайта «расписание погоды» [5]. Результаты исследования представлены на диаграмме. Выполнено сравнение показателей суммы активных температур в Владимире, Казани и Омске за период с 2014-2022 года. Анализируемые города расположены на 55 широте, но имеют разную долготу. Установлено закономерное снижение суммы активных температур с увеличением долготы, а также увеличение коэффициента вариации температурных показателей по годам.



Рис.1 Изменение суммы активных температур городов 55 широты за 2014-2022 г.

Диаграмма (рис.1) свидетельствует, что самым холодным годом в г. Омск за 2014–2022 г.г. является 2014 год (сумма активных температур – 1567 градусов). Самым теплым – 2021 (сумма активных температур – 2229 градуса), коэффициент детерминации ( $r^2$ ), представляющий собой долю вариации зависимой переменной для модели составляет 0,95. Линейная линия тренда показывает, что в городе наблюдается тенденция повышения суммы активных температур.

Самым холодным годом в г. Казань за 2014-2022 г.г. является 2017 год (сумма активных температур – 1963 градуса), самым теплым – 2016 (сумма активных температур – 2584 градуса), коэффициент детерминации ( $r^2$ ) составляет 0,39. Линейная линия тренда показывает, что в городе наблюдается тенденция понижения суммы активных температур.

Самым холодным годом в г. Владимир за 2014-2022 г.г. является 2017 год (сумма активных температур – 1584 градуса), самым теплым – 2016 (сумма активных температур – 2218 градуса), коэффициент детерминации ( $r^2$ ) составляет 0,49. Линейная линия тренда показывает, что в городе наблюдается тенденция понижения суммы активных температур.

Данные приведенной диаграммы позволяют сделать вывод о том, что что сумма активных температур в одни и те же годы в разных городах одной широты (530 с.ш.)

неодинакова. При этом, самые теплые и самые холодные года в Казани и во Владимире совпадают, благодаря чему можно сделать вывод, что существует схожесть некоторых климатических особенностей, характерных для одного из типов климата, присущих этим городам. Это может быть связано, например, с умеренным континентальным климатом, который обладает характеристиками как в Казани, так и в Владимире, ведущими к схожести климатических колебаний в определенные периоды времени. Омск же находится под влиянием континентального климата, который характеризуется более выраженными сезонными различиями. Следовательно, фактор континентальности определяет сумму активных температур в рассмотренных регионах.

### Литература

1. Ландшафтоведение: ПРАКТИКУМ / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов, М. В. Злобина. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 129 с. – ISBN 978-5-9675-1543-9.
2. Использование дистанционных методов в оценке климатических показателей в предпроектном ландшафтном анализе территории / П. И. Лебедева, Д. Г. Колосова, О. Е. Ефимов, О. В. Корякина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 42-45.
3. Котан, О. Т. Использование программы Google Earth Pro в предпроектном ландшафтном анализе рельефа объектов ландшафтной архитектуры / О. Т. Котан, О. Е. Ефимов, А. И. Довганюк // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 33-35.
4. Носкова, Е. В. Суммы активных температур воздуха (выше 10 °С) на территории Забайкальского края / Е. В. Носкова, И. Л. Вахнина, Н. В. Рахманова // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 11. – С. 148-153. – EDN SUSAFW.
5. Сайт "Расписание Погоды" Архив погоды [Электронный ресурс]. – URL: <https://rp5.ru/> Режим доступа: свободный. (Дата обращения: 23.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЕЙШИХ И ВОЗОБНОВЛЁННЫХ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПУТЁМ АНАЛИЗА ЭНДОГЕННЫХ ФЛЮИДНОЙ АКТИВНОСТИ, И ТЕПЛООВОГО ПОТОКА

**Гаськов Артур Романович, Лепшин Платон Романович**, студенты 2 курса кафедры гидрометеорологии, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Научный руководитель: Арешин Николай Александрович**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Современная геология использует такой термин, как геопатогенные зоны, под которыми подразумеваются участки местности, в пределах которых наблюдаются физиологически активные геофизические и геохимические поля аномально большой (или, наоборот, слабой) интенсивности, по сравнению с фоном. По некоторым определениям они должны оказывать непременно негативное влияние на живые организмы [6], по мнению других исследователей это условие не обязательно [2]. Тем не менее независимо от определения, геопатогенные зоны часто приурочены к ослабленным зонам земной коры [1]. Геофизические поля и почвы на таких площадях должны отличаться от фоновых зональных, что позволяет говорить о важности выявления новейших и возобновляемых разрывных нарушений для целей не только геологов, но и почвоведов.

**Актуальность** изучения данной проблемы обусловлено тем, что разрывные нарушения являются ослабленными и, как следствие, легко проницаемыми зонами земной коры с которыми связаны такие явления, как флюидная активность, геопатогенез и др.

**Цель** данной работы заключается в анализе перспектив выявления разрывных нарушений земной коры с использованием анализа эндогенных флюидов и теплового потока. Данный подход расширяет возможности, предоставленные иными методами геологического исследования.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**:

- Выявление влияния эндогенной флюидной активности и теплового потока на появление и развитие разрывных нарушений.
- Изучение существующих подходов к анализу флюидной активности и теплового потока с целью определения их потенциала для прогнозирования разрывных нарушений земной коры в будущем.

Эндогенная флюидная активность описывает перемещение жидких и газообразных веществ внутри Земли, влияющих на геологические явления. Флюиды, такие как вода, пар, газы (например, углекислый газ, метан), магма, минеральные растворы и другие вещества, играют ключевую роль в геологической активности и образовании разрывных нарушений земной коры. Эти флюиды могут как инициировать, так и проявляться как следствие различных геологических процессов [4].

#### **Методы анализа эндогенных флюидов:**

**Химический анализ:** Этот метод позволяет ученым понять происхождение и химические характеристики эндогенных флюидов.

**Газовая хроматография (ГХ):** позволяет разделять и идентифицировать компоненты газовых смесей, таких как пары воды, углекислый газ и метан, определяя их концентрацию и изотопный состав.

**Масс-спектрометрия:** используется для идентификации и измерения массы атомов и молекул, помогая изучать изотопный состав элементов и молекул в флюидах для определения их происхождения.

Как и для флюидов, различные методы анализа теплового потока используются для выявления изменений, которые могут указывать на возможные разрывы в коре [5]. Ниже представлены основные методы анализа теплового потока, которые помогают ученым и специалистам в предсказании потенциальных разрывов и связанных с ними сейсмических событий или вулканических активностей.

#### **Методы анализа тепловых потоков:**

**Прямые геотермальные измерения:** Данные термометров и тепловых датчиков, используемые для создания карт теплового потока в определенных регионах и для определения изменений температуры с глубиной.

**Инфракрасная съёмка:** это метод, который позволяет визуализировать и измерять распределение тепла на поверхности земли [3].

**Измерение теплопроводности грунта:** Этот метод заключается в измерении теплопроводности грунта, что позволяет определить, как тепло распространяется в земле.

После рассмотрения флюидной активности и теплового потока можно заключить, что они напрямую влияют на образование разрывных нарушений, а также, что в будущем можно выделить несколько перспектив выявления новых и развития существующих методов анализа флюидов и тепловых потоков, которые могут сыграть ключевую роль в современном геологическом и сейсмологическом исследовании и привести к множеству инноваций и улучшений в будущем. Вот некоторые из потенциальных перспектив:

**Развитие новых технологий сенсоров:** Прогресс в области нанотехнологий и материалов позволяет создавать более чувствительные и долговременные сенсоры, способные регистрировать минимальные изменения в составе флюидов и тепловом потоке. Это открывает двери для непрерывного и высокочастотного мониторинга в реальном времени.

**Развитие методов машинного обучения и искусственного интеллекта:** Применение алгоритмов машинного обучения для анализа больших объемов данных, полученных от сенсоров и геохимических анализаторов. ИИ может помочь выявлять паттерны и корреляции в данных, которые человек мог бы упустить.

**Глобальное сотрудничество и обмен данными:** Перспективой является дальнейшее развитие международного сотрудничества и обмена данными между странами и регионами. Это позволит создавать более обширные базы данных и более широкий доступ к информации, что будет полезно для предотвращения разрывных нарушений на глобальном уровне.

**Развитие технологий беспилотных летательных аппаратов:** Использование дронов с современными сенсорами и камерами позволяет проводить аэрофизические исследования, включая тепловое зондирование и анализ химического состава атмосферы. Это предоставляет возможность мониторинга труднодоступных или опасных территорий, где могут происходить разрывные нарушения.

**Заключение:** можно сделать вывод, что исследования, связанные с эндогенными флюидами и тепловым потоком, представляют собой ключевой аспект для выявления разрывных нарушений земной коры. Результаты этих исследований обладают значительным потенциалом для определения геопатогенных зон и их связи с ослабленными участками коры. Независимо от того, оказывают ли эти зоны негативное влияние на живые организмы, выделение таких областей становится крайне важным для понимания природных процессов. Это означает, что необходимо продолжать исследования в данной области, так как они имеют фундаментальное значение как для геологов, так и для специалистов в области почвоведения.

## Литература

арецкий, Р.Г. Эколого-тектонифизическая среда Беларуси / Р.Г. Гарецкий, Г.И. Каратаев. - Минск: Белорусская наука, 2015.-175с.

ущин А.Н. Биоэнергоинформатика и другие лженаучные воззрения в архитектуре / Кривых М.Н, Быстрова Т.Ю, Неверова Е.А. Академический вестник УралНИИпроект РААСН –

аримов Камиль Мидхатович, Онегов Вадим Леонидович, Кокутин Сергей Николаевич, Соколов Владимир Николаевич, Васев Валерий Федорович Дистанционное тепловизионное зондирование Земли при решении геологических задач // Георесурсы. 2009. №1 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantcionnoe-teplovizionnoe-zondirovanie-zemli-pri-reshenii-geologicheskikh-zadach> (дата обращения: 23.11.2023).

узин А.М. О НЕКОТОРЫХ ОБЩИХ СВОЙСТВАХ ФЛЮИДА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ, ЯВЛЕНИЯХ И ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ (К ОБОСНОВАНИЮ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР) ЧАСТЬ 2 // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. 2015. №2 (12). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/onekatoryh-obshchih-svoystvah-flyuida-v-geologicheskikh-protsessah-yavleniyah-i-zakonomernostyah-k-obosnovaniyu-edinoj-sistemy-1> (дата обращения: 23.11.2023).

оляк Б.Г., Хуторской М.Д. Тепловой поток из недр - индикатор глубинных процессов // Георесурсы. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teplovoy-potok-iz-nedr-indikator-glubinnyh-protsessov> (дата обращения: 23.11.2023).

## **ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИИ В ПОЧВОВЕДНИИ**

**Шаповалов Кирилл Александрович**, студент 1 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А Тимирязева

**Корнеева Александра Андреевна**, студент 1 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А Тимирязева

**Метяева София Андреевна**, студент 1 курса кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А Тимирязева

**Научный руководитель: Арешин Николай Александрович**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А Тимирязева

### **Введение**

Понимание взаимосвязей между геологическим строением территории и особенностями почвообразования имеет важное фундаментальное и прикладное значение. Знание геологических факторов почвообразования позволяет глубже понимать процессы формирования почвенного покрова, прогнозировать распространение разных типов почв, а также разрабатывать эффективные меры по рациональному использованию и охране почв.

**Цель** данного исследования - проанализировать основные теоретические положения о влиянии геологии на формирование почв и рассмотреть конкретные примеры такого воздействия на практике.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- Рассмотреть геологические факторы почвообразования и механизмы их влияния на свойства почв.
- Изучить практические примеры влияния типов горных пород, тектонических структур и рельефа на формирование разных типов почв.
- Дать рекомендации по учету данных геологических факторов в исследованиях почв и при землепользовании.

### **Теоретические основы взаимосвязи геологии и почвоведения**

Влияние геологических факторов на формирование почв и их свойства является ключевым аспектом взаимосвязи между геологией и почвоведением. Геологические факторы почвообразования включают рельеф, горные породы, тектонику и другие процессы, которые оказывают значительное воздействие на состав и физико-химические свойства почв. Рельеф играет важную роль в почвообразовании, поскольку определяет направление стока воды, влажность и обводненность почвы [3]. Эти факторы в свою очередь влияют на физические и химические свойства почвы, такие как ее влажность, структура, взаимосвязи между почвенными частицами и доступность питательных веществ для растений.

Горные породы также имеют существенное влияние на состав и свойства почв. Минеральный состав горных пород определяет химический состав почвы [1], а также наличие различных микроэлементов и питательных веществ. Например, горные породы могут содержать минералы, которые со временем разлагаются и обогащают почву необходимыми элементами, такими как кальций, магний, и другие микроэлементы [6]. Тектонические процессы также оказывают влияние на состав и свойства почв. Деформации горных пород в результате тектонической активности могут способствовать образованию новых почвенных горизонтов и изменению свойств почвы [4], таких как ее проницаемость и структура. Таким образом, геологические факторы имеют огромное значение для формирования почвенного покрова и определения его свойств.

## **Практические аспекты влияния геологии на почвообразование**

Влияние геологических факторов на формирование почв и почвенный покров имеет важное практическое значение для аграрных наук и землепользования. Для лучшего понимания процессов стоит рассмотреть несколько примеров практического воздействия геологических факторов на почвообразование:

1. Типы горных пород и особенности почв на них: например, в регионах с высоким содержанием известняков формируются известняковые почвы, обладающие хорошей водопроницаемостью и щелочностью. Это позволяет выращивать растения, предпочитающие эти условия, такие как луговые травы [4]. Наоборот, в регионах с высоким содержанием глины формируются глинистые почвы, затрудняющие водопроницаемость, что влияет на выбор сельскохозяйственных культур.

2. Тектонические структуры и почвенный покров: примером влияния тектоники на почвообразование может служить образование рифтовых зон. В подобных местах тектонические движения приводят к образованию новых горных пород и рыхлых [2], хорошо дренированных почв, что способствует успешному ведению сельского хозяйства.

3. Рельеф и закономерности распределения почв: например, на склонах с высокой крутизной сильнее развит сплошной профиль почв с выраженными почвенными гумусовыми агрегатами, в то время как на плоских участках формируются почвы с более мелким разложением органического вещества [3].

Рекомендации по учету геологических факторов в почвоведении включают в себя проведение геологических исследований на местности для анализа горных пород, тектонических структур и рельефа. Особое внимание стоит уделять таким параметрам, как минеральный состав горных пород, их устойчивость к разрушению, степень содержания воды в почве, тектонические нарушения и гидрогеологические условия. Такой подход позволяет предпринимать конкретные меры для оптимизации использования земельных ресурсов и реализации адаптивных мероприятий по управлению почвенными ресурсами на том или ином участке [5].

### **Выводы**

Существует тесная взаимосвязь между геологическим строением территории и процессами почвообразования. Ключевыми геологическими фактами являются: состав и свойства горных пород, особенности рельефа, тектонические структуры. Эти факторы определяют водно-физические свойства почв, доступность элементов питания растений, интенсивность выветривания и другие важные характеристики почв. Подтверждено высокое влияние геологических условий на формирование разных типов почв и особенности их использования в сельском хозяйстве и землепользовании.

Комплексирование геологических и почвенных исследований, позволит получать более полную информацию о земельных ресурсах и эффективно использовать почвенный покров. Результаты работы могут найти применение в области землеустройства, мелиорации земель и оптимизации сельскохозяйственного производства с учетом природных условий территории.

### **Литература**

1. Белоусов А.А. Почвоведение. - 1-е изд. - Кр: ФГОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, 2016. - 225 с.
2. Ганжара Н.Ф. Почвоведение. - 1-е изд. - М.: Агроконсалт, 2001. - 392 с.
3. Шильников И.А. Аканова Н.И. Курносова Е.В. Кизинёк С.В. Гришин Г.Е. Известкование как фактор формирования урожайности полевых севооборотов // Нива Поволжья. - 2012. - №3
4. Щеглов Д.И., Громовик А.И. Основы геоморфологии. - 1-е изд. - В.: Издательский дом ВГУ, 2017. - 178 с.

5. Особенности проведения геологии грунта под строительный участок // НВК «ГОРГЕОМEX» URL: <https://gorgeomex.ru/articles/osobennosti-provedeniya-geologii-grunta-pod-stroitelnyy-uchastok/> (дата обращения: 20.11.23).

6. Рельеф как фактор почвообразования // gruntovoz URL: <https://gruntovozov.ru/chasto-zadavayemiye-voprosy/kak-obrazuetsya-pochva/factoryi-i-usloviya-pochvoobrazovaniya/relef-kak-faktor-pochvoobrazovaniya/> (дата обращения: 20.11.23).

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРНЫХ И ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СМЕРЧЕЙ И ДЕГАЗАЦИИ НЕДР НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

**Евстигнеева Анастасия Борисовна**, студент магистратуры 1 курса кафедры геологии месторождений полезных ископаемых МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе

**Аршин Николай Александрович**, ассистент кафедры геологии, почвоведения и ландшафтоведения РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева

В настоящее время активно изучаются различные аспекты взаимодействия геосфер, таких как ядро Земли, мантия, земная кора, атмосфера, биосфера, гидросфера и др., что позволяет выявить ранее неизвестные закономерности между процессами в разных оболочках Земли. В более ранних работах авторами [1, 2] была проведена работа по рассмотрению возможности взаимного влияния тектоносферы и атмосферы, выражающаяся в возможном влиянии зон разгрузки мантийных флюидов на формирование мест локализации смерчей. В основу работ была положена гипотеза П.Н. Кропоткина [4] о закономерностях дегазации недр, детализированная и Ф.А. Летниковым [5]. Результаты работы показали, что пространственное распределение зон локализации смерчей и ветровалов имеет наилучшую корреляцию с центральной и юго-западной частью Средне-Русской системой авлакогенов, однако вопрос происхождения эндогенных флюидов ранее оставался за рамками исследования. Основным способом взаимодействия тектоносферы и атмосферы является перенос энергии и вещества путём разгрузки флюидов, под которыми авторы понимают подвижную фазу в земных недрах при нормальных условиях состоящую в основном из жидкости и/или газа и находящейся в сверхкритическом состоянии либо агрегатное состояние которых ещё неизвестно [9].

**Цель работы:** выявление генезиса флюидов, чья миграция по разломам в атмосферу способствует получению процессами в атмосфере дополнительной энергии для образования смерчей и, как следствие, смерчевых ветровалов.

### **Задачи:**

опоставление карты смерчей и ветровалов и тектонической карты с выявленными разрывными нарушениями;  
становить происхождение флюидов;  
провести корреляцию между флюидами того или иного происхождения и корреляцией смерчей с разломами в фундаменте Восточно-Европейской платформы;  
анализ полученных данных.

**Методы исследования:** картографический, системный анализ, сравнительный и реферативный методы научных исследований.

**Материалы:** данные по смерчам в густонаселенных районах основаны на визуальных наблюдениях [6, 8]. а в лесных областях – на спутниковых данных о ветровалах: смерчевые ветровалы хорошо видны на аэрофотоснимках в виде узких вытянутых областей, внутри которых поваленные и поломанные деревья лежат против часовой стрелки, что отличает их от

шкваловых ветровалов, где деревья лежат по направлению ветра. Информация о разломах в фундаменте и флюидах получена по литературным источникам.

#### **Практическая значимость:**

Выявление корреляции между происхождением флюидов, тектоническими разломами и зонами смерчевой активности может обогатить представление о взаимодействии геосфер, о влиянии эндогенных процессов на атмосферные;

мерчи и ветровалы относятся к опасным явлениям и изучение механизма их образования может увеличить точность их прогнозирования;

гипотетически существует вероятность использования этих данных при поиске месторождений горючих и металлических полезных ископаемых [3].

В силу неразвитости на территории Восточно-Европейской платформы магматических процессов, вероятность, что флюиды могут иметь магматическое происхождение, выглядит крайне маловероятной, однако, их миграция по зонам повышенной трещиноватости делает это предположение имеющим право на жизнь.

Так Енгальчев С.Ю. (2011) [3] в своём исследовании пришёл к выводу, что в формировании месторождений рудных полезных ископаемых (золота, платины, урана и др.) и алмазов принимали участие восходящие флюидные потоки, поступающие по проницаемым зонам, имеющим тектоническую природу. И что ряд полезных ископаемых, нетипичных для осадочного чехла Восточно-европейской платформы размещается в пределах определенных, преимущественно линейных зонах, в некоторых случаях контролирующей разветвленной системой авлакогенов, испытывавших тектоническую и (или) тектономагматическую активизацию. К таким объектам С.Ю. Енгальчев отнёс восток Воронежской антеклизы, Верхнекамская впадина, Ладожская моноклираль, северо-запад Московской синеклизы, восток Вологодской области, кряж Карпинского и др. Все эти эти области соответствуют ранее выявленным местам наличествующей корреляции между смерчами и авлакогенами.

В.В. Тихомиров (2012) [7], исследуя подсолевые флюиды Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна, пришёл к выводу что все подсолевые флюиды бассейна делятся на 2 генетические группы: азотную и метановую. Флюиды азотной группы распространены на платформенной части бассейна. Они сформировались и потеряли свои летучие свойства до появления платформенного чехла. Флюиды метановой группы связаны с прогибами, впадинами. Они являются продуктом современного метаморфизма и дегазации пород на больших глубинах. На территории Волго-уральском бассейне положительная корреляция между смерчами и авлакогенами установлена только близ его западной границы.

#### **Выводы:**

а данном этапе не представляется возможным однозначно выявить, флюиды какого происхождения играют наибольшую роль в образовании смерчей.

специалисты из разных областей геологической науки используют несколько разную терминологию, относительно происхождения флюидов. Поэтому наиболее перспективно классифицировать флюиды по месту, откуда они поступают, и как они просачиваются к поверхности: по разломам или сквозь толщу породы.

если флюиды просачиваются на поверхность не линейно (по разлому), а по площади (сквозь толщу пород), то установить их связь с зонами локализации смерчей на данном этапе не представляется возможным.

а значительной территории ВЕП восходящие потоки флюидов, поступающие по проницаемым зонам, имеющим тектоническую природу, имеют хорошую пространственную корреляцию с зонами локализации смерчей.

#### **Литература**

встигнеева А.Б. Влияние дегазации недр на атмосферные явления на примере восточно-

- европейской платформы / Евстигнеева А.Б., Евтушенко М.С., Арешин Н.А. // Студенческий. 2022. № 30-1 (200). С. 18-21.
- евстигнеева А.Б. Связь атмосферных и тектонических процессов / Евстигнеева А.Б., Арешин А.В. // В сборнике: Почвенный покров – фундамент агротехнологий будущего. Сборник трудов Молодежной научной конференции VII Вильямсовские чтения. 2022. С. 105-107.
- енгалычев С.Ю. Восходящие флюидные разгрузки и металлогения плитных комплексов Восточно-Европейской платформы / С.Ю. Енгальчев // Вестник ВГУ, Серия: ГЕОЛОГИЯ, 2011, № 2, июль–декабрь, с 16-25.
- еропоткин П.Н. Дегазация Земли и генезис углеводородов / П.Н. Кропоткин // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1986. - Т. 31. - №5. - С. 540-547.
- етников Ф. А. Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза / Летников Ф. А // Геология рудных месторождений. 2001. Т. 43, № 4. С. 291-307.
- ерчи в российских регионах/ А. Чернокульский [и др.] // Метеорология и гидрология. 2021. №2. С.17-34.
- ихомиров В.В. Парагенезис подсолевых флюидов Волго-Уральского бассейна / В.В Тихомиров // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2012. Серия 7. Геология. География, № 4, с. 3-
- ернокульский А. Смерчи в России. Реальна ли угроза? / А. Чернокульский // Троицкий вариант — Наука № 10(329), URL: <https://www.trv-science.ru/2021/05/pdf329/>. – Дата публикации: 18 мая 2021 года.
- айф У., Прайс Н., Томпсон А. Флюиды в земной коре. М., 1981; Кудряшов А. И. Флюидогеодинамика. Свердловск, 1991.

## ***ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ «ЮНЫЙ ПОЧВОВЕД»***

### **ЛАНДШАФТНЫЕ РЕШЕНИЯ. АЛЬПИНАРИЙ НА САДОВОМ УЧАСТКЕ СТАНЦИИ ЮНЫХ НАТУРАЛИСТОВ**

**Баканова Элина Евгеньевна**, ученица 8 кл., ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, ГБОУ Школа №1570

**Научный руководитель: Ахметшина Гульнара Муллануровна**, педагог дополнительного образования ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ.

Благоустройство - это целый комплекс мероприятий по содержанию территории, который включает проектирование и размещение объектов, направленных на обеспечение и повышение комфортности условий поддержания и улучшения санитарного и эстетического состояния территории. Ландшафтным дизайном называют практические действия по озеленению и благоустройству территорий.

Современное оформление парков, скверов и приусадебных участков требует современного подхода к их оформлению. Одним из современных подходов является разработка альпийских горок различной конструкции.

Альпинарий – возвышенная композиция, обязательно ярусная, со склонами и вершиной, декорированная цветами и растениями, имитирующая фрагмент горного ландшафта.

Благодаря альпинарию, цветник значительно дольше не теряет своих декоративных качеств, так как специально подобранные растения цветут продолжительное время и придают декоративный вид. Соорудив альпийскую горку на участке цветника, в будущем можно значительно сэкономить силы и время на обработке почвы перед высадкой рассады, а обустроенный альпинарий придаст новый современный вид цветнику и предоставит неограниченную возможность для творчества.

Цель: изучение и анализ ландшафтных решений, архитектурного - художественного проектирования альпийской горки на территории Станции юных натуралистов для разработки рекомендаций в сфере благоустройства пришкольных территорий.

Задачи:

1. Изучить ландшафтные решения и определить элементы архитектурно - художественного проектирования альпийской горки Станции юных натуралистов;
2. Изучить флористический состав, проанализировать распределение и соотношение древесно – кустарниковой, цветочно - декоративной растительности альпинария;
3. Разработать эскиз мини-альпинария на территории Станции юных натуралистов, определить видовой состав растений;
4. Провести органолептические исследования образцов почвы, определить гранулометрический состав, определить рН почвы;
5. Разработать инструкцию по применению «Создание альпийской горки»

Определение видов деревьев, кустарников и цветочно – декоративных растений проводилось с помощью флористических пособий и определителей [2].

В результате работы:

Составлен список растений, произрастающих на территории Станции юных натуралистов; более 50 видов древесно-кустарниковой и более 100 видов цветочно - декоративных растений; соотношение видов древесно-кустарниковой (25%), цветочно - декоративной растительности (67%) и плодово - ягодных культур (8 %).

Изучены особенности проектирования и функционального зонирования, соотношения малых архитектурных форм с общим обликом Станции юных натуралистов. Общая площадь территории Станции юных натуралистов составляет - менее 0,7 га. Станция юных

натуралистов ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ обеспечивает реализацию образовательного процесса в учебных группах и организует большую разноплановую деятельность обучающихся г. Москвы. Для проведения опытнических и исследовательских работ организованы участки для выращивания сельскохозяйственных культур, питомник для выращивания саженцев деревьев, имеется альпинарий, аптекарский огород с лекарственными растениями. На территории имеются благоустроенные уголки для отдыха посетителей и обучающихся.

Разработан эскиз альпийской горки, изучены особенности проектирования и функционального зонирования, соотношения и сочетания цветочно - декоративных растений на альпийской горке.

Составлен список растений для использования и оформления альпийской горки около 30 видов древесно-кустарниковых, цветочно – декоративных и лекарственных растений.

Древесно - кустарниковые растения, выращенные в мини-питомнике Станции юных натуралистов активно используются и при оформлении альпийской горки, а также для озеленения и благоустройства пришкольных и жилых кварталов.

Составлен календарь посева, выгонки и посадки цветочно - декоративных растений, а также календарь цветения раннецветущих растений, данной информацией педагоги Станции юных натуралистов успешно пользуются при оформлении альпийской горки, начиная с весеннего периода и до поздней осени, так и при проведении ознакомительных эколого - познавательных экскурсий: «Путешествие по лесной тропинке», «Раннецветущие растения», «Хвойные насаждения Станции юных натуралистов».

Составлена смета расходов, где представлены виды и наименование затрат, стоимость материалов. В состав трудоемких работ вошли работы по планировке и сооружению альпинария, выбору мест посадки кустарников. Среди цветочно - декоративных растений на альпийской горке: живучка ползучая, тимьян ползучий, алиссум, буквица, люпин, львиный зев, гвоздика, тюльпаны и другие растения. Ранней весной альпийскую горку по проекту украшают раннецветущие растения: подснежники, пролеска сибирская, ландыш майский, первоцвет весенний. Общие затраты составили от 20.000 рублей;

Исследования показали, что почвы нейтральные и близкие к нейтральным; показатели рН варьируют от 5,5-6,5. Во всех образцах присутствует землистый запах. По гранулометрическому составу преобладает средний и тяжелый суглинок.

Разработана инструкция по применению «Создание альпийской горки», где представлена примерная схема, информация о технологии посадки растений и примерный план мероприятий создания альпийской горки на садовом участке.



**Рисунок** – альпийская горка, эскиз альпийской горки, изображение альпийской горки

## Литература

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: учеб. пособие, - М., «АГАР», 2000. - 386 с.
2. Губанов И. А., Новиков В. С. Популярный атлас определитель «Дикорастущие растения». Издательство «Дрофа» Москва, 2006.
3. Зверев А.Т. Экология. Практикум.10-11 кл. Учебное пособие для общеобразовательных учреждений.- М.; ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004.- 176с.
4. Комиссарова Т.С., Макарский А.М., Левицкая К.И. полевая геоэкология для школьников – Санкт- Петербург , 2010.-298 с.
5. Теодоронский, В.С. Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство (обзор)/ В.С. Теодоронский, В.Л. Машинский М., МГУЛ., 2001.- 95 с.
6. Сычева, А. В. Ландшафтная архитектура /: учеб. пособие для вузов / А. В. Сычева. – 2-е изд., испр. – М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. – 87 с.: ил.
- 7.Словарь-справочник по материалам прессы и литературы 60-х годов / Под редакцией Н. З. Котеловой и Ю. С. Сорокина. — М. : Советская энциклопедия, 1971.
8. Шиканян Т.Д. Библия ландшафтного дизайна. – Москва: АСТ: Кладезь, 2015. – 232 с.
9. Хессайон Д.Г. Все об альпинарии и водоеме в саду. Кладезь-Букс. 2004. ISBN 5-93395-003-3.djvu 10.04 MB

## ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ И РАСТЕНИЙ

**Штунова Елизавета Андреевна**, ученица 6 класса МБОУ Щёлковский лицей №7 ГОЩ Московской области, г. Щелково

**Научный руководитель: Шкибтан Ольга Сергеевна**, учитель биологии и географии МБОУ Щёлковский лицей №7 ГОЩ Московской области, г. Щелково

Почва – это природное тело, образующееся в результате преобразования верхнего слоя земной коры, при совместном взаимодействии воды, воздуха и живых организмов. Главная функция почвы — «...это обеспечение существования жизни на Земле. Именно из почвы растения, а через них и животные, и человек получают элементы минерального питания и воду для создания своей биомассы». [3].

Основные загрязнения почвы связаны с индустриализацией и ростом городов. Городские поселения имеют большое количество сточных вод – «неочищенные канализационные стоки – это смесь из воды, разлагающейся органики и бытовой химии. Она содержит множество опасных для людей и животных соединений, пагубно влияет на растения». [6]. Последствия загрязнения почв могут привести к гибели микроорганизмов, обитающих в почве, которые обогащают почву перегноем и улучшают её главное свойство – плодородие.

Цель исследовательской работы – изучить антропогенную нагрузку на почву в месте разлива городских сточных (канализационных) вод. Микроорганизмы разрушают одни вещества и образуют другие, они разлагают отмершую органику, до неорганических веществ, занимаются фиксацией атмосферного азота и снабжают им растения. Самоочищение почвы - это долгий и сложный процесс, который направлен на восстановления первоначального состояния почвы. В процессе очищения принимают участие сапрофиты - микроорганизмы, живущие за счёт мёртвых органических субстратов. К ним относятся нитрофицирующие, денитрофицирующие и другие бактерии. Особая гигиеническая роль

почвы связана с процессом обезвреживания патогенных микроорганизмов, главным образом, неспорообразующих. Процесс разложения клетчатки в почве осуществляется при участии почвенных микроорганизмов. «Целлюлозолитическая активность является одним из важнейших показателей микробной деятельности почв и протекающих в них биологических процессов».[5]. Тестировать биологическую активность почвы можно с помощью различных аппликационных методов. Наиболее распространенным является измерение скорости распада целлюлозы. Этот метод был рекомендован академиком Е.Н. Мишустиним. Для эксперимента выбрали несколько участков. Был выбран контрольный участок (№1) и два участка, где почва подвергалась разливу канализационных стоков. Один находится в низине (№2), а второй на возвышении (№3). На каждой заложили по три варианта повторностей. Исходя из того, что микроорганизмов больше на глубине до 30 см, выкопали разрезы глубиной 30 см. В качестве органического вещества были подготовлены квадраты их хлопчатобумажной ткани размером 10\*10см. Каждый квадрат взвесили для определения массы. Ткань обработали горячим паром. Подготовленный материал прикрепили к стенам разрезов деревянными палочками. Опыт заложен с 10 июня. Снятие экспериментальных данных было проведено 10.08.2023. Лоскуты ткани были извлечены, после их просушки и очистки от частичек почвы было проведено взвешивание.

Таблица 1.

#### Определение целлюлозолитической активности почвы

участок№	№ шурфа, глубина в см	Повторность, n	Масса лоскута до экранирования в почве, г	Масса лоскута после экранирования в почве, г	Потеря в весе, г	Потеря в весе, %	
1	30	1	1,2	0,720	0,48	40	
Контроль	30	2	1,2	0,790	0,41	34	
	30	3	1,1	0,860	0,24	21,8	
	30	4	1,2	0,760	0,44	36,7	
2	30	5	1,2	0,280	0,92	76,7	
	30	6	1,2	0,230	0,77	64,2	
3	30	7	1,1	0,94	0,26	21,7	
	Возвышение	30	8	1,09	0,63	0,46	42,2
		30	9	1,1	0,57	0,53	48,1

Оценка биологической активности почв по интенсивности разрушения целлюлозы в % определяется по шкале Звягинцева, 1985).[2].

В результате нашего эксперимента получили данные:

1. На контрольном участке (№1) биологическая активность почвы оказалась средней и составила 31,9%; на экспериментальном участке (№2) биологическая активность 59,2% (сильная); на экспериментальном участке (№3) 37,3% (средняя).

2. Более высокая биологическая активность почвы на участке №2. объясняется тем, что в канализационных стоках содержится много органических веществ, которые микроорганизмы могут использовать для своего питания, поэтому их активность была здесь больше.

3. На возвышении (№2) канализационные стоки не «задерживались», а по склону стекли вниз. Поэтому их количество в качестве дополнительного «источника пищи» микроорганизмам было меньше. Отсюда небольшая разница с контрольным участком №1.

Биотестирование - это оценка состояния окружающей среды с помощью живых организмов. В качестве тест – объекта выбрали семена кресс – салата, чтобы определить суммарную токсичность почвы в результате залива её канализационными водами.

Предлагаемый метод был апробирован на кафедре агрохимии МГУ Е.Х. Ремпе и Л.П. Ворониной.[1]. Расчет ведется путем учета снижения длины у проростков обработанных фильтратом суспензии, из анализируемых образцов почвы, по сравнению с контрольным образцом, выраженный в процентах. Для анализа почвы отобрали образцы с трёх участков методом конверта с глубины 10 см. Почва с пяти точек помещается в пакет и смешивается. Затем почвенный материал весом 100г помещаем в колбу и заливаем 100мл водопроводной водой, оставляем на сутки. Полученный раствор фильтруем, отбираем 4мл и заливаем семена кресс- салата в количестве 200 шт. в каждом. Через сутки семена раскладываем в подготовленные чашки Петри по 50 штук на бумажные фильтры и оставляем на 48 часов при температуре 25 градусов. После чего семена вынимают и при помощи линейки измеряют длину проростков на каждой чашке, затем высчитывают среднюю арифметическую четырёх повторностей для каждого варианта. Средняя арифметическая длина проростков, полученная на контрольном варианте, соответствует 100 процентам, а результаты других вариантов сопоставляется с контролем.

Таблица 2.

**Расчёт суммарной токсичности в исследуемых образцах**

№	№ варианта	L, см суммарная Длина проростков	n Количество Проросших семян	l, см средняя длина проростков $l = \frac{L}{n}$	Mcp, см Среднее Арифметическое Длины Проростков $M = \frac{L}{n}$	Суммарная токсичность, % $T = 100 - \left(\frac{M_{cp}}{M_{контроля}}\right) \times 100\%$
Контроль	1.1	34,9	50	0,70	0,603	
	1.2	25,6	50	0,51		
	1.3	27,1	50	0,54		
	1.4	32,9	50	0,66		
Опытный участок (низина)	2.1	30,5	50	0,61	0,583	3,3%
	2.2	31,0	50	0,62		
	2.3	24,2	50	0,48		
	2.4	31,0	50	0,62		
Опытный участок (возвышение)	3.1	30,5	50	0,61	0,60	0,5%
	3.2	31,0	50	0,62		
	3.3	30,5	50	0,61		
	3.4	28,0	50	0,56		

В результате эксперимента получили данные:

1. Прорастание семян во всех образцах 100%.
2. В обоих исследуемых образцах почвы значение суммарной токсичности 3,3% участок №2 и 0,5% участок №3 – невысокое.
3. На участке №2 суммарная токсичность в 6 раз выше, по сравнению с участком №3, т.к. он находится в низине и канализационных воды здесь скапливались, поэтому концентрация веществ была выше, а с участка №3 стекали по склону.
4. Факт высокого загрязнения почвы - «токсичности среды» здесь не установлен. Возможно, часть токсичных веществ, входящих в состав стиральных порошков, гелей, шампуней, чистящих средств для сантехники и других средств, распались на менее токсичные

соединения (с момента разлива прошло около 4,5 месяцев, также стоки подверглись влиянию отрицательных температур зимой).

На основе проведенных исследований можно считать, что участки №3 и №2 не испытали сильной антропогенной нагрузки по сравнению с контрольным участком. Количество содержащихся органических и неорганических веществ в канализационных стоках не изменили жизнедеятельность микроорганизмов, факт угнетения мы не установили. Растений на участках росло много, они цвели и плодоносили (визуальная оценка). В мире идет интенсивный поиск путей утилизации все возрастающего количества городских коммунальных сточных вод, а также отходов вод с промышленных предприятий.

### Литература

1. Воронина Л.П., Терехова В.А. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по курсу «Фитотестирование в экологическом контроле» М. ; Доброе слово, 2014.-29с.
- 2.Звягинцев Д.П. Почва и микроорганизмы.М.:МГУ,1985.-235с.
- 3.В.А. Ковд, Б.Г. Розанов Почвоведение в 2 частях, Москва «Высшая школа», 1988.-768с.
4. Трайтак Д.И., Трайтак Н.Д. Биология 5-6 классы в 2 ч.М.:Мнемозина,2012.-264с.
- 5.Пряженникова О.Е. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды. Вестник Кемеровского университета 2011.-10-13с.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ФАЦЕЛИИ ПИЖМОЛИСТНОЙ (*PHASELIA TANACETIFOLIA*)

**Панкова Арина Андреевна**, ученица 10кл., ФГКОУ МКК ПВ МО РФ, ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ

**Научные руководители:** **Ахметшина Гульнара Муллануровна**, педагог дополнительного образования ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ.

**Мичкина Елена Альбертовна**, учитель биологии ФГКОУ МКК ПВ МО РФ.

В данной работе представлены опытные разработки моделей косметических средств: крема, мыла и скраба, изготовленных экспериментальным методом с добавлением измельченных проростков и семян фацелии пижмолистной.

**Гипотеза:** предполагаем, что применение растительного сырья фацелии пижмолистной, богатой натуральными компонентами и микроэлементами, возможно при изготовлении простых моделей косметических средств по уходу за кожей рук, а также при заживлении неглубоких порезов, ссадин.

**Цель:** разработка моделей и технологий изготовления косметических средств с использованием растительного сырья фацелии пижмолистной.

### **Задачи:**

1. Изучить и проанализировать биологические особенности выращивания фацелии пижмолистной для возможного получения растительного сырья и использования при изготовлении простых косметических средств;
2. Изучить методы и способы традиционного изготовления косметических средств с применением компонентов растительного сырья;
3. Разработать технологический процесс изготовления моделей косметических средств с использованием растительного сырья фацелии пижмолистной;

4. Провести органолептические и микробиологические исследования косметических средств (крема и мыла), изготовленных из растительного сырья фацелии пижмолистной и оценить качественные характеристики;

5. Оценить экономическую составляющую проекта использования растительного сырья фацелии пижмолистной при изготовлении косметических средств, для ухода за кожей рук;

6. Разработать буклет с описанием моделей косметических средств.

Исследования проводились в оранжереи Станции юных натуралистов ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ и в лабораторных условиях ФГКОУ «МКК ПВ МО РФ».

Методы.

1. Выращивание фацелии проводилось в контейнерах, где была почва, предназначенная для выращивания растений, рассады. Наблюдения за ростом и развитием проростков проводилось в течение 14 дней. Результаты фиксировались и записывались в рабочую тетрадь.

2. Изготовление экспериментальных моделей косметических средств, проводилось по технологическим процессам.

Для изготовления мыла, скраба и крема было использовано растительное сырье фацелии пижмолистной: семена и проростки растения.

Для приготовления и выбора оптимального состава косметических средств были использованы также крем, основа для приготовления мыла, эфирное масло и ароматизатор.

Оборудование: электрическая плита, химическая посуда, формы для заливки.

3. Органолептические и микробиологические исследования разработанных косметических средств, проводились по стандартным методикам в лабораторных условиях.

4. Разработка и оформление буклета со справочным материалом в приложении Paint и фоторедакторе Polish.

5. Оценка экономической эффективности изготовления косметических средств с использованием растительного сырья фацелии пижмолистной.

В результате проделанной работы:

Изучены и проанализированы методы и способы выращивания фацелии пижмолистной для получения растительного сырья при изготовлении косметических средств. Фацелия прорастает быстро и в течение 14 дней можно вырастить необходимое количество растительного сырья.

Изучены методы и способы традиционного изготовления косметических средств, с применением компонентов растительного сырья: семян, масел, экстрактов, проростков.

Разработаны технологические процессы изготовления моделей косметических средств на основе добавок растительных проростков и семян фацелии пижмолистной.

Проведен анализ органолептических показателей: было выявлено, что крем обладает устойчивым приятным и нежным травянистым ароматом, крем имеет пастообразную консистенцию зеленого цвета, с вкраплениями растительных компонентов фацелии.

Мыло и скраб особым запахом не отличались от обычного мыла. Скраб и мыло, приготовленные с добавлением семян и проростков фацелии, имеют плотную структуру, белого и зеленого цвета соответственно, обладают хорошей моющей и очищающей способностью, тонизируют, освежают и увлажняют кожу рук.

При анализе микробиологических исследований мыла и скраба было доказано выдвинутое предположение, что косметические средства с компонентами фацелии обладают и обеззараживающими и бактерицидными свойствами, т.к. в образцах и смывах отмечено незначительное присутствие колоний по сравнению с контрольными образцами без фацелии;

Модели косметических средств – крема, мыла и скраба с добавлением растительных компонентов фацелии, могут быть рекомендованы в качестве увлажняющих и обеззараживающих средств, для ухода за кожей рук.

Оценена экономическая составляющая проекта и возможность использования растительного сырья фацелии пижмолистной при изготовлении косметических средств, для ухода за кожей рук. Предполагаем, что применение доступного растительного сырья фацелии пижмолистной, богатой натуральными компонентами и микроэлементами, возможно при изготовлении простых моделей косметических средств по уходу за кожей рук, а также при заживлении неглубоких порезов, ссадин. Цена 100 гр мыла и скраба по себестоимости может варьировать ориентировочно от 55 - 65 рублей.

Разработан буклет, в котором представлена краткая характеристика косметических средств, даны рекомендации по выращиванию фацелии, представлены технологии изготовления мыла, крема в домашних условиях.

В перспективе планируется в рамках работы продолжить исследования косметических средств и их использование в различных климатических зонах, с разными климатическими условиями для защиты кожи рук и как средств, обладающих увлажняющими, бактерицидными и ранозаживляющими свойствами.

### Литература

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: учеб. пособие, - М., «АГАР», 2000. - 386 с.
2. Благовещенский В.П. Мыловарение. Полное руководство для приготовления всевозможнейших сортов мыла С- Петербург: Издание Риккера К.Л. 1909. — 766 с.
3. Губанов И. А., Новиков В. С. Популярный атлас определитель «Дикорастущие растения». Издательство «Дрофа» Москва, 2006.
4. Голушонкова Е.Г. «Домашняя экология и здоровье» Москва 2007, 318 стр.
5. Дмитриченко А.И. Медопродуктивность фацелии пижмолистной в зависимости от ширины междурядий/Материалы международной научно-практической конференции / Проблемы модернизации АПК. - Курган, 2010 - № 2. С. 221-223.
6. Картамышев А.И., Арнольд В.А. Косметический уход за кожей. – М., 1960.
7. Современные проблемы косметологии: научный обзор / под ред А.П.Хруповой. – М.: ВНИИМИ, 2006
8. Фишер Г. Практический мыловар Практическое руководство к фабрикации всех сортов мыл по новейшим усовершенствованным приемам. 4-е изд. — Петроград: 1914. — 240 с.
9. Чукмасов Д. Практическое руководство по мыловарению. Приготовление обыкновенных сортов мыла, Петроград; Москва : М. П. Петров, 1917 г.
10. Юрина Н.А., Радостина А.И. Кожа и ее производные.– М., 1996.

## МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ АКВАРИУМНЫХ РАСТЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

**Карповец Полина Юрьевна**, ученица 9 кл., ФГКОУ МКК ПВ МО РФ, ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ

**Научные руководители:** Мичкина Елена Альбертовна, учитель биологии ФГКОУ МКК ПВ МО РФ; Ахметшина Гульнара Муллануровна, педагог дополнительного образования ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ.

Новым направлением в современной аквариумистике является акваскейпинг (англ. aquascaping) – создание декоративных водных «ландшафтов» в аквариуме. Существует множество направлений и стилей аквадизайна, основанных на многообразии способов

оформления внутреннего пространства аквариума. Одним из них является использование водных растений, размножаемых в культуре *in vitro*. Как правило, водные растения хорошо размножаются вегетативно, однако в искусственных условиях часто подвержены заболеваниям, например, в результате избыточного размножения цианобактерий и водорослей. Поэтому в последнее время для аквадизайна используется оздоровленный материал, свободный от внутренних инфекций. Одним из эффективных способов получения растений, не содержащих патогенов, является клональное микроразмножение – метод получения большого количества оздоровленных клонов в стерильной культуре *in vitro*. Растения, размноженные микроклонально, не содержат внутренних инфекций и быстро адаптируются к субстрату и образуют красочный покров.

Объект исследования: растение - регенерант: *Alternanthera reineckii* sp. Mini – растение с округлым прямостоячим стеблем красного цвета и супротивно расположенными листьями. Соседние пары листьев расположены перпендикулярно друг другу. Листья широколанцетные, с коротким черешком с заострённой верхушкой и основанием клиновидной формы, красного цвета (5–10 см в высоту).

**Цель:** микроразмножение аквариумных растений

Задачи:

1 Изучить виды аквариумных растений, выращиваемых для декоративных ландшафтов;

2 Выявить наиболее оптимальные типы питательных сред для культивирования некоторых видов аквариумных растений *in vitro*. Изучить эффективность использования среды Мурасиге-Скуга для размножения Альтернантеры *Alternanthera reineckii*.

3 Изучить метод микроразмножения Альтернантеры Рейнека (*Alternanthera reineckii* sp.

Mini) на питательной среде Мурасиге-Скуга;

4 Сделать выводы о целесообразности использования метода микроразмножения Альтернантеры *Alternanthera reineckii* в аквариумистике

Методы исследования

Культивирование растений - регенерантов осуществлялось на питательных средах Мурасиге-Скуга (MS, Murashige, 1966), Побеги отделяли от первичного эксплантата, делили на черенки и высаживали на питательную среду. Культивирование микропобегов осуществляли при 20°C под лампами дневного света при 16-часовом фотопериоде. Длительность субкультивирования составляла 8 недель. Определяли среднюю длину побегов и корней, коэффициент размножения и среднее число корней растений регенератов. Все эксперименты проводили в двукратной повторности, на каждый вариант опыта по 30–40 микропобегов.

Большинство аквариумных растений имеют зеленую окраску листьев, лишь небольшое количество видов могут похвастаться более ярким нарядом. Особенно ценятся растения с красными листовыми пластинками. Они очень эффектно смотрятся в подводных садах на контрасте с зелеными соседями. Правда, в содержании они более привередливы, но это не останавливает настоящих ценителей. В нашем проекте мы расскажем о самом известном красном растении в аквариумистике – Альтернантере Рейнека.

В домашних аквариумах Альтернантера Рейнека размножается вегетативно с помощью черенков. Для этого побег взрослого растения следует разделить на несколько фрагментов, чтобы в каждом из них находилось не менее четырех мутовок с листьями. Нарезанные черенки оставляются плавать на поверхности воды. Приблизительно через неделю на месте среза образуются тонкие корешки, после чего молодые растения можно высаживать в грунт.

С состав питательных сред входят:

Макроэлементы (N, K, P, Ca, Mg, S, Fe )

Микроэлементы ( Mn, B, Cu, Zn, S, Mo, Co)

Витамины и другие органические компоненты (Тиамин, пиридоксин, глицин и др.)

Источник углерода (сахароза, фруктоза, мальтоза)

Желирующий агент (агар-агар )

В результате практической работы:

1. Изучены морфометрические показатели некоторых аквариумных растений, размножаемых микроклонально.

2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для размножения *Альтернантеры Alternanthera reineckii* является наиболее оптимальной. Благодаря плотной структуре и содержанию в составе питательной среды микроэлементов и питательных веществ, растение прижилось и хорошо развивалось в течение года с октября 2022 г.

3. Метод микроклонального размножения способствует получению большого количества оздоровленных клонов в стерильной культуре *in vitro*. Растения, размноженные микроклонально, не содержат внутренних инфекций и быстро адаптируются к субстрату и образуют красочный покров.

#### Благодарность

Выражаем благодарность сотрудникам и специалистам РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева за оказание помощи в проведении экспериментальной части

#### Литература

1. Сосина А. В., Чередниченко М. Ю. 2016. Введение в культуру *in vitro* и клональное микроразмножение. г. Ялта, Республика Крым, Россия. 25 сентября – 1 октября 2016 г

2. Малаева Е. В., Синельникова К. П. 2017. Размножение нимфейника щитолистного (*Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntz. в культуре *in vitro* // Актуальные вопросы теории и практики биологического образования: мат. XI-й всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф., посвященной Году экологии в России. Волгоград. С. 51–53.

## **ВЫРАЩИВАНИЕ САЖЕНЦЕВ ДЕРЕВЬЕВ В ПИТОМНИКЕ СТАНЦИИ ЮНЫХ НАТУРАЛИСТОВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИШКОЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ**

**Салеев Роман Юрьевич**, ученик 10кл., ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ

**Научный руководитель:** **Ахметшина Гульнора Муллануровна**, педагог дополнительного образования ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ.

**Актуальность.** Экологический проект «Выращивание саженцев деревьев в питомнике Станции юных натуралистов для озеленения пришкольных территорий и восстановление лесных участков» направлен на защиту окружающей среды, акцентирован на рациональное природопользование и выращивание саженцев в школьном питомнике Станции юных натуралистов г. Москвы для озеленения пришкольных территорий, жилых кварталов и лесных участков.

Цель: проанализировать экономическую целесообразность выращивания саженцев деревьев в школьном питомнике для озеленения пришкольных территорий, парковых зон и восстановления лесных участков.

1. Изучение видового состава деревьев, произрастающих в лесопарках САО г.

Москвы и определение видов деревьев проводилось с помощью флористических пособий и определителей [2,3]; изучение и описание состояния древостоя на пробных площадках (10м x 10 м) по шкале визуальной оценки [1].

2. Изучение почвенных профилей в лесопарках САО Покровское – Стрешнево и Тимирязевский проводилось по пособию [1].

3. Практическая работа в питомнике Станции юных натуралистов по методическому пособию [5].

4. Посадка молодых саженцев, выращенных в питомнике, осуществлялась в районах «Аэропорт», «Савеловский» и в Истринском лесничестве МО.

В результате проведенной работы:

1. Изучен и проанализирован видовой состав деревьев, произрастающих в лесопарках САО. В посадках преобладают: клен платановидный, клен ясенелистный, тополь черный, дуб черешчатый, липа мелколистная. Для выращивания саженцев в питомнике были выбраны: дуб черешчатый, ясень обыкновенный, вяз полевой, сосна обыкновенная.

2. Изучены почвенные профили в парках «Покровское – Стрешнево» и «Тимирязевский»; почвы парка Покровское – Стрешнево характеризуются как песчаные связные крупнозернистые с преобладанием фракции крупного и среднего песка ( 60-75% ). Почвы с горизонта А0 скатываются в шнур, но при сворачивании в кольцо распадается на отдельные фрагменты, почва с горизонта А1 – при сворачивании в кольцо дает трещины, в третьем горизонта – ( В2 ) – горизонте вымывания – супесь: шнур не образуется, легко скатывается в шар, при дальнейшем скатывании распадается на мелкие кусочки.

В Тимирязевском парке гумусовый горизонт темного цвета, мощностью – 10 см, эллювиальный слой серого цвета , мощность –до 10 см, иллювиальный – больше 12 см. Цвет желтоватый. По гранулометрическому составу преобладает средний и тяжелый суглинок. Почвы с горизонта А0 скатываются в шнур, но при сворачивании в кольцо распадается на отдельные фрагменты, почва с горизонта А1 – при сворачивании в кольцо дает трещины, и с третьего горизонта – ( В2 ) – горизонт вымывания – дает устойчивое кольцо.

3. На территории Станции юных натуралистов в благоустроенном питомнике за период с 2019-2023 гг. выращены саженцы деревьев: дуба черешчатого (185), ясеня обыкновенного (30), сосны обыкновенной (25), вяза шершавого (15) и др. деревьев;

В питомнике Станции юных натуралистов проводятся практические работы по посадке и выращиванию дуба черешчатого. Заготовка посадочного материала проходит в период ежегодной акции по заготовке семян «Сохраним дубравы». В акции принимают участие обучающиеся Станции юных натуралистов. Сбор желудей в 2021 г составил 125 кг; Сбор желудей осуществляется в лесопарках «Покровское – Стрешнево», «Тимирязевский», «Петровский» и др.

4. Для озеленения территории районов «Аэропорт» и «Савеловский» были использованы саженцы из питомника Станции юных натуралистов. Посадка саженцев деревьев вяза шершавого, клена платановидного, ясеня обыкновенного была организована на территории жилых домов (Авиационный пер., д. 8/17, 4-я улица 8 марта).

5. Проанализированы и сделаны выводы о целесообразности и практической значимости выращивания саженцев деревьев дуба черешчатого в питомнике, даны рекомендации для использования саженцев при озеленении пришкольных территорий, парковых зон и восстановления лесных участков.

Экологический проект направлен на защиту окружающей среды, на рациональное природопользование и выращивание экологически чистой продукции. Стоимость одного саженца (до 0,5 м) в специализированных питомниках по выращиванию деревьев (дуба черешчатого, липы мелколистной, сосны обыкновенной и др.) варьирует от 50-100 рублей. Расчет выручки зависит от количества, качества и товарного вида саженцев, затрат, потраченных на садовый инвентарь, расходные материалы, транспортные расходы. Выручка от реализации саженцев дуба черешчатого с учетом затрат и расходов и первоначальных инвестиций может составить - от 15580-17430 рублей.

6. В перспективе планируется продолжение работ по посадке и выращиванию саженцев деревьев в школьном питомнике Станции юных натуралистов с последующей высадкой на пришкольных территориях и в лесничествах для озеленения и восстановления лесных участков. Разработана инструкция по применению, в которой изложены основные этапы работ и правила посадки дуба черешчатого, даны общие рекомендации.

Проект может быть рекомендован для использования при озеленении пришкольных территорий, парковых зон, и восстановления лесных участков.

### Литература

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: учеб. пособие, - М., «АГАР», 2000. - 386 с.
- 2.Новиков В.С., Губанов И.А. Популярный атлас - определитель. Дикорастущие растения. - М.: Дрофа, 2006.- 415 с ил.
3. Рубцов Н.И. (1972), Антипов В.Г., Выверева Э.В. Школьный атлас-определитель высших растений: Кн. для учащихся - Москва: Просвещение, 1985. - 238, с. : ил.; 22 см..
4. Справочник по лесосеменному делу/ под ред. канд. с-х наук А.И. Новосельцевой; 1978г.
5. Ярошенко А. Ю. «Как вырастить лес». Методическое пособие. М., 2006 г.

## ЛИШАЙНИКИ В ЧЕРТЕ МЕГАПОЛИСА Г. МОСКВЫ. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО СОСТОЯНИЮ ЛИШАЙНИКОВ

**Ефимова Ярослава Сергеевна**, ученица 6 кл., **Ефимова Ульяна Сергеевна**, ученица 7 кл., ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ, ФГКОУ «МКК Пансион воспитанниц МО РФ»

**Научные руководители:** **Ахметшина Гульнара Муллануровна**, педагог дополнительного образования ГБОУДО МДЮЦ ЭКТ.

**Селин Сергей Владимирович**, учитель биологии ФГКОУ «МКК Пансион воспитанниц МО РФ»

Лишайники – широко распространенные организмы с достаточно высокой выносливостью к климатическим факторам и чувствительностью к загрязнителям окружающей среды. Растут лишайники крайне медленно, всего на несколько миллиметров в год. При этом ростовая зона лишайников накипных форм находится по краю лишайника, а у листоватых и кустистых — на каждой верхушке.

На интенсивность фотосинтеза у лишайников влияет загрязнение атмосферы, в частности содержание в ней двуокиси серы. Сложное воздействие оказывают на фотосинтез лишайников и тяжёлые металлы. Лишайники являются индикаторами загрязнённости воздуха. Предполагаем, что с помощью лишайников можно определить чистоту атмосферного воздуха. Наиболее угнетающее влияние несет двуокись серы, при повышении степени, концентрации которой первыми исчезают кустистые лишайники, за ними листоватые и последними накипные. Таким образом, кустистые лишайники, одними из первых реагирует на негативные изменения в атмосфере.

Лихеноиндикационные исследования проводились на разных участках в зависимости от расположения:

- 1) в центральной части г. Москвы;
- 2) в отдаленных от центра районах Москвы (район Коммунарки, Сосенское поселение)

- 3) в черте городских парков и ближайших пригородных зонах (Сокольники, Царицыно);  
 4) на территории ФГКОУ «МКК Пансион воспитанниц МО РФ».

Согласно принятой методике исследования авторов Ашихминой Т.Я., Носковой Т.С. и Сюткина В.М. «Определение чистоты воздуха по лишайникам» степень загрязнения атмосферы определяется при помощи непосредственного измерения площади роста посредством палетки исходя из двух факторов: по видовому составу встреченных лишайников и по частоте встречаемости лишайников. Базовым принципом методики является обратная зависимость степень загрязнения воздуха от встречаемости и площадью покрытия стволов деревьев в разрезе трех типов лишайников (накипных, листоватых и кустистых). Обследование допускается к проведению по наличию какого-либо одного типа лишайников, но наиболее объективный результат может быть получен только подсчетом всех обнаруженных видов лишайников, произрастающих в районе исследования.

Поэтому на улицах и аллеях выбранных территорий нами были обследованы деревья по обеим сторонам в средней части на высоте человеческого роста, а также ближе к основанию. Пробные площадки на коре дерева покрывались измерительной палеткой, разлинованной по своей внутренней площади на одинаковые квадраты величиной 1 см<sup>2</sup>.

Оценка относительной чистоты атмосферы производилась по формуле:

Относительная чистота атмосферы:

$$\text{ОЧА} = \frac{Н + 2*Л + 3*К}{30}$$

где:

Н – накипной тип лишайников;

Л – листоватый тип лишайников;

К – кустистый тип лишайников.

С применением установленной таблицей №1 баллов:

Таблица №1

Частота встречаемости		Степень покрытия		Балл
Очень редко	менее 5%	Очень низкая	менее 5%	1
Редко	5-20%	Низкая	5-20%	2
Редко	20-40%	Средняя	20-40%	3
Часто	40-60%	Высокая	40-60%	4
Очень часто	60-100%	Очень высокая	60-100%	5

Чем ближе показатель ОЧА к единице, тем чище воздух местообитания лишайников и ниже концентрация в атмосфере диоксида серы и иных вредных веществ.

**Цель:** анализ экологических групп лишайников и изучение особенностей их произрастания и встречаемости в черте мегаполиса г. Москвы.

**Задачи:**

1. Обобщение и систематизация сведений о лишайниках;
2. Изучение видового состава лишайников на разных участках г. Москвы;
3. Оценка чистоты атмосферного воздуха по состоянию лишайников;
4. Составление карты встречаемости лишайников на исследуемых участках.

В результате практической работы:

В результате исследований было встречено и определено 6 видов лишайников. Наиболее широко представлены семейства пармелиевых и фисциевых. На территории ФГКОУ «МКК Пансион воспитанниц МО РФ» обнаружен лишайник Феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*) также из рода семейства Фисциевых.

Визуальный осмотр стволов деревьев других пород: дуб, береза, ива, лиственница, клен, рябина, тополь и иные – показал ровно ту же видовую распространенность набора видов лишайников и сопоставимую площадь покрытия ствола. Проективное покрытие стволов деревьев в районах «Коммунарка» и «Сокольники» варьирует – от 60 - 69%, в районах «Черемушки», «Царицыно» (от 48-55 %), в районе «Беговая» и ЦАО – от 21-27 %.

Чем ближе показатель ОЧА к единице, тем чище воздух местообитания лишайников и ниже концентрация в атмосфере диоксида серы и иных вредных веществ. Показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА) в парках «Сокольники», «Коммунарка» и на территории Пансиона воспитанниц составил - 0,5; на участке в районе «Черемушки», «Царицыно» - 0,4, а на территории ЦАО в окрестностях района Беговой - составил всего -0,1.

На основании проведенного исследования создана карта интенсивности заселения лишайниками деревьев на территории ФГКОУ «МКК Пансион воспитанниц МО РФ», района «Беговая» и иных районов г. Москвы (выборочно).

В результате проделанной работы сделаны выводы:

1. В результате исследований было встречено и определено 6 видов лишайников. Наиболее широко представлены семейства пармелиевых и фисциевых.

2. Анализируя данные с участков исследования, расположенных в разных районах г. Москвы, можно говорить о состоявшемся подтверждении гипотезы об интенсивности фотосинтеза у лишайников и зависимости степени загрязнения атмосферы, содержания в воздухе загрязняющих веществ и района обитания.

3. Лишайники являются эффективными индикаторами загрязнённости воздуха. Чем ближе автомагистрали и промышленные предприятия, тем меньше области их разрастания и скудее видовой ряд. Отдаление от указанных объектов повышает фактор выживаемости растения, а значит и чистоты окружающей среды в целом.

Одновременно налицо различие площади покрытия лишайниками любого вида стволов деревьев в зависимости от участка местности одного и того же района (возле проезжей части, в придворовой территории, в парке). То есть индивидуальный эко-климат совсем небольшого участка играет ключевую роль на фоне усредненного значения по местности. Можно заметить, что показатель относительной чистоты атмосферы (значение ОЧА) в пределах зоны ФГКОУ «МКК Пансион воспитанниц МО РФ» находится на уровне парковых особо озелененных и даже охраняемых территорий (кластеры реликтовых дубовых рощ парка «Сокольники» как природный объект внесены в особо охраняемую природную территорию).

Именно этим можно объяснить достаточно высокий показатель ОЧА на территории ФГКОУ «МКК Пансион воспитанниц МО РФ», расположенного практически в центре г. Москвы в непосредственной близости с Хорошевским шоссе, а также рядом предприятий, выбрасывающих в атмосферу в числе прочего значимое количество двуокиси углерода.

4. По результатам исследования составлена карта встречаемости лишайников в черте мегаполиса г. Москвы.

### Литература

1. Ашихмина, Т. Я. Школьный экологический мониторинг. Учебное пособие / Под редакцией Т. Я. Ашихминой. – М. : АГАР, 2000. - 387 с/
2. Пчёлкин А.В., Боголюбов А.С. Методы лишайниковой индикации загрязнений окружающей среды. – М.: Экосистема, 1997. – 150с.

3. Тимонин А.К. Ботаника. Том 4. Систематика высших растений. Книга 2/ А.К. Тимонин, Д.Д. Соколов, А.Б. Шипунов. – Москва: Академия, 2009. – 352 с.
4. Фёдоров А. А. Жизнь растений/ ред. И.В. Грушвицкий, С.И. Жилин – Москва: Просвещение, 1978. – 447 с.
5. Цуриков А.Г., Храмченкова О.М. Листоватые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов – М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т. им. Ф. Скорины – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с. – Режим доступа: <https://studylib.ru/doc/2553880/atlas-opredelitel.-lishajnikov?ysclid=lnwvhrnqaa136032762>
6. Правдолюбова Е. Плодовые тела ягеля. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://elementy.ru/kartinka\\_dnya/785/Plodovye\\_tela\\_yagelya](https://elementy.ru/kartinka_dnya/785/Plodovye_tela_yagelya)
7. Шлыков Д. Человек Наук. Ученый-лихенолог – о пользе лишайников, глобальном потеплении и радиоактивных оленях. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://66.ru/news/hitech/176041>

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ПРОРОСТКОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР ОГУРЦА ПОСЕВНОГО**

**Хохлов Кирилл Витальевич**, ученик 9 «Г» класса Государственного бюджетного общеобразовательного учреждения города Москвы «Школа № 1383».

**Научные руководители: Сорокина Ксения Алексеевна**, учитель биологии в ГБОУ г. Москвы «Школа №1383»; **Сёмина Наталья Владимировна**, к.б.н., учитель биологии в ГБОУ г. Москвы «Школа №1383».

### **ВВЕДЕНИЕ**

Загрязнённость снежного покрова в пределах Московского региона может являться критерием для оценки общего экологического состояния территорий и экосистем, так как его загрязнение напрямую связана с загрязнённостью атмосферы и влияет на экологию почв. Примерно оценить экологическое состояние снежного покрова, а значит и всей экосистемы в целом, можно по некоторым изменениям в морфологии и физиологии живых организмов (в том числе, растений), контактирующих, пребывающих или развивающихся на талых образцах снега или на субстрате пыли, задержанной в снеговом покрове. В данной работе будут рассмотрены методики определения степени загрязнённости снежного покрова (в том числе, тяжёлыми металлами) по морфологическим признакам проростков огурцов сортов «Мальчик с пальчик F<sub>1</sub>» и «Китайский фермерский F<sub>1</sub>».

### **МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ И ХОД ИССЛЕДОВАНИЯ**

В качестве организма-индикатора был выбран огурец посевной, так как на его примере были достаточно подробно изучены воздействия различных загрязнителей на онтогенез побегов, а также на развитие тех или иных морфологических признаков у его проростков [1]. Кроме того, высокая всхожесть и нетребовательность к субстрату у огуречных семян тоже способствовали выбору этого растения в качестве биоиндикатора загрязнений.

При выполнении исследования были использованы некоторые общие методики взятия и анализа проб снега [2]. Для анализа загрязнённости снежные пробы собирались 04.03.2023 г. в промежутке от 15:18 до 17:38 в 5 различных точках в САО г. Москвы; при этом снежный покров был собран по всей своей толщине (от самых нижних до самых верхних слоёв).

Географические координаты точек забора проб, а также общее описание местности вокруг них занесены в таблицу 1.

Таблица 1.

**Описание точек забора проб снежного покрова.**

Номер пробы	Географические координаты	Описание местности, в которой была взята проба
1	55°51'06.7" с. ш. 37°33'59.7" в. д.	Возле устья р. Жабенки
2	55°53'06.8" с. ш. 37°32'38.3" в. д.	В промышленной зоне №47 «Вагоноремонт»
3	55°53'29.7" с. ш. 37°33'57.1" в. д.	Рядом с северной горловиной ст. Бескудниково МЖД
4	55°53'17.8" с. ш. 37°33'55.0" в. д.	В природном заказнике «Дегунинский»
5	55°52'34.0" с. ш. 37°33'26.1" в. д.	Рядом с 4-м и 14-м микрорайонами Бескудникова

Далее, пробы растапливались, а затем проводились измерения их рН при помощи индикаторной бумаги (таблица 2).

После этого, оттаянные пробы разливались в чашки Петри (в 1 чашку — 1 проба) и к ним добавлялись семена огурцов сортов «Мальчик с пальчик F<sub>1</sub>» и «Китайский фермерский F<sub>1</sub>» (в 1 чашку — по 3 семени каждого сорта).

Контрольной группой (далее в тексте — КГ, далее на графиках — К) в исследовании являлись семена, замоченные в обычной кипячёной водопроводной воде.

Затем, все 6 чашек Петри с семенами были помещены под равномерное искусственное освещение. Регистрация изменений в росте и развитии побегов производилась каждые 12 часов (0,5 сут.) в течение 7 суток. При этом фиксировалась скорость прорастания семян, скорость роста корня и количество боковых корней у проростка, а также отличия каких-либо внешних параметров семян и проростков от КГ.

Таблица 2.

**Значения рН в пробах снежного покрова и в контрольной группе.**

Проба	Значение рН
Контрольная группа	9,5
1	7,5
2	8,5
3	9
4	8,5
5	9

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ**

Через 7 суток после начала исследования были получены численные данные по росту и развитию проростков огурцов (в основном, их корневой системы) на субстрате разных снеговых проб (таблица 3). Также, посуточная динамика некоторых показателей, учитывавшихся в ходе эксперимента, представлена на рисунках 1—2.

\*Таблица 3.

**Численные данные по развитию корневой системы у проростков на 7<sup>е</sup> сутки.**

Проба	Кол-во семян с явно заметным главным корнем	Длина главного корня проростков, усреднённая (в мм)	Кол-во проростков с явно заметными боковыми корнями	Кол-во боковых корней у проростков, усреднённое
КГ	6	53	6	16
1	6	42	5	24
2	6	39	5	22
3	6	21	2	8
4	6	40	4	20
5	4	29	2	16

\*зелёной заливкой в таблице отмечены ячейки, содержащие наибольшее значение в столбце, красной заливкой — наименьшее.

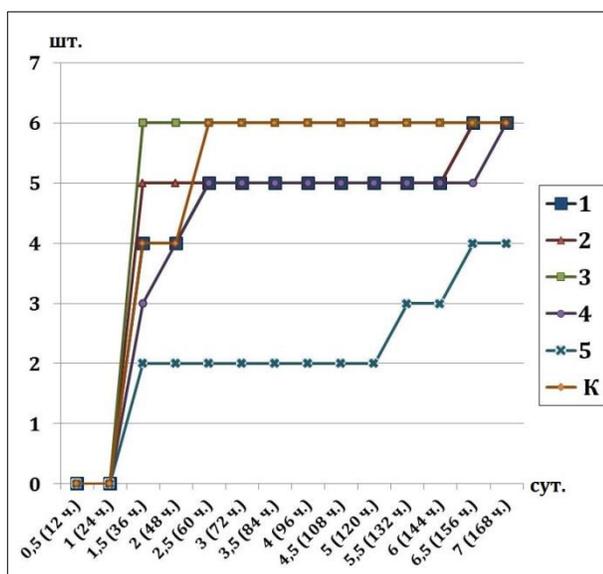


Рисунок 1. Количество семян с явно заметным главным корнем по пробам и суткам.

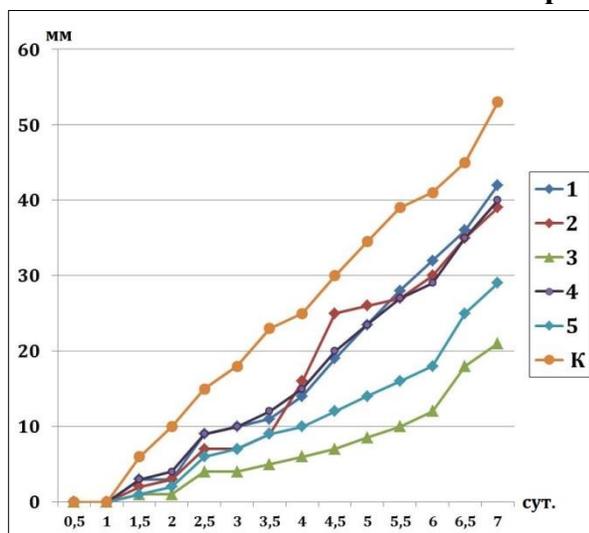


Рисунок 2. Средняя длина главного корня проростков (в мм) по пробам и суткам.

Каких-либо явных изменений в окраске побегов у проростков за время эксперимента выявлено не было, но были заметны небольшие отличия в размерах (в сторону уменьшения) у проростков в пробе 3 относительно размеров проростков из КГ, в то время как в остальных пробах такого не наблюдалось. Рост корневой системы (на основании вышеописанных данных) медленнее всего шёл у побегов в пробах 3 и 5. При этом, лучше всего развивались семена из КГ и в пробе 1.

## ВЫВОДЫ И ИТОГ

На основании экспериментальных данных можно сказать, что сильнее всего снежный покров (а, следовательно, и территория вообще) загрязнён в точках взятия проб 3 и 5, что, в целом, весьма вероятно. Данный вывод можно сделать исходя из значительных негативных

отличий в биомассе, уровне развития корневой системы, а также всхожести (только для пробы 5) у проростков, которые росли на субстрате этих проб [3].

Если же предположить возможность ингибирующего влияния высокого (9,0) pH проб на рост и развитие огурцов, то этот довод неубедителен, так как в КГ при более высоком pH развитие побегов происходило значительно лучше.

По итогу, можно сказать, что подобный метод качественно (но никак не количественно) и весьма условно может показать степень загрязнённости какого-либо субстрата тяжёлыми металлами и другими загрязнителями, негативно влияющими на онтогенез растительных побегов. В быту такой метод может иметь некоторую полезность, но для получения точных количественных данных о загрязнении будут необходимы методы, действующие технические средства измерения и анализа.

### Литература

1. Гаджиева Г.М., Даудова Р.Д. Влияние некоторых тяжелых металлов на прорастание семян огурцов сорта «Феникс» // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. — 2021. — Т. 15. — № 3. — С. 17–21.

2. Зарина Л.М., Гильдин С.М. Геоэкологический практикум: Учебно-методическое пособие. // СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. — 60 с.

3. Рамазанова П.Б. Использование овощных культур в биотестировании тяжелых металлов. // Вестник Дагестанского государственного университета. — 2021. — Т. 36. — Вып. 4. — С. 117–125.

## ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ СВЕТЛОЯРСКОГО РАЙОНА И РАЗВИТИЕ ШКОЛЬНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

**Махиянов Денис Евгеньевич**, ученик 11 класса МКОУ «Светлоярской СШ № 1»

**Научный руководитель: Дивавина Надежда Викторовна**, учитель биологии МКОУ «Светлоярской СШ № 1»

Светлоярский район - это южные ворота Волгоградской области. На севере район граничит с г. Волгоградом и Среднеахтубинским районом, на северо-востоке с Ленинским районом, на востоке - с Астраханской областью, на юге - с республикой Калмыкия и Октябрьским районом, на западе - с Калачевским районом, на северо-западе - с Городищенским районом Волгоградской области. Светлоярский район является сельскохозяйственным районом. Специализация сельхозпредприятий - зерновые культуры, молоко, мясо, шерсть, овощи, рыба.

Особенностью Светлоярского района является и то, что по его территории проходит Волго-Донской судоходный канал. Из 13 шлюзов канала - 6 находятся на территории района. Через поля района проходит оросительная система с водозабором из р. Волга, по которой подается вода в степи Калмыкии и орошаются наши поля.

Светлоярский район относят к числу богатейших районов Волгоградской области по количеству и объемам полезных ископаемых. На территории Светлоярского муниципального района обнаружены и разрабатываются следующие виды ископаемых природных ресурсов: калийно-магнезиальные соли (бишофит), поваренная соль, формовочные и строительные пески, глины.

Область расположения Светлоярского района согласно растительности получила название — полынно-типчаково-ковыльные галофитные степи в комплексе с полукустарниковыми

сообществами на солонцах. Из почв преобладает каштановые и темно-каштановые. Содержание гумуса и мощность гумусовых горизонтов не велико.

При вспашке, бороновании почвы на полях хозяйств хорошо видны коричневые пятна, характерные для комплексного почвенного покрова солонцеватых почв. Эта природная особенность почв Светлоярского района.

Пятнистость получается от чередования почв разной степени солонцеватости. На одних полях таких пятен мало, и они еле заметны – это плодородные поля. В других полях пятнистость (солонцеватость почвы) сильно выражена и занимает значительную часть поля. Чем больше коричневых пятен на таком поле, тем хуже его плодородие. Эти пятна весной препятствуют нормальной эксплуатации участка земли.

Засушливый климат и малое количество осадков способствует преобладанию травянистой растительности. Древесная растительность имеется лишь по долинам рек и балок. Представители школьного лесничества решили поучаствовать в возрождении лесного богатства Светлоярского района.

В июне 2022 года наша школа вошла в список РИП (региональных инновационных площадок).

Направление нашей деятельности как инновационной площадки – это экологическое воспитание школьников в рамках сетевого взаимодействия учреждений в условиях реализации ФГОС, а именно создание школьного лесничества.

На сегодняшний день в официальный список членов школьного лесничества входит 15 человек, это ученики 6 классов. Однако, во время проведения мероприятий по лесопосадке или работе на лесопитомнике дополнительно привлекается до 50 человек из числа добровольцев, поддерживающих работу школьного лесничества. В работу вовлекаются не только учащиеся, активно участвуют учителя.

Цель деятельности школьного лесничества - формирование лесоэкологической культуры, изучение и реализация основ лесоприродоохранной деятельности, экологическое, нравственное и трудовое воспитание школьников в отношении сохранности природы.

Работа в школьном лесничестве «Хранители леса» ведётся по учебно-производственному плану в течение всего года. Формы и виды деятельности разнообразны. Лесохозяйственные и иные работы, связанные с проведением мероприятий школьного лесничества, выполняются во внеурочное время.

Практическая деятельность играет большое значение в формировании экологической культуры школьников. Ежемесячно проводим лесохозяйственные мероприятия на территории питомника, закрепленной за нашей школой: например, высаживание и уход за сосной и дубом черешчатым, а также была оказана помощь Светлоярскому лесничеству в сборе саженцев ясеня.

Также проводим лабораторные работы по исследованию почвы на территории питомника, где выращиваем саженцы ясеня и дуба.

Таким образом, можно сказать, что наше школьное лесничество начало свою работу с исследования почвы, так как нам хотелось выяснить, в чем причина определенного распространения некоторых видов деревьев.

### Литература

1. Горохова И.Н., Авдеева Т.Н., Панкова Е.И., Прокопьева К.О. Почвенно-агрохимическая характеристика Светлоярского орошаемого участка в Волгоградской области // Аридные экосистемы. 2019. Том 25. № 1 (78). С. 49-60.
2. Дегтярева Е.Т., Жулидова А.Н. Почвы Волгоградской области. Волгоград: Нижне-Волжское книжное изд-во, 1970. 319 с.

# ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВ НАРО-ФОМИНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Корчагина Александра Павловна**, ученица 7 А класса МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП

**Андриянова Полина Сергеевна**, ученица 7 А класса МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП

**Научный руководитель: Родионова Ирина Владимировна**, учитель биологии МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП, Московская область, город Наро-Фоминск

Земля - главный источник наших ресурсов. Она сама является ценнейшим, легкоразрушаемым и практически невозполнимым ресурсом. Слово «земля» часто используется как синоним слова «почва». В. В Докучаев впервые в 1886 г дал определение почвы как плодородного поверхностного слоя земли, созданного совместным воздействием всех компонентов природы. В 1877 г он отправляется в первое «черноземное» путешествие по России. Преодолев в общей сложности 10 тыс км, ученый собирает тысячи проб. По результатам своих путешествий он, обобщив все полученные материалы, подготовил классический труд «Русский чернозем», в котором доказал, что почва – не горная порода, а совершенно самостоятельное тело природы. Этим были заложены основы новой науки - почвоведения.

Роль почвы многообразна: это важный участник всех природных круговоротов, основа для производства биомассы. [1].

Почва является средой обитания различных почвенных микроорганизмов. Мы решили повторить исследования почв, предложенные в брошюре «Охотники за микробами» [2]..

Для взятия проб почв, мы отправились в экспедицию.

Мы взяли образцы почвы из верхнего слоя почвы глубиной до 5 см в разных природных сообществах и местах нашего района (рисунок 1):



А.



Б.



В.

Рисунок 1– а) Мелколиственный лес, деревня Таширово, Московская область; б) Луг, деревня Редькино Наро-Фоминского района Московской области; в) Заболоченное место, деревня Плесенское Московской области

- Светлый мелколиственный лес деревня Таширово,
- смешанный лес, деревня Назарьево
- луг, богатый бобовыми и злаками, видны норки мышей, деревня Редькино
- агропиноз после злаков, поселок Слепушкино
- влажное низкое, даже заболоченное место возле и растет много осоки, деревня Плесенское,
- территория перед частным в деревне Васильчиново,
- Смешанный лес с преобладанием ели. Лес темный, влажный, мы ездим в это место за грибами. Особенно много здесь лисичек, встречаются и белые грибы, сыроежки, опята, грузди.

Образцы почв были высушены на белых листах бумаги. Нельзя брать газеты или бумагу с печатью (черновики) – краска для печати содержит свинец, убивающий микроорганизмы почвы.

Мы выбрали из образцов камни, корешки растений, червячка, листочки и размельчили крупные комочки.

После трех дней сушки почву поместили для хранения в бумажные кулечки и приступили к исследованию.

### Определение кислотности почвы

С помощью универсального индикатора мы определили кислотность почвенной вытяжки каждого образца. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

#### Кислотность почв Наро-Фоминского района Московской области

№ образца	Место взятия пробы	pH почвы
Образец № 1	Поселок Таширово	5
Образец № 2	Деревня Васильчиново	6
Образец № 3	Деревня Редькино	7
Образец № 4	Поселок Слепушкино	6
Образец № 5	Деревня Назарьево	6
Образец № 6	Деревня Плесенское	5
Образец № 7	Деревня Григорово	5

Мы выяснили, что образцы почв имеют разную кислотность: кислые почвы – смешанный лес в Таширово и Григорово, а также почва из Плесенского; почва луга в деревне Редькино – среда ближе к щелочной; остальные образцы - нейтральная среда (Назарьево, Васильчиново, Слепушкино).

### Определение содержания нитратов

С помощью тест-полосок мы определили содержание нитратов в почвенной вытяжке. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

#### Содержание нитратов в почвах Наро-Фоминского района Московской области

Место взятия пробы	Содержание нитратов мг/л
Деревня Васильчиново	25
Деревня Редькино	45
Поселок Слепушкино	25
Деревня Плесенское	45
Деревня Григорово	25

Значения, полученные нами по содержанию нитратов в почвах, могут быть чуть заниженными по сравнению с истинными. Исследование проводилось на 4 –й день после взятия проб. Рекомендовано проводить анализ в течении 3-х дней, что связано с разрушением соединений азота в почве, и получением заниженных данных при исследовании поздних образцов.

Полученные нами данные говорят о низком (25 мг/л) (Васильчиново, Слепушкино, Григорово) и среднем (45 мг/л)(Редькино, Плесенское) содержании азота в почве

(Приложение, таблица 2). Содержание азота показывает активность азотофиксирующих бактерий в данной почве. Забор проб почвы производился в начале октября, суточные температуры в нашем регионе в данное время года уже невысокие: + 8 днем и + 5 вечером. При таких условиях азотофиксирующие бактерии снижают свою активность, а значит и содержание азота в почве снижается.

#### **Определение механического состава почвы**

Для определения механического состава почвы сухая почва (примерно столовая ложка) помещается в ладонь.

Пипеткой Пастера к почве приливается вода и тщательно перемешивается до получения «теста».

Из полученного «теста» скатываем шарик диаметром 2-3 см и пробуем растянуть его в жгут. По пластичности шарика и жгута определяем тип почвы. Результаты нашего исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3

#### **Механический состав почв Наро-Фоминского района Московской области**

Место взятия пробы	При скатывании	Тип почвы
Поселок Таширово	Образует непрочный шарик. Не раскатывается в жгут, образует отдельные колбаски и цилиндрики	Легкий суглинок
Деревня Васильчиново	Образует сплошной жгут, который при сгибании разламывается	Средний суглинок
Деревня Редькино	Дает гладкий шарик и длинный жгут	Глинистая
Поселок Слепушкино	Образует сплошной жгут, который при сгибании разламывается	Средний суглинок
Деревня Назарьево	Образует сплошной жгут, который при сгибании разламывается	Средний суглинок
Деревня Плесенское	Образует сплошной жгут, который при сгибании разламывается	Средний суглинок
Деревня Григорово	Образует непрочный шарик. Не раскатывается в жгут, образует отдельные колбаски и цилиндрики	Легкий суглинок

На исследуемой нами территории чаще всего встречаются средние и легкие суглинки, реже – глинистые почвы (деревня Редькино).

#### **Литература**

1. Баринова И. И. «География: Природа России .8 кл» Дрофа, 2016
2. «Охотник за микробами» Методические рекомендации по сбору и исследованию образцов почвы.

### **ВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ПОЧВ НАРО-ФОМИНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ АЗОТОФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ**

**Печинская Екатерина Анатольевна**, ученица 7 А класса МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП

**Научный руководитель: Родионова Ирина Владимировна**, учитель биологии МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП, Московская область, город Наро-Фоминск

Почва является средой обитания различных почвенных микроорганизмов. Микроорганизмы почвы превращают перегной в минеральные вещества, которые способны поглощать корни растений. Бактерии очищают воду от различных отходов, окисляют ядовитые

вещества до нетоксичных соединений, предотвращая гибель водных организмов. Они участвовали в образовании залежей угля, нефти, газа. [1]

Взаимодействие микробного сообщества и прикорневой системы растений является одним из способов получения растениями необходимых питательных веществ из почвы. Только 1-2 % бактерий, обитающих в ризосфере, могут способствовать росту растений. Растения образуют с микроорганизмами симбиоз – взаимовыгодное сожительство. Разлагая вещества, содержащиеся в почве, бактерии делают их доступными для растений (переводят вещества из нерастворимых форм в растворимые) [2]. Например, растения семейства Бобовых образуют на корнях специальные клубеньки, в которых живут азотфиксирующие бактерии. Они являются анаэробами (живут в бескислородной среде), в клубеньках – расширениях корней – создается благоприятная среда для азотофиксаторов. Бактерии, усваивая атмосферный азот и переводя его в растворимые формы, создают благоприятные условия для роста и развития растения. Симбиозы образуют не только Бобовые. Растения взаимодействуют со свободноживущими азотофиксаторами, фосфорными бактериями, получая необходимые для жизни минеральные вещества. Для удовлетворения потребности растения в питательных веществах могут использоваться биоудобрения, содержащие микроорганизмы, способные скорректировать элементарный состав ризосферы [3]

Азотобактер впервые был выделен в чистой культуре голландским ученым М. Бейеринком в 1901 г. Мы выделяли Азотобактер из проб почв Наро-Фоминского района Московской области почв, взятых в разных природных сообществах (смешанный лес, болотистое место, почва возле деревенского дома, поле после пашни), всего семь образцов. Активность нитрофиксаторов влияет на плодородие почвы. Чем активнее нитрофиксаторы переводят нерастворимые соединения азота в растворимые, тем плодороднее почвы. В настоящее время выделены семь штаммов Азотобактера. Они имеют разную активность фиксации атмосферного азота. Самыми активными являются микроорганизмы, живущие в луговых почвах. Микроорганизмы, живущие на болотистых почвах, справляются с этой задачей хуже.

Для выращивания данного микроорганизма используется специальная среда Эшби.

Реактивы для приготовления среды Эшби: вода дистиллированная 0,5л, сахароза 10г, калий фосфорнокислый однозамещенный 0,1г, сульфат магния 0,1 г, хлорид натрия 0,1 г, сульфит калия 0,05 г, карбонат кальция 2,5 г, желатин 10 г [4].

Хорошо промытые баночки и крышки к ним 20 мин обрабатываются горячим водяным паром для стерилизации.

По рецептуре готовится среда Эшби: в теплую воду вносятся навески солей и сахароза. Раствор при постоянном перемешивании доводится до кипения и вводится желатин. Нагрев отключается. Раствор немного остывает и разливается в стерильные банки [4]. После разлива банки со средой стерилизуются в течении 20 минут и закрываются закручивающимися крышками. Полученная стерильная среда в герметично закрытых банках оставляется при комнатной температуре для застывания. Стерилизация и приготовление среды проводятся в лаборатории на электрической плитке. После остывания среда для засева микроорганизмов имеет вид прозрачного желе средней плотности с легким желтоватым оттенком.

Небольшое количество почвы из каждого образца готовится к посеву- смачивается водой и оставляется на короткое время.

На застывшую стерильную среду производится посев комочков влажной почвы исследуемых образцов: маленькие комочки почвы размещаются рядами на поверхность среды с интервалом около 5 мм друг от друга.

Банки герметично закрываются, маркируются и оставляются на батарее для поддержания благоприятной температуры. Банки укрываются темной тканью. Теплая темная среда благоприятна для размножения Азотобактера [4].

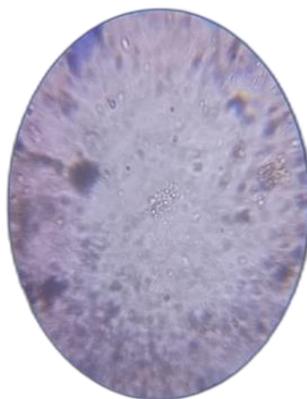
В течении 10 дней велись наблюдения за ростом бактерий. Банки не открывались. Примерно через четыре дня стали заметны изменения в некоторых банках: появление белёсого налета, выделение пузырьков газа.

Наибольшая активность роста Азотобактера наблюдалась в образцах из Плесенского, взятом на низком, влажном месте и Редькино (почва луга). Средняя интенсивность - Слепушкино (агроциноз после злаков), Васильчиново ( почва возле деревенского дома). В образцах лесных почв роста микроорганизма не было.

При открывании баночек ощущался кисло-сладкий запах. На поверхности образовалась белая полупрозрачная пленка, местами выделялись пузырьки газа.

При микроскопическом исследовании пленки при увеличении в 800 раз были обнаружены прозрачные клетки круглой формы. Некоторые располагались одиночно, некоторые образовывали сгущения.

Применение препаратов, содержащих азотфиксирующие бактерии, оправдано для нужд сельского хозяйства и декоративного растениеводства.



**Рисунок 1** - Азотобактер. Образец Плесенское

Дальнейшее изучение микроорганизмов почвы может позволить решить ряд острых проблем современности. Изучение микроорганизмов почвы находят практическое применение в экологии, медицине, фармацевтике.

### **Литература**

1. Баринова И. И. «География: Природа России .8 кл» Дрофа,2016
2. «Охотник за микробами» Методические рекомендации по сбору и исследованию образцов почвы.
3. Инструкции по использованию набора «Скрининг азотфиксирующих бактерий на способность к стимулированию роста растений»
4. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические фактора. Микробиологические измерения концентрации PAENIBACILLUS MUCILAGINOSUS PM 2906 ВКПМ В-12259 в воздухе рабочей зоны МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ МУК 4.2.3435-17

## ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ – НИКТРОФИКСАТОРОВ НА РАССАДУ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

**Родионова Анастасия Антоновна**, ученица 5 А класса, МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП,

**Антипьева Ульяна Дмитриевна**, ученица 5 А класса, МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП

**Научный руководитель: Родионова Ирина Владимировна**, учитель биологии МБОУ Наро-Фоминская СОШ № 4 с УИОП, Московская область, город Наро-Фоминск

Интересным и перспективным направлением микробиологии является создание бактериальных удобрений. Бактериальные удобрения по эффективности не уступают минеральным. Но, в отличие от минеральных, не вызывают загрязнения окружающей среды, избыточного нитратонакопления в сельскохозяйственной продукции. Бактерии переводят нерастворимые соединения в растворимые, делая их доступными для растений, образуют симбиоз с корнями растений. [1] Растения, получая достаточно питательных веществ, хорошо растут, развиваются и плодоносят.

Взаимодействие микробного сообщества и прикорневой системы растений является одним из способов получения растениями необходимых питательных веществ из почвы. Например, растения семейства Бобовых образуют на корнях специальные клубеньки, в которых живут азотфиксирующие бактерии. [1] Симбиозы с почвенными бактериями образуют и другие растения. Растения взаимодействуют со свободноживущими азотфиксаторами, фосфорными бактериями, получая необходимые для жизни минеральные вещества. Но есть сведения о подавлении деятельности азотобактера корневыми системами некоторых растений, например, томата (Кадырова М.Т., 1966; Сабельникова В.И., 1960). [2] Все исследователи отмечают, что положительное влияние азотобактерий на урожайность сельскохозяйственных культур тесно связано с качеством препарата (активность культуры азотобактера, приспособленность ее к экологическим условиям применения). Поэтому часто использование смеси штаммов дает более устойчивый результат. [3]

Мы провели работу по исследованию смеси штаммов нитрофицирующих бактерий пробы луговой почвы, взятой на лугу в деревне Редькино Наро-Фоминского района, на рассаду овощных культур:

томата сорта «Бычье сердце»

томата сорта «Перцовка»

перца сладкого «Солист»

баклажана «Алмаз»

капусты белокачанной «Зимняя королева» (позднеспелая)

капусты белокачанной «Изыщная»

капусты пекинской «Атлетико F 1»

Освещенность, однородность грунта, площадь питания у всех семян и растений были одинаковы. Обработка растений производилась после всходов до пересадки растений в грунт. Наблюдения проводились с февраля по май.

На протяжении всего эксперимента контрольные растения поливались отстоянной водопроводной водой. Для экспериментальных растений в воду для полива добавлялись штаммы нитрофицирующих бактерий, выделенные из луговой почвы деревни Редькино Наро-Фоминского района, по 5 мл жидкой среды Эшби с бактериями на 500 мл воды. Подкормка растений производилась два раза в неделю с интервалом в 3-4 дня. Бактерии мы выращивали сами, засевая стерильную среду Эшби комочками луговой почвы.

Подкормка экспериментальных растений началась сразу после всходов. Семена бактериальной обработке не подвергались.

В фазе 3-4 настоящих листьев была проведена пикировка.

По нашим наблюдениям подкормка не оказала влияния на перенесение растениями стресса от пикировки. И экспериментальные, и контрольные растения перенесли ее примерно одинаково.

После пикировки мы отобрали по 20 экспериментальных и контрольных растений. И продолжили наш опыт.

Штаммы нитрофиксирующих бактерий, выделенные из пробы луговой почвы взятой у деревни Редькино Наро-Фоминского района и используемые нами в качестве бактериальной подкормки, оказывали различное влияние на рассаду овощных культур:

увеличение вегетативной массы экспериментальных растений по сравнению с контролем (томат «Бычье сердце» (на 61 %), баклажан «Алмаз» (на 41 %), капуста пекинская «Атлетико F 1» (на 47 %),

ускорение развития экспериментальных растений – настоящие листья разворачиваются быстрее по сравнению с контрольными растениями (томат «Бычье сердце»),

торможение нарастания вегетативной массы при сохранении нормальных сроков развития листьев (томат «Перцовка» на 11.5 %), перец «Солист» (на 35.5 %)

растения не реагируют на данную бактериальную подкормку (капуста белокочанная сорта «Изящная»), либо реагировать незначительно (Капуста белокочанная сорт «Зимняя королева» (7%).

Мы провели измерения всех 20 контрольных и 20 экспериментальных образцов, рассчитали средние значения полученных величин и составили общую сводную таблицу.

Таблица

Сводная таблица результатов исследования бактериальной подкормки на рассаду овощных культур

Овощное растение, сорт	Средний вес растения, г		Количество постоянных листьев, шт		Средний диаметр стебля, мм		День от посева семян, на который производилось измерение
	Эксперимент	Контроль	Эксперимент	Контроль	Эксперимент	Контроль	
Томат «Бычье сердце»	7,038	4,35	7-9	5-7	4	3,75	61 день
Томат «Перцовка»	8,52	9,5	7-8	7-8	3,155	3,79	64 дня
Перец «Солист»	3,024	4,1	4	4	-	-	38 день
Капуста белокочанная ранняя «Изящная»	0,356	0,354	2-4	2-4	-	-	38 день
Капуста белокочанная поздняя «Зимняя королева»	0,32	0,3	2-4	2-4	-	-	38 день
Капуста пекинской «Атлетико F 1»	0,68	0,32	4-6	4-6	-	-	38 день

Наиболее явное положительное влияние бактериальная подкормка оказала на рассаду томатов «Бычье сердце». Мы наблюдали не только значительный прирост вегетативной массы, но и более быстрое развитие листьев (рисунок)

К сожалению, провести работу до получения урожая и оценить влияние бактерий на урожай у нас не было возможности. При школе нет теплицы и приусадебного участка.



**Рисунок** - Фото рассады томата "Бычье сердце" перед высадкой в грунт. Слева эксперимент, справа контроль

После завершения эксперимента и проведения измерений, мы раздали рассаду огородникам-любителям. Конечно, ими не проводились измерения и контроль. Но они сообщили, что по их наблюдениям, растения томата, получавшие бактериальную обработку, были менее подвержены поражению фитофторой и вершинной гнилью. Возможно, бактериальные подкормки влияют на иммунитет растений.

#### Литература

1. «Охотник за микробами» Методические рекомендации по сбору и исследованию образцов почвы.
2. Роль биологического азота в азотном балансе почв <https://agro.bobrodobro.ru/24445> доступ на 25.04.2023
3. Использование приемов биологизации в качестве регуляторов функционирования агроценозов овощных культур [https://ozlib.com/952309/agro/ispolzovanie\\_priemov\\_biologizatsii\\_kachestve\\_regulyatorov\\_funktsii\\_onirovaniya\\_agrotsenozov\\_ovoschnyh\\_kultur](https://ozlib.com/952309/agro/ispolzovanie_priemov_biologizatsii_kachestve_regulyatorov_funktsii_onirovaniya_agrotsenozov_ovoschnyh_kultur) доступ на 25.04.2023

## ПОИСК МИКРООРГАНИЗМОВ-ПРОДУЦЕНТОВ ПРОТЕАЗ В ПОЧВАХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**Комиссарова Карина Арсеньевна**, МБОУ Лицей №2, 10 класс, г. Тула

**Научный руководитель: Принц Елена Владимировна**, учитель химии, МБОУ Лицей №2, г. Тула.

Микробиологические ферментные препараты все чаще заменяют обычные химические катализаторы в ряде промышленных процессов. Микроорганизмы представляют прекрасный источник ферментов благодаря их широкому разнообразию, простоте культивирования,

безопасности в работе, способности к генетическим преобразованиям [1]. В условиях высокого спроса на производство ферментов микробиологический способ их синтеза представляется одним из наиболее перспективных, контролируемых и дешёвых. Кроме того, появляются возможности для расширения подобных производств. При этом с точки зрения экологической безопасности и максимальной продуктивности бактериальных препаратов предпочтительно использовать представителей аборигенных видов.

Цель: выявить участки с почвами, удовлетворяющими условиям появления и размножения микроорганизмов-продуцентов протеаз и выделить микроорганизмы, которые в дальнейшем будут подлежать и верификации, и изучению целевых свойств микроорганизмов-продуцентов протеаз.

Объект исследования: микробиологическое разнообразие в почвах Тульской области.

Предмет исследования: штаммы микроорганизмов, обладающие целевыми свойствами продуцентов протеаз.

Задачи:

1. Произвести отбор образцов почв методом конверта на штык лопаты с «шагом» по глубине 10 см
2. Провести анализ протеазной активности полученных образцов с использованием фотобумаги с желатиновым слоем
3. Отобрать образцы почв, проявившие наибольшую протеазную активность для выращивания колонии бактерий методом почвенных комочков.

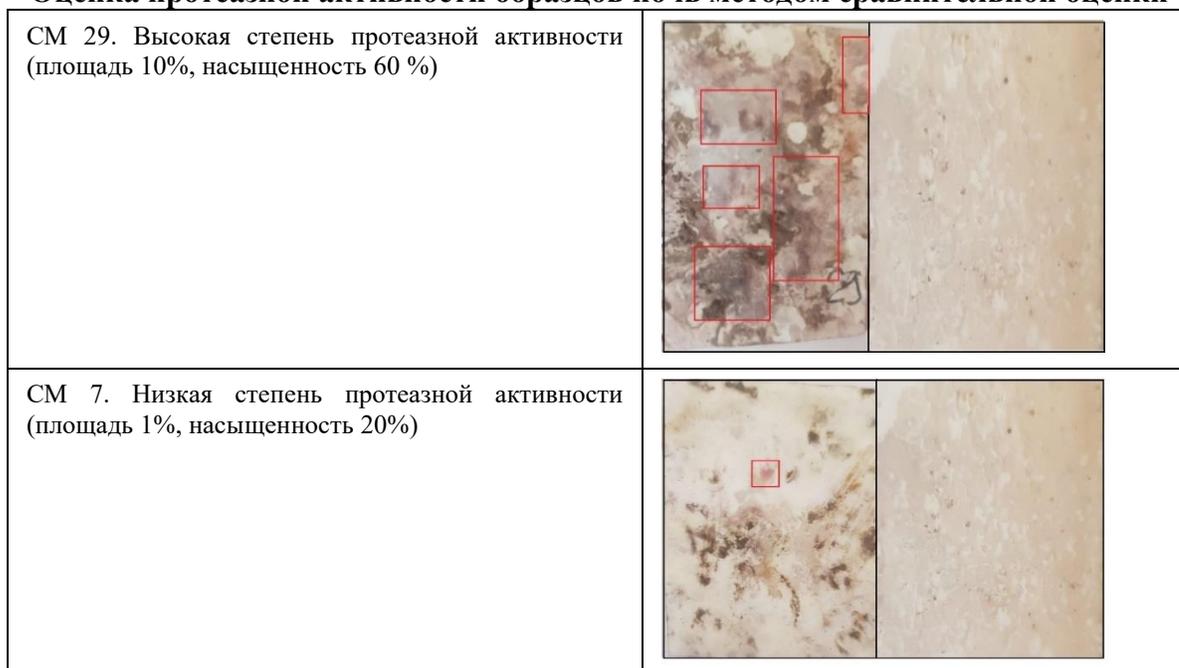
На данный момент недостаточно сведений о присутствии бактерий-продуцентов протеаз в микробиоценозах почв Центральной части России. В пределах Тульской области подобные исследования ранее не проводились. На территории Тульской области было заложено 29 станций мониторинга (СМ). В качестве точек наблюдения были выбраны участки с различным уровнем антропогенной нагрузки.

Для каждой станции мониторинга была размечена площадка 20 x 25 м, отбор образцов выполнялся методом конверта на штык лопаты с «шагом» по глубине 10 см. Для каждого образца был проведен анализ источников антропогенного воздействия, механического состава почвы и растительных сообществ [2].

Исследования протеазной активности образцов почв проводили с использованием фотобумаги с желатиновым слоем. В начале эксперимента брали навеску почвы 50 г, увлажняли почву до 60% полной влагоёмкости водопроводной водой. Фотобумагу помещали в середину контейнера эмульсионной стороной вниз, сверху засыпали почвой. Опытный образец оставляли культивироваться на 4 суток. Затем каждый день вынимали фотобумагу (проявляя осторожность, т.к. набухает эмульсионный слой). Извлеченную из почвы фотобумагу отмывали от почвы под слабой струей воды и высушивали в тени на воздухе. Результат оценивали визуально: чем сильнее разжижение желатинового слоя, тем выше протеазная активность почвы: такие зоны приобретают темную окраску [3]. Для оценки результатов был использован контрольный образец с песком, для которого потемнение отсутствовало полностью (таблица 1).

Таблица 1.

### Оценка протеазной активности образцов почв методом сравнительной оценки



В качестве количественных критериев оценки были использованы площадь темных (%) участков и насыщенность потемнения (%). Все точки наблюдения были отсортированы в порядке возрастания площади, а затем по насыщенности областей потемнения (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Анализ площади и насыщенности участков потемнения

Образцы почв, проявившие наибольшую протеазную активность, были выбраны для выращивания колонии бактерий методом почвенных комочков. В качестве питательной среды была использована среда Эшби [4] (таблица 2).

Таблица 2.

### Состав среды Эшби

	Элемент	г/л
1.	Сахароза	20,0
2.	Калий фосфорнокислый однозамещенный ( $K_2HPO_4$ )	0,2
3.	Сульфат магния ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )	0,2
4.	Хлорид натрия ( $NaCl$ )	0,2
5.	Сульфат калия ( $K_2SO_4$ )	0,1
6.	Карбонат кальция ( $CaCO_3$ )	5,0
7.	Агар-агар	15,0

Почву из образца раскладывали комочками по всей поверхности питательной среды. Культивировали 7 суток, после чего производили подсчет колониеобразующих единиц (КОЕ) [5].

В результате проведенной работы были выявлены участки с почвами, удовлетворяющими условиям возникновения и размножения микроорганизмов-продуцентов протеаз (станции мониторинга 8, 11, 26, 24, 29). Все точки наблюдения были отсортированы в порядке возрастания площади, а затем по насыщенности областей потемнения. Наиболее выраженную протеазную активность показали образцы, взятые на увлажненных (и даже заболоченных) участках – старица реки, низина оврага, берега прудов (рисунок 2).



Рисунок 2. Зависимость площади потемнения и влажности почвы

Общим признаком таких участков так же стало наличие сосны, а также водоплавающих и не водоплавающих птиц. Хорошие результаты показали так же пробы, отобранные на территориях с низким антропогенным воздействием (рисунок 3).

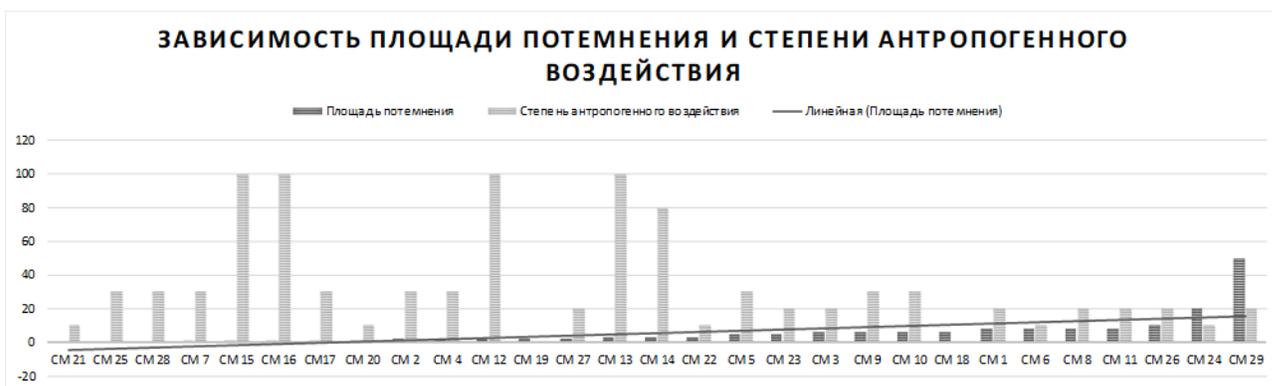


Рисунок 3. Зависимость площади потемнения и степени антропогенного воздействия

Таким образом, лимитирующим фактором уменьшения протеазной активности является недостаточное увлажнение почв и возрастание антропогенной нагрузки (вблизи промышленных предприятий, вдоль ЛЭП, автомобильных дорог).

Из почвенных образцов, проявивших наибольшую протеазную активность были выделены микроорганизмы, которые в дальнейшем будут подлежать и верификации, и изучению целевых свойств микроорганизмов-продуцентов протеаз.

## Литература

1. Балабан Н.П. Практическое применение бациллярных протеаз / Н.П. Балабан, М.Р. Шарипова // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. – 2011. – Т. 150, №2. – С. 29-40
2. Щеглов Д.И. Морфологический анализ почв / Д.И. Щеглов, А.Б. Беляев, Л.И. Брехова, Л.Д. Стахурлова. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – 33 с.
3. Никулина А.Р. Определение биологической активности почв в целях поддержания равновесия урбоэкосистемы / А.Р. Никулина, Е.Д. Сачкова, Л.В. Бубнова // Известия Байкальского государственного университета. – 2020. – Т. 30, №4. – С. 586-592.
4. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии: Учебник пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева; Под ред. В.К. Шильниковой. -5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004 – 256 с.: ил.

## ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ООПТ Г. МОСКВЫ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРЛЕЦКОГО ЛЕСОПАРКА)

**Макарова Мария Денисовна**, обучающаяся 9 класса, ГБОУ Школа №1502 «Энергия», г. Москва

**Научный руководитель: Тимофеева Оксана Юрьевна**, к.п.н., учитель географии ГБОУ Школа №1502 «Энергия», г. Москва

Почва - результат непростого взаимодействия местного климата, растительных и животных организмов, состава и строения горных пород, рельефа местности, времени. С каждым годом деятельность человека на почву возрастает, особенно в городах. Почва имеет большое значение для роста и развития растений. Она состоит из твердой (минеральной и органической), жидкой (почвенного раствора), газообразной (почвенного воздуха) фаз. Твердая фаза включает минеральную часть, которая состоит из камней, ила, песка, глины и так далее и органическую, главным веществом которой является гумус. Минеральная часть почвы создает ее механический состав, от которого зависят её физические свойства: влагоемкость, воздухоемкость, влажность, прогреваемость, теплоёмкость, липкость, рыхлость и другие (Наумов В.Д., 2023). Именно эти свойства почвы определяют ее плодородность, а, следовательно, рост и развитие растений, сохранение равновесия в экосистемах. Цель работы – изучение почв в Терлецком лесопарке Восточного округа Москвы на территории с разной антропогенной нагрузкой. Изучение почв ООПТ позволяет увидеть проблему изменения почв в целом, так как здесь почва является компонентом охраняемых ландшафтов.

Методикой работы послужило определение механического состава почвы (классификация почв по Качинскому), ее структуры, определение проводимости, рН-среды и содержание нитратов, а также описание почвенного разреза. Исследования проводились осенью 2022 года на территории Терлецкого лесопарка Восточного округа столицы. Мы заложили три пробных участка в разных частях парка и произвели прикопку до горизонта вымывания, взяв при этом пробы каждого почвенного горизонта с исследуемых площадок. Определение механического состава почвы мы производили так: из образцов проб формировали пластичную массу из отобранных образцов почв совмещая их с водой, а затем изготавливали колбаски и кольца (Качинский Н.А., 1975). Так мы определяли соотношение фракции песка и глины, используя для этого треугольник фракций (табл.1). Определение структуры почвы мы определяли так: на какие части распадается почва из горизонта вымывания (табл.1).

Определение проводимости, рН-среды и содержание нитратов проводили в полевых

условиях в ходе прикопки почвы на исследуемых участках. Инструментальные исследования, проведенные нами, помогли выяснить состояние почв парка для дикоросов, особенно дубов, требовательных к почве. Терлецкий лесопарк называют Терлецкой дубравой и именно дубы являются главной составляющей лесной экосистемы. Определение концентрации нитратов мы изучали с использования кондуктометра цифровой лаборатории, который опускали в водную вытяжку из почвогрунта. Содержание нитратов в образцах дали представление о соединения азота, которые естественным образом встречаются в почве и влияют на рост и развитие растений.

Таблица 1.

### Определение некоторых свойств почвы на исследуемых участках Терлецкого лесопарка г. Москвы

Почвенный горизонт	Окраска	Механический состав	Наличие гумуса	Структура
№1 В1	тёмно-серая	тяжёлый суглинок	нет/очень мало	глыбовая/ бесструктурная
№2 В1	палевая	тяжёлый суглинок	полуразложившаяся органика	
№2 В2	палевая	средний суглинок	нет/очень мало	
№3 В1	палевая	глина	полуразложившаяся органика	
№3 В2	тёмно-бурая	глина	нет/очень мало	

Таблица 2.

### Определение нитратов, рН-среды и проводимости в водных вытяжках образцов почв на исследуемых участках Терлецкого лесопарка г. Москвы

Почвенный горизонт	Время фильтрации (мин:сек)	Нитраты (изм. в мг/литр)	рН - среда	Проводимость (изм. в m S/cm)
№1 В1	09:50	6,5-7,1	6,40-6,55	1,373
№2 В1	18:50	6,2-5,9	6,65	1,395
№2 В2	19:25	4,7-4,0	6,61	1,391
№3 В1	13:10	6,1-5,8	6,20	1,415
№3 В2	19:02	5,2-4,0	6,26	1,527

В ходе исследования, мы убедились, что состояние почвы на участках парка удовлетворительное: многие участки имеют гумус, но представляющий собой

полуразложившуюся органику, некоторые участки почти или совсем не имеют гумуса. Почва повреждена эрозией на всех исследуемых площадках. Механический состав в основном среднесуглинистый или тяжелый суглинок, что говорит об образовании застоя воды в почве на всех участках парка. Структура почвы как правило глыбовая, что способствует наименьшему насыщению воздуха дерно-подзолистой почвы. Инструментальные исследования показали, что проводимость, рН-среды и содержание нитратов, электропроводность в норме. Рекомендации по использованию почвы в парке: необходимо проводить мониторинг почвы, проводить мелиоративные работы, работы по созданию организованных троп для уменьшения ее уплотнения.

#### Литература

1. ГОСТ 26423-85. (1985), Почвы. Методы определения электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки, Москва, Стандартинформ, 10 с.
2. Качинский Н.А. Почва, ее свойства и жизнь. М., «Наука», 1975.
3. Наумов В.Д. География почв. Почвы России. М., «Проспект», 2023.
4. Цховребов В.С., А.А. Новиков, В.И. Фаизова, Лысенко В.Я. Рабочая тетрадь для лабораторно-практических занятий по почвоведению. – Ставрополь, 2011. – 57

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА Г. МОСКВЫ

**Мотина Софья Вячеславовна**, ученица 5 класса ГБОУ школа №1208 им. М.С. Шумилова

**Научный руководитель: Вяльцева Татьяна Юрьевна**, учитель биологии ГБОУ школа №1208 им. М.С. Шумилова

Система экологического мониторинга включает в себя как изучение процессов, происходящих в воздушной и водной среде, так и уделяет особое внимание состоянию почвы и растительного покрова.

Показатели состояния почвенно-растительного покрова считаются наиболее уязвимым под воздействием антропогенной деятельности, как считают многие ученые, так как микробиота и биохимические показатели почвы изменяются в первую очередь.

Согласно определению В.В. Докучаева «почва – это прежде всего самостоятельное природное тело, в его функциональной зависимости от других природных тел и явлений». Почва есть минерально-органическое образование, являющееся результатом взаимодействия животных и растений, климата, горной породы и рельефа местности.

В современном почвоведении принято такое определение: «почва представляет собой сложную плодородную многофункциональную и многокомпонентную открытую многофазную структурную систему в поверхностном слое коры выветривания горных пород, которая является комплексной функцией горных пород, организмов, климата, рельефа и времени». Оно следует из объединения двух подходов по В.В. Докучаеву и П.А. Костычеву - В.Р. Вильямсу, они дополняют друг друга и формируют единое определение [3].

В индустриальных городах и крупных транспортных зонах характер и насыщенность загрязнения почв, определяется как близостью к источнику загрязнения и их мощностью, так и физико-химическими параметрами самих почв, содействующих либо самоочищению городской среды, либо ее большему загрязнению.

Следует выделить две группы техногенных загрязнителей почв: педохимические и биохимические.

Педохимические показатели, вызванные техногенными загрязнителями, включают в себя те свойства почв, изменения которых могут негативно сказываться на состоянии живых

организмов, и общую геохимическую обстановку. К педохимическим относятся показатели наиболее важных химических свойств почвы: состояние гумуса, кислотно-щелочные и катионообменные свойства, в некоторых случаях окислительно-восстановительные свойства почв. К ним относятся минеральные кислоты, щелочи, карбонаты, сероводород, метан.

Биохимические показатели включают показатели, характеризующие накопление загрязняющих веществ в почвах и их прямое негативное воздействие на живые организмы. К ним относятся токсичные микроэлементы, тяжелые металлы, пестициды и т.д. [1].

По способу попадания в почву, загрязнители делятся на два типа:

1. Вносимые целенаправленно, систематически (пестициды, удобрения и т.д.);
2. Попадающие случайно, с техногенными жидкостями, газами или твердыми выбросами.

Наиболее существенным итогом техногенеза на естественную среду считается нарушение ландшафта, а также его главного элемента почвенно-растительного покрова [2].

Загрязнители почвы могут быть разделены в зависимости от источника их поступления в почву:

1. Загрязняющие вещества, выбрасываемые в почву с атмосферными осадками. В основном это газы - оксиды серы, азота и другие;
2. Загрязняющие вещества, которые в виде пыли и аэрозолей осаждаются на поверхности почвы. Твердые и жидкие соединения в сухую погоду обычно оседают непосредственно в виде пыли и аэрозолей. Кроме того, почва способна поглощать и газообразные частицы, особенно во влажном виде;
3. Загрязняющие вещества из растительного опада. Листья растений посредством устьиц поглощают разнообразные вредоносные соединения в любой агрегатной форме, либо загрязнители оседают на поверхности деревьев, а также кустарников; далее, когда происходит листопад, все загрязнители вновь поступают в почву [2].

Зональные физические и химические свойства урбанизированных почв города радикально изменяются под влиянием антропогенных выбросов. Особенно значительные преобразования прослеживаются в верхних гумусовых горизонтах почв из-за того, что большое количество пыли попадает на их депонирующую поверхность, количество которой как правило на порядок больше, чем в условиях, приближенных к естественным.

Почва способна превращаться в своеобразное хранилище токсических соединений из-за определенных биогеохимических особенностей и существенных размеров активной поверхности мелкодисперсной части, и в тоже время почва имеет способность становится одним из важнейших биогеохимических барьеров для распространения большинства загрязнителей (нефтепродуктов, пестицидов, тяжелых металлов и др.) из городской среды непосредственно в речную сеть и грунтовые воды [4].

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.

В настоящее время большая часть почвенного покрова города испытывает воздействие разнообразных техногенных процессов почвообразования, что обуславливает формирование в пределах городской территории и ближайшего окружения специфических групп почв – урбаноземов и выраженную пестроту почвенного покрова. Урбаноземы представляют собой почвы с неправильным строением профиля, несогласованным залеганием горизонтов, присутствием антропогенных горизонтов. На открытых поверхностях города залегают почвоподобные образования, формирующиеся из насыпных, перемешанных, намывных, техногенных и природных грунтов. [5]

По результатам экологического мониторинга в 2022 году отмечено улучшение качества московских почв: в 2,4 раза снизилось загрязнение почв нефтепродуктами за последние 10 лет, 95 процентов обследованных территорий характеризуются минимальным за последние 10 лет загрязнением почв тяжелыми металлами [6].

Таким образом, техногенное воздействие доминирует над естественными факторами образования почв на большинстве урбанизированных территорий, следовательно, в городах можно выделить преобладающие специфические виды почв, отличительной чертой которых считается загрязнение высокой степени. Москва, как крупный мегаполис с большим количеством автомобильных комплексов, относится к типу экосистем, крайне неустойчивых, которые под воздействием негативных факторов, часто теряют способность к самовосстановлению.

### Литература

1. Джувеликян Х.А. и др. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв. Учебно-методическое пособие для вузов./Джувеликян Х.А., Щеглов Д.И., Горбунова Н.С. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного ун-та, 2009. 22 с.

2. Ильина Н.А., Т.В, Фуфаева, Казакова Н.А. Почвенные загрязнения антропогенного характера и их классификация // Инновационная наука. 2015. №3. – С. 148-150.

3. Б.Ф. Пшеничников Б.Ф. и др. Почвоведение. Учебное пособие / Б.Ф. Пшеничников Б.Ф. Почвоведение, Пшеничникова Н.Ф., Трегубова В.Г., А.В. Брикманс А.В. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021. 69 с.

4. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В., Скворцова И.Н., Почвы Москвы и экология города, М.: Издательство: ПАИМС, 1998. 166 с.

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ

**Мокрушина Василиса Сергеевна** ученица 9 класса МБОУ «Италмасовская СОШ» с. Италмас Удмуртской Республики.

**Научный. Руководитель: Перевощикова Галина Елизаровна** – учитель биологии МБОУ «Италмасовская СОШ» с. Италмас Удмуртской Республики.

В естественных условиях все процессы, происходящие в почве, находятся в равновесии. Однако одним из последствий деятельности человека является интенсивное загрязнение почвенного покрова, которое сказывается на растениях, произрастающих на данном участке, и, соответственно, животных и человеку, употребляющих эти растения в пищу. Ежегодно в мире сотни миллионов загрязняющих веществ выбрасываются в воздух предприятиями и транспортом. Только предприятия России выбрасывают более 70 млн. тонн веществ в год. В выхлопных газах автомобилей содержится угарный газ, оксид азота, углерод, оксид серы, альдегиды и другие вещества. Из атмосферы вещества попадают в почву и вызывают её загрязнение. В роли основных загрязнителей почв выступают тяжелые металлы и их соединения. В зимний период для борьбы с гололедом на дорогах применяются противогололедные реагенты: хлорид натрия, хлорид калия, хлорид магния, песчано-соляная смесь [4, 6].

Загрязнение атмосферного воздуха отрицательно действует на растения, особенно чувствительны к загрязнениям хвойные виды. Самым опасным является сернистый газ. Проникая внутрь растений, вызывает отравление живых тканей и их гибель [6].

Выявление степени загрязнения придорожной территории и индикация содержания в нем вредных веществ являются важным направлением, позволяющим оценить реальную экологическую ситуацию в конкретном месте.

Исходя из этого, целью исследований явилась комплексная оценка экологического состояния территории, находящейся на придорожной территории автотрассы Ижевск – Воткинск Завьяловского района Удмуртской Республики.

В задачи исследования входило:

1. Выявить экологическое состояние придорожной территории методом биоиндикации по состоянию листьев липы мелколистной и хвои сосны обыкновенной.

2. Определить фитотоксичность почвы вблизи трассы при помощи растений индикаторов.

3. Оценить качество талой и артезианской воды в селе Италмас Завьяловского района Удмуртской Республики.

Исследования проводились в районе села Италмас. Для проведения исследований использовались методики по выявлению экологического состояния территории [1-3, 7, 9-11].

Особенно опасными для деревьев являются кислотные дожди, возникающие в результате выбросов в атмосферу оксидов серы. Оксиды серы, вступая в реакцию с водой, образуют серную и сернистую кислоты. Серная кислота, при попадании на листья и хвою, вызывает омертвление тканей – некроз [5].

Из древесных растений наиболее чувствительными к оксидам серы являются хвойные деревья, из лиственных пород – липа.

При проведении обследования при помощи биоиндикации выявлено, что на участке, примыкающем к дороге процент поврежденных тканей листа липы мелколистной был 8,4 %. На участке, отдаленном от дороги, процент поврежденных тканей составил 3,1 %.

При анализе состояния сосны обыкновенной выявлено, что на участке, находящемся вдоль дороги, поврежденных хвоинок было 39 %, усохших – 29 %. На участке, находящемся в лесу, поврежденных хвоинок было в 3 раза меньше, усохших – в 1,8 раз соответственно.

Для определения фитотоксичности почвы, взятой с придорожной территории, проращивали овес и горчицу. Степень фитотоксичности в среднем по обеим культурам составила 36 %, что является средней степенью. Горчица белая явилась более чувствительной культурой к загрязнению, по сравнению с овсом. Рассчитанный фитотоксический эффект при проращивании горчицы выше на 12 %, чем у овса.

Результаты наблюдений и проведенных исследований показывают, что снежный покров на участке в 1 км от дороги и в 1 км от села практически не загрязнен по основным параметрам. Органолептические показатели соответствуют нормам питьевой воды за исключением снега с придорожной территории. В снеговой воде, с придорожной территории, образуется мутность, обусловленная содержанием нерастворимых частиц различного происхождения. Микробиологический анализ показал проращение колонии в образце снеговой воды с придорожной территории.

Анализ данных четырех скважин свидетельствует о том, что вода из скважин соответствует ГОСТ Р 51232-98. Санитарно-техническое состояние скважин соответствует системе сертификации ГСЭН. Питьевая вода в скважинах имеет хорошие органолептические свойства: прозрачная, бесцветная, без привкуса и запаха, мутность менее 0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Бактериологический анализ соответствует нормативным показателям, в питьевой воде микроорганизмы не обнаружены.

Выводы:

1. Лиственные и хвойные деревья, находящиеся вдоль дорог сильно, угнетаются. При этом на их листьях увеличивается площадь некрозов

2. Почвы исследуемой придорожной территории автомобильной дороги имеют среднюю фитотоксичность. Горчица белая является более чувствительной культурой, чем овес.

3. Органолептические и микробиологические показатели воды из скважины соответствуют нормам питьевой воды. Талая вода с придорожной территории характеризуется наличием нерастворимых частиц и микробиологическим загрязнением.

### Литература

1. ГОСТ 26212 - 91 Определение гидролитической кислотности по Каппену рН-метрическим методом в модификации ЦИНАО // Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков и др.; Под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 232-234.
2. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. – М.: Госстандарт России, 2008. – 15 с.
3. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая токсичность в отношении высших растений. – Стандартиформ, 2010. – 16 с.
4. Григорьев А. А. Города и окружающая среда. – М.: Мысль, 2005.-108с.
5. Дмитриев Ю. Большая книга леса. М.: Детская литература, 1974.-406 с.
6. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М.: Издательство МГУ. – 1987. – 236 с.
7. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, Письмо Роскомзема от 27.03.1995 № 3-15/582. – 30 с.
8. Петров К. М. Общая экология. - СПб.: Химия, 1998. – 352 с.
9. Привалова Н. М. Определение фитотоксичности методом проростков / Н. М. Привалова, А. А. Процай, Ю. Ф Литвиненко и др.// Успехи современного естествознания. – 2006. – № 10. – С. 45-45.
10. Степанова И. А. , Гарицкая М. Ю. Оценка экологических параметров придорожных территорий на примере городов Оренбургской области // Самарский научный вестник. – 2021. – Т.10. - № 4. – С. 110-117.
11. Федорова А. И. Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: Владос, 2001. – 288 с.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛЬШОГО САДОВОГО ПРУДА

**Алубина Алиса Андреевна**, ученица 11 «м» класса ГБОУ Школа № 185 им. В.С. Гризодубовой

**Научный руководитель: Немеева Ирина Анатольевна**, учитель биологии ГБОУ школы №185.

Загрязнение аквальных ландшафтов – глобальная и актуальная проблема. По мере урбанизации и хозяйственного освоения в водоемах растет концентрация веществ антропогенного происхождения, токсичность которых напрямую влияет на среду и гидробионтов. Многие тяжелые металлы в малом количестве являются жизненно необходимыми, однако при их чрезмерном накоплении представляют опасность для организмов: изменяются морфометрические показатели, биологические и химические процессы. Исследования ряда авторов свидетельствуют, что в экотонных условиях городской среды распределение тяжелых металлов существенно отличается от традиционных ландшафтных геосистем [7, 8, 9].

Самоочищение и аккумуляция тяжелых металлов в водоемах происходят при формировании донных отложений, характеризующиеся в работах ряда исследований, как положительными, так и отрицательными характеристиками [2, 3, 4, 5, 6]. Следует отметить, что сапропели могут также служить постоянным фоновым фактором вторичного загрязнения. Их анализ является одним из критериев экологической оценки аквальной и субаквальной среды [4, 9].

Большинство аквальных ландшафтов Москвы, помимо биологической и экологической ценности, обладают рекреационной важностью для общества. Таким образом, было решено изучить Большой Садовый пруд (БСП), находящийся в районе моего проживания и месторасположения школы, и оценить возможность его оздоровления путем изъятия сапропеля. Ландшафтный анализ рельефа акватории и прилегающей территории БСП выполнен с использованием программы Google earth pro [10].

Цель работы: оценить некоторые физические и агрохимические показатели донных отложений Большого Садового пруда в рамках оценки экологического состояния водоема и принятия решения по его рекультивации.

В задачи исследования входило: выполнить оценку концентрации валовых форм тяжелых металлов (Cr, MnO, Ni, Cu, Zn, As, Pb, V), а так же количественные показатели содержания макро и мезоэлементов  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , CaO, MgO,  $Al_2O_3$ ,  $F_2O_3$ ,  $SiO_2$  в донных отложениях Большого Садового пруда и их гранулометрического состава; Определить необходимость проведения рекультивации аквального комплекса Большого Садового пруда по мощности донных отложений; Оценить возможность оздоровления Большого Садового пруда путем изъятия сапропеля и его использования в качестве удобрения.

Методы исследования входило - отбор проб донных отложений выполнен в зимний период со льда, что обеспечило свободное перемещение по акватории водоема. Для отбора донных отложений использовано следующее оборудование: ледобур (колесорот), пешня, шумовка, дночерпатель бентосный. Было выбрано 5 точек отбора проб в разных зонах акватории. Образцы сапропеля отобраны в 3 повторностях.

Произведена пробоподготовка с дезинтеграцией высушенной органоминеральной массы донных отложений. Для оценки содержания ТМ в донных отложениях использован экспресс метод рентгенофлуоресцентного анализа. Для подготовки образца к анализу из растертой массы спрессованы таблетки для определения ТМ и макро(мезо)элементов методом рентгено-флуоресцентного анализа (РФА) на спектрометре «Спектроскан Макс – GV». Оценка гранулометрического состава донных отложений – методом ситового анализа.

Результаты и выводы: 1. Наибольший фон валового содержания ТМ сформирован в зонах 1 и 2 проб (глубоководная часть). Наименьший уровень ТМ в зонах 4, 5 (мелководная часть). Исследованиями установлено допустимый уровень ТМ по элементам: Cr, MnO, Ni, Cu, Zn, As, Pb, V. Превышений ПДК в донных отложениях для использования в качестве органоминеральной основы при создании почвогрунтов, используемых в сельском и городском хозяйствах, согласно нормативным требованиям [1, 6] не установлено.

2. Все исследуемые образцы сапропеля Большого Садового пруда обладают уровнем трофности допустимым для использования в качестве компонента для создания искусственных почвогрунтов. Так, содержание общего фосфора ( $P_2O_5$ ) варьирует от 0,3% в верхней части водоема до 0,6% в нижней ее части. Валовое содержание калия не отличалось существенной вариабельностью и характеризовалась 1,8-1,9%  $K_2O$ .

3. В нижней части Большого Садового пруда в составе сапропеля увеличивается доля глинистых минералов, о чем свидетельствует увеличение доли оксида алюминия с 7,8 % до 11,9%. Также, следует отметить, что образцы № 4, 5 содержали в своем составе больше песчаной фракции мелкого и тонко песка, что подтверждается результатами анализов по

содержанию SiO<sub>2</sub>. Содержание стронция соответствует нормальному его распределению в почвенном покрове таежной и подтаежной зон.

4. Мощность донных отложений Большого Садового пруда изменялась от 80-120 см, установлено закономерное увеличение с запада на восток акватории.

5. Согласно полученным данным по мощности донных отложений Большой Садовый пруд нуждается в очистке. Очистку можно проводить путем шадящего режима изъятия сапропеля, который можно использовать в качестве удобрения.

Заключение. Большой Садовый пруд, являясь локальным элементом экологического каркаса района Коптево САО г. Москвы выполняет важную экологическую функцию и рекреационную функцию. Проведена оценка уровней концентраций ТМ в донных отложениях в разных зонах БСП. Превышений концентраций ТМ выше ПДК по элементам: Cr, MnO, Ni, Cu, Zn, As, Pb, V не установлено. Увеличение глубины водоема способствовало процессам накопления (аккумуляции) ТМ в органоминеральной массе сапропеля, увеличению доли глинистых минералов и снижению доли кремнезема (песчаной фракции). Более высокий фон ТМ в сапропеле нижней части водоема, а также величина донных отложений (0,8 м) позволяет ставить задачи по поддержанию экосистемы пруда на экологически-безопасном уровне.

Рекомендации. В качестве решения проблемы устранения илистых масс предлагается использование плавучих мини-земснарядов. Для повышения прозрачности воды рекомендуется биологическая очистка одноклеточной микроводорослью Хлореллой. Донные отложения Большого Садового пруда можно использовать в качестве удобрений и при рекультивации нарушенных почв.

Благодарности: Авторы статьи выражают благодарность кафедре Почвоведения, геологии и ландшафтоведения, а также Испытательному центру почвенно-экологических исследований РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, а также за консультации и лабораторную помощь при проведении исследования.

### Литература

1. Агроэкологические требования к почвам и грунтам крупных городов / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. – 34 с.
2. Барановский, И. Н. Влияние прямого действия и последействия сапропеля на питательный режим почвы и урожайность возделываемых культур / И. Н. Барановский, И. А. Дроздов // Инновационные процессы - основа модели стратегического развития АПК в XXI веке, Тверь, 31 мая – 02 2011 года / Тверская государственная сельскохозяйственная академия. Том 1. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – С. 110-112.
3. Влияние сапропеля на агрохимические показатели почвы, урожайность и качество овощных культур / О. В. Ежков, Р. Р. Газизов, И. А. Яппаров [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 6. – С. 127-130.
4. Горбов А.И., Молчанов И. В. Отчёт о деятельности Сапропелевого Комитета за 5 лет (1919-1924 гг.) // Изв. Сапропелевого Комитета. 1925. Вып. 2. С. 1-7.
5. Дроздов, И. А. Влияние сапропеля на питательный режим дерново-подзолистой почвы и урожайность / И. А. Дроздов // Агрохимический вестник. – 2009. – № 1. – С. 37-38. – EDN LLVBIH.
6. Ефимова, Л. А. Экологическая безопасность в триаде "человеческий капитал - развитие экономики - рециклинг отходов" / Л. А. Ефимова, О. Е. Ефимов // Направления развития инструментов обеспечения экономической безопасности, методов анализа и аудита : Материалы 70-й Международной студенческой научно-практической конференции студентов, посвященной 125-летию со дня рождения профессора Н.Д. Кондратьева и

Материалы Международной научно-практической конференции "Информационное обеспечение экономической безопасности: проблемы и направления развития", Москва, 14 марта – 18 2017 года / Под научной редакцией Н. Н. Карзаевой, Ю.Н. Каткова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Научный консультант", 2017.

7. Исследование зависимости распределения тяжелых металлов в экотонных условиях функциональных зон мегаполиса / Г. А. Коротина, С. Г. Сон, А. И. Довганюк, О. Е. Ефимов // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2019. – № 19. – С. 24-29/

8. Исследование распределения тяжелых металлов в системе донные отложения - вода в лабораторном эксперименте / Т. П. Смирнова, Г. Ф. Шайдулина, В. И. Сафарова, Т. Н. Михеева // Георесурсы. – 2012. – № 8(50). – С. 57-60.

9. Коротина, Г. А. Оценка степени загрязнения снегового покрова в условиях городской среды / Г. А. Коротина, А. И. Довганюк, О. Е. Ефимов // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2019. – № 17. – С. 51-55.

10. Котан, О. Т. Использование программы Google earth pro в предпроектном ландшафтном анализе рельефа объектов ландшафтной архитектуры / О. Т. Котан, О. Е. Ефимов, А. И. Довганюк // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2022. – № 29. – С. 33-35.