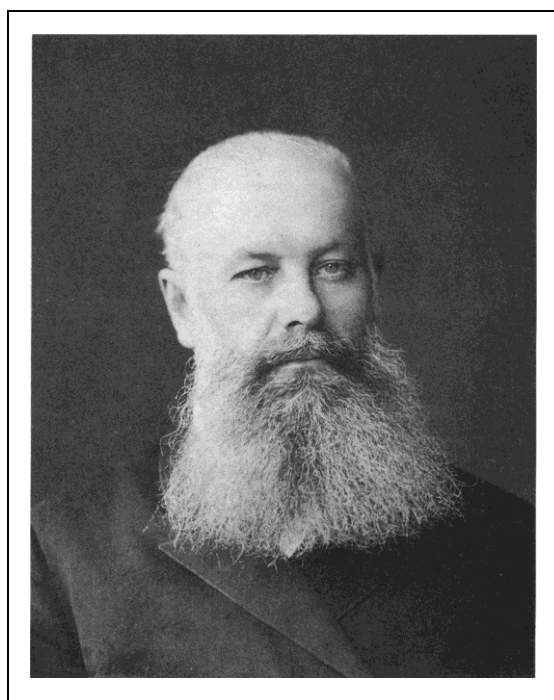


САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ ПОЧВ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МУЗЕЙ ПОЧВОВЕДЕНИЯ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА

МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ РУССКИХ ПОЧВ

ВЫПУСК 15 (42)

Издание основано в 1885 г.
А.В. Советовым и В.В. Докучаевым



Санкт-Петербург
2025

УДК 631.4
ББК 40.3
М34

Редакционная коллегия: *Б.Ф. Апарин (председатель), Г.А. Касаткина, Е.Ю. Сухачева, А.Г. Рюмин, М.А. Лазарева, А.А. Шешукова, К.А. Бахматова, С.М. Горохова*

Рецензенты:

д.с.-х.н., профессор Б.В. Бабилов, Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический университет

Материалы по изучению русских почв. Вып. 15 (42): Сб. науч. докл. / Под ред.
М34 Б.Ф. Апарина.– СПб, 2025. – 114 с.

В пятнадцатом выпуске сборника «Материалы по изучению русских почв» (предыдущий выпуск 14 (41) вышел в 2024 г.) представлены доклады участников XXVI Докучаевских молодежных чтений «Матрица почвоведения» (2023 г., СПб), XXVII Докучаевских молодежных чтений «Традиции и инновации в почвоведении» (2024 г., СПб) и XXVIII Докучаевских молодежных чтений «Информационная емкость знаний о почве» (2025 г., СПб), Всероссийской научной конференции с международным участием «Почва как объект познания и источник вдохновения», посвященной 120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева и 300-летию Российской Академии наук (2024 г., СПб).

Материалы посвящены широкому кругу проблем от популяризации и истории исследования почв до экологии, географии, генезиса, земледелия и мелиорации почв, физики, химии и цифрового картографирования почв. Обсуждаются городская эдафология почв и экологическое состояние городских почв.

Работы представляют интерес для студентов, специалистов и ученых, работающих в сфере наук о Земле, почвоведения, экологии, агрохимии, биологии и сельского хозяйства.

ББК 40.3

© Санкт-Петербургский
государственный университет
© Центральный
музей почвоведения
имени В.В. Докучаева – Филиал
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт
имени В.В. Докучаева», 2025

Международная научная конференция
«Докучаевские молодежные чтения»

XXVII ДОКУЧАЕВСКИЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ЧТЕНИЯ

М.А. Лазарева, Е.В. Мингареева

ЦМП им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,
Санкт-Петербург

С 28 февраля по 1 марта 2024 г. В Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ) и в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева – филиале ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ЦМП им. В.В. Докучаева) состоялась Международная научная конференция XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении». XXVII Докучаевские чтения были посвящены изучению и решению важного вопроса в науке – рождения нового в рамках устоявшихся традиций. Конференция была приурочена к двум знаменательным датам: 300-летию Санкт-Петербургского университета и 120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева. На конференции рассматривались современные методы и подходы в исследовании почв, в том числе, применение: ГИС-технологий для рационального использования почв, оценки плодородия; компьютерного моделирования с целью получения прогноза развития широкого спектра ситуаций и минимализации их негативных последствий; передовых технологий обработки почв. Описаны география и свойства антропогенных и антропогенно-измененных почв, их места в отечественной и мировой классификациях.

Ключевые слова: международная научная конференция, молодежная конференция, ГИС-технологии, компьютерное моделирование, min-till.

С 28 февраля по 1 марта 2024 г. В Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ) и в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева – филиале ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ЦМП им. В.В. Докучаева) состоялась Международная научная конференция XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении». Молодежная научная конференция была посвящена изучению и решению важного вопроса в науке – рождения нового в рамках устоявшихся традиций. Конференция была приурочена к двум знаменательным датам: 300-летию Санкт-Петербургского университета и 120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева.

Программный комитет конференции был представлен профессорами, студентами, аспирантами и молодыми учеными СПбГУ, ЦМП им. В.В. Докучаева, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ и ПГНИУ.

Председатель: Апарин Б.Ф., д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, научный руководитель Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева (ЦМП им. В.В. Докучаева), вице-президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева.

Зам. председателя: Сухачева Е.Ю., д.г.н., директор ЦМП им. В.В. Докучаева, профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ.

Ответственный секретарь: Мингареева Е.В., с.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения.

Секретарь: Лазарева М.А., н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения.

Члены программного комитета:

Ганус И.Ю., первый заместитель председателя Комитета по науке и высшей школе;

Русаков А.В., профессор, зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ;

Горохова С.М. доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ и кафедры биогеоценологии ПГНИУ;

Жарких И.А., аспирант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ;

Захарова М.К., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения;

Кузьмина А.А., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистрант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ;

Леонтьев А.А., магистрант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ;

Моргач Ю.Р., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения;

Рюмин А.Г., ст. преподаватель кафедры физической географии и ландшафтного планирования СПбГУ;

Федорова М.Е., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения;

Холостов Г.Д., аспирант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ.

На Докучаевские молодежные чтения поступило 150 заявок от студентов, аспирантов, молодых ученых (204 участника из 44 учреждений) и 13 от школьников (25 участников из 14 учреждений). Заявки на конференцию поступили из различных городов России (Москва, Пушкино, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, Пермь, Волгоград, Кызыл, Астрахань, Иркутск, Калининград, Красноярск, Махачкала, Новосибирск, Салехард, Саратов, Сургут, Томск, Тула, Тюмень, Камышин, Казань, Екатеринбург, Севастополь и др.) и зарубежных стран (Азербайджан, Иран, Казахстан, Узбекистан, Нигерия). XXVII Докучаевские чтения прошли в смешанном формате (off-line, on-line). Более 100 человек участвовали очно.

К началу XXVII Докучаевских чтений на сайте конференции были размещены русскоязычная и англоязычная версии программы Докучаевских молодежных чтений, а также сборник материалов конференции. Для очных участников были собраны комплекты, состоящие из печатных версий программы, трудов конференции, раздаточных материалов (ручки, блокноты, значки, буклеты).

Открытие и Пленарное заседание конференции состоялось 28 февраля в Актовом зале Санкт-Петербургского государственного университета (рис. 1). Был организован синхронный перевод Пленарных докладов с русского языка на английский и с английского на русский язык.



А



Б

Рисунок 1. Пленарное заседание Международной научной конференции XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении»:

А – заседание Президиума; Б – участники конференции.

Международную научную конференцию XXVII Докучаевские молодежные чтения открыл Председатель оргкомитета конференции, профессор Апарин Б.Ф. С приветственными словами к молодым ученым обратились: председатель научной комиссии в области наук о Земле и смежных экологических наук Института наук о Земле СПбГУ, д.г.-м.н. Гуржий В.В.; Президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, декан факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН, д.б.н. Красильников П.В.; директор ЦМП им. В.В. Докучаева, профессор СПбГУ, д.г.н. Сухачева Е.Ю.; зав. кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, профессор, д.г.н. Русаков А.В.; заместитель директора по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО Пермского ГАТУ к.с.-х.н. Субботина М.Г.; доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ и кафедры биогеоэкологии ПГНИУ, к.б.н. Горохова С.М.

С информацией о XXVII Докучаевских молодежных чтениях «Традиции и инновации в почвоведении» выступили: отв. секретарь Мингареева Е.В. и секретарь Лазарева М.А.

Пленарное заседание проводил профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, д.б.н. Чуков С.Н. Серию Пленарных докладов открыл доклад декана факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН, д.б.н. Красильникова П.В. «Новые вызовы для почвоведения: как организовать образовательную и исследовательскую деятельность» (рис. 2).



Рисунок 2. Выступление Президента Общества почвоведов им. В.В. Докучаева П.В. Красильникова на Пленарном заседании конференции.

С докладами выступили молодые ученые, аспиранты из разных городов России и стран зарубежья:

Аверьянов А.А. (СПбГУ, Санкт-Петербург) – «Функциональная роль почвенного фактора винодельческого терруара в траектории реализации проекта виноградника»;

Abdulvahed K.D. (Tarbiat Modares University, IRAN) – «Soil erosion and sediment fingerprinting in reforestation projects»;

Юдина А.В. (ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва) – «Двойственная природа структуры почв: агрегаты и поры»;

Фомин Д.С. (ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва) – «Концепция цифрового двойника агроландшафта»;

Огородников С.С. (Московский авиационный институт, Москва) – «Методы искусственного интеллекта в почвоведении и бонитировке почв»;

Сайранова П.Ш. (ПГНИУ, Пермь) – «Использование информационно-логического анализа для моделирования техногенного засоления в почвах».

Заседания студенческих секций проводились 28 и 29 февраля в СПбГУ и 1 марта в ЦМП им. В.В. Докучаева (рис. 3).

На совместном заседании секций «Информационные технологии и ГИС в почвоведении», «География и генезис почв, особенности их классификации», «Популяризация почвоведения» было заслушано 22 доклада, в том числе 6 докладов on-line; на секции «География и генезис почв, особенности их классификации» – 18 докладов, в том числе 4 доклада on-line; на секции «Современные агротехнологии в земледелии» – 25 докладов, в том числе 2 доклада on-line; на секции «Химические и физические свойства почв и методы их исследования» – 30 докладов, в том числе 13 докладов on-line; на стендовой секции – 3 off-line доклада.

Рассмотрены современные методы и подходы в исследовании почв, в том числе, применение: ГИС-технологий для рационального использования почв, оценки плодородия; компьютерного моделирования с целью получения прогноза развития широкого спектра ситуаций и минимализации их негативных последствий; передовых технологий обработки почв. Описаны география и свойства антропогенных и антропогенно-измененных почв, их места в отечественной и мировой классификациях.



Рисунок 3. Заседание секции «Химические и физические свойства почв и методы их исследования».

Всего на конференции заслушано 116 докладов, из которых 98 студенческие. Больше всего представителей было из Москвы – 39 (МГУ им. М.В. Ломоносова, ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, РУДН, Институт географии РАН, МАИ, ЦЭПЛ РАН, ГУЗ, ГЕОХИ РАН, ИФА РАН, ИПЭЭ РАН); Санкт-Петербург – 22 (СПбГУ, ЦМП им. В.В. Докучаева, СПбГАУ, СПбГУТ, ИТМО); Ростов-на-Дону – 7 (ЮФУ, ЮНЦ РАН); Республика Тува, Кызыл – 6 (ТувГУ); Волгоград – 5 (ФНЦ агроэкологии РАН); Пушкино – 5 (ИФХиБПП РАН, ФИЦ ПНЦБИ РАН); Пермь – 5 (Пермский ГАТУ, ПГНИУ); Красноярск – 3 (КрасГАУ, СФУ); Калининград – 2 (КГТУ); Сургут – 2 (СурГУ).

По одному представителю было:

- Камышин, Волгоградская область (Волгоградский медицинский колледж);
- Салехард (НЦ изучения Арктики);
- Новосибирск (НГУ);
- Томск (ТГУ);
- Отрадное, Лен. область (Агрофизический НИИ);
- Тула (ТулГУ);
- Тюмень (ТюмГУ);
- Астрахань (АГУ);
- Иран (Tarbiat Modares University).

Председателями и секретарями секций были: студенты Плотникова А.Е., Смагина А.Р., Кивович Д.П., Лагуткина Д.О., Андросова Е.Д. (кафедра почвоведения и экологии почв СПбГУ); магистранты Кузьмина А.А., Леонтьев А.А., Карабач Е.А. (кафедра почвоведения и экологии почв СПбГУ); аспиранты Холостов Г.Д. (кафедра почвоведения и экологии почв СПбГУ), Иванов Е.Д. (кафедра прикладной экологии СПбГУ), Смирнова К.А. (кафедра агрохимии СПбГУ); научные сотрудники Лазарева М.А., Федорова М.Е., Моргач Ю.Р. (ЦМП им. В.В. Докучаева).

В составе жюри, которое оценивало доклады участников, были профессор д.б.н. Чуков С.Н., ассистент Симонова Ю.В. (кафедра почвоведения и экологии почв СПбГУ); доцент, к.б.н. Якконен К.Л. (кафедра агрохимии СПбГУ); ведущие научные сотрудники к.б.н. Касаткина Г.А., к.б.н. Пятина Е.В. (ЦМП им. В.В. Докучаева); доцент, к.б.н. Огородников С.С. (кафедра 614 МАИ); доцент, к.б.н. Горохова С.М. (кафедра агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, кафедра биогеоэкологии ПГНИУ); председатели и секретари секций.

Доклады участников оценивались членами жюри на основании разработанных организационным комитетом критериев [1]. После каждого выступления члены жюри задавали докладчикам вопросы, обсуждали и давали общую оценку докладам. В некоторых секциях до-

клады были настолько широкие и разнообразные по тематике, насыщенные материалом и настолько сильные, что члены жюри затруднялись выбрать лучшие из них. Участники Докучаевских чтений активно участвовали в дискуссиях, развивались горячие споры.

Вечером 28 февраля в ЦМП им. В.В. Докучаева прошел АРТ семинар (лекция + мастер класс) «Мир под ногами: Эстетика невидимого» от научно-эстетической группы SoilART. Целевая аудитория – школьники, студенты, специалисты-почвоведы. На семинаре коллектив SoilART (группа сотрудников и студентов факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова) продемонстрировал красоту Почвы, как объекта искусства, рассказал о различных направлениях эстетики Почвы, научил изготавливать пигменты из почв и показал, как с помощью них создавать почвенные краски. В заключении каждый участник мог сделать для себя украшение из почвы, а также нарисовать картину почвенными красками (рис. 4).



Рисунок 4. АРТ семинар от научно-эстетической группы SoilART «Мир под ногами: Эстетика невидимого».

1 марта в ЦМП им. В.В. Докучаева традиционно прошло заседание школьной секции «Познавая почвы: конференция для юных исследователей». Куратором школьной была м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева Моргач Ю.Р. Заседание секции проходило в очном формате. Было заслушано 11 докладов, представленных участниками из различных городов: Санкт-Петербург, Казань, Екатеринбург, Пермь, Воронежская область. Самому младшему участнику было 8 лет. Его научная работа была выполнена на высоком уровне и никого не оставила равнодушным. Примечательно, что в этом году в студенческой секции было сделано 2 доклада бывшими участниками школьной секции, ныне ставшими студентами.

После заседания школьной секции состоялась презентация выставки, посвященной 120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева» (модератор: с.н.с., главный хранитель ЦМП им. В.В. Докучаева, Русакова Е.А.). На выставке были представлены архивные материалы ЦМП им. В.В. Докучаева с 1904 г. по н.в. (подлинные документы, фотографии) (рис. 5).

Важным событием для участников конференции было посещение 1 марта Смоленского кладбища и возложение цветов на могилы основателя науки о почве Докучаева Василия Васильевича, его супруги Анны Егоровны и ее матери Синклер Александры Ивановны. Председателем оргкомитета конференции Апариным Б.Ф. было сказано, что в 2023 г. было направлено обращение в Народный Фронт с просьбой помочь решить вопрос реставрации места захоронения Докучаева В.В. Тот же вопрос был задан Президенту РФ, Путину Владимиру Владимировичу во время пресс-конференции. Однако, положительного решения принято не было. Далее слово было предоставлено участникам конференции. Участники конференции выразили мнение обратиться за поддержкой к средствам массовой информации для решения во-

проса о реставрации места захоронения Докучаева В.В. Возложение цветов на могилу основателя науки о почве было актом памяти и преклонения перед выдающимся ученым.



Рисунок 5. Презентация выставки, посвященной 120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева.

Заккрытие конференции состоялось 1 марта в ЦМП им. В.В. Докучаева (рис. 6). С вступительной речью выступил Председатель оргкомитета Апарин Б.Ф. Продолжили заседание секретарь конференции Лазарева М.А. и председатели секций, которые выступили с подведением итогов. Благодарность участникам выразили Президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева чл.-корр. РАН Красильников П.В., зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ, д.г.н. Русаков А.В. Был отмечен высокий методический уровень выполненных участниками исследований и актуальность затронутых тем. Участники конференции отметили важность широкой апробации результатов своих научных исследований, приобретения навыков научного общения и обмена опытом, отметили хорошую организацию конференции и признали значимость регулярности проведения таких мероприятий.

Участникам по результатам секционных заседаний были присуждены места и вручены дипломы I, II и III степени. Докладчики получили рекомендации к опубликованию своих работ в форме статей в периодическом издании «Материалы по изучению русских почв». Выпуск 15 (42). Лауреатам 1-й степени Президентом Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Красильниковым П.В., были вручены избранные труды в трех томах академика Л.В. Добровольского. Всем докладчикам были выданы сертификаты участников «Докучаевских молодежных чтений».



А



Б

Рисунок 6. Заккрытие Международной научной конференция XXVII Докучаевские молодежные чтения «Традиции и инновации в почвоведении»: А – вручение дипломов; Б – участники конференции.

По предложению членов программного комитета участники единогласно постановили:

1. Выразить благодарность:

- сотрудникам отдела управления по организации публичных мероприятий и сотрудничества с партнёрами СПбГУ за организацию и техническую поддержку проведения конференции и Пленарного заседания;
- всем участникам Пленарного заседания;
- Президенту Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Красильникову П.В., за активную поддержку Докучаевских чтений;
- членам программного комитета, председателям, секретарям секций, а также членам жюри за организацию и проведение XXVII Докучаевских молодежных чтений.

2. Продолжить традицию проведения ежегодных «Докучаевских молодежных чтений» и организовать следующие XXVIII Докучаевские чтения в 2025 году.

3. Опубликовать лучшие доклады в периодическом издании «Материалы по изучению русских почв». Выпуск 15 (42).

4. Разместить информацию на сайтах:

- Докучаевские молодежные чтения: (<http://www.dokuchaevskie.ru/>);
- Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева (<http://музей-почвоведения.рф/>).

А также в социальных сетях:

- ВКонтakte, группа «Молодежные Докучаевские чтения» (<https://vk.com/club2152594>);
- ВКонтakte, группа «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева» (<https://vk.com/soilmuseumspsb>);
- Telegram, канал «Музей почвоведения» (<https://t.me/DokuchaevSoilMuseum>).

5. Обратиться за поддержкой к средствам массовой информации для решения вопроса о реставрации места захоронения В.В. Докучаева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарева М.А., Мингареева Е.В. XXV Докучаевские молодежные чтения // Материалы по изучению русских почв. Вып. 14 (41): сб. науч. докл. / Под ред. Б.Ф. Апарина. СПб, 2024. С. 3–8.

XXVII DOKUCHAEV'S READINGS

M.A. Lazareva, E.V. Mingareeva

Dokuchaev Central Soil Science Museum – branch of FSBSI FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, St. Petersburg, Russia

The International Scientific Conference «XXVII Dokuchaev Conference for Young Scientists» «Traditions and innovations in soil science» took place on 28 February – 1 March 2024 at the Saint Petersburg State University and the Dokuchaev Central Soil Science Museum. The Readings were devoted to the study and solution of an important issue in science – the emergence of something new within the framework of established traditions. The conference was dedicated the 120th anniversary of the Dokuchaev Central Soil Science Museum and 300th anniversary of the St.-Petersburg University. Issues of studying and applying modern methods and approaches in soil research will be considered: GIS technologies for the rational use of soils and assessing the fertility of the studied soils, computer modeling in order to obtain a forecast for the development of a wide range of situations and minimize their consequences, iPhones and smartphones as a tool for studying the composition, chemical, physical, biological properties and processes of soils, min-till technologies. Issues of assessing geographic knowledge, distribution of anthropogenic and anthropogenically modified soils, and their place in modern and world classification will also be considered.

Keywords: International scientific conference, conference for young scientists, GIS-technologies, computer modeling, min-till.

XXVIII ДОКУЧАЕВСКИЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ЧТЕНИЯ

М.А. Лазарева, Е.В. Мингареева

ЦМП им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,
Санкт-Петербург

С 27 февраля по 1 марта 2025 г. В Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ) и в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева – филиале ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ЦМП им. В.В. Докучаева) состоялась Международная научная конференция XXVIII Докучаевские молодежные чтения «Информационная емкость знаний о почве». XXVIII Докучаевские чтения были посвящены актуальному вопросу – формированию знаний о почве, начиная от истоков почвоведения, как науки, до наших дней. Конференция была приурочена к двум знаменательным датам: Десятилетию науки и технологий в России и 80-летию атомной промышленности. На конференции рассматривались вопросы химического состава, химических, физических, физико-химических, биологических свойств, эколого-биохимических функций, происхождения, эволюции и географического распространения, хозяйственного использования и мелиорации почв, классификации почв, как информационной системы, применения ГИС-технологий для рационального использования почв и баз данных в качестве основ для почвенно-экологического мониторинга.

Ключевые слова: международная молодежная конференция, знания о почве, информационная система, почвенно-экологический мониторинг, базы данных, ГИС-технологии.

С 27 февраля по 1 марта 2025 г. В Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ) и в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева – филиале ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ЦМП им. В.В. Докучаева) состоялась Международная научная конференция XXVIII Докучаевские молодежные чтения «Информационная емкость знаний о почве».

Докучаевские молодежные чтения проводятся ежегодно, начиная с 1998 года. Конференции всегда приурочены ко Дню рождения выдающегося естествоиспытателя, основателя науки о почве Василия Васильевича Докучаева (1 марта 1846 г.) (рис. 1). Докучаевские чтения играют важную роль в обсуждении научных проблем, обмене опытом между студентами, аспирантами и молодыми учёными, апробации материалов научных исследований, приобретении навыков общения с аудиторией и формировании образовательной среды. Бесценными организаторами Докучаевских чтений являются: СПбГУ, ЦМП им. В.В. Докучаева, АНО сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева «Почва – жизнь», Общество почвоведов им. В.В. Докучаева, МОО «Природоохранный союз».



Рисунок 1. Портрет основателя науки о почвах, Василия Васильевича Докучаева.

XXVIII Докучаевские чтения были посвящены актуальному вопросу – формированию знаний о почве, начиная от истоков почвоведения, как науки, до наших дней. Конференция была приурочена к двум знаменательным датам: Десятилетию науки и технологий в России и 80-летию атомной промышленности.

Программный комитет конференции был представлен профессорами, студентами, аспирантами и молодыми учеными СПбГУ, ЦМП им. В.В. Докучаева, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ и ПГНИУ.

Председатель: Апарин Б.Ф., д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, научный руководитель ЦМП им. В.В. Докучаева, вице-президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева.

Зам. председателя: Сухачева Е.Ю., д.г.н., директор ЦМП им. В.В. Докучаева, профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ; Русаков А.В., д.г.н., профессор, зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ.

Ответственный секретарь: Мингареева Е.В., с.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения СПбГУ.

Секретарь: Лазарева М.А., н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения СПбГУ.

Члены программного комитета:

Горохова С.М., к.б.н., доцент кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ и кафедры биогеоэкологии ПГНИУ;

Захарова М.К., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения СПбГУ;

Кузьмина А.А., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения СПбГУ;

Леонтьев А.А., магистрант кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ;

Моргач Ю.Р., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения СПбГУ;

Рюмин А.Г., ст. преподаватель кафедры физической географии и ландшафтного планирования СПбГУ;

Федорова М.Е., м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, магистр почвоведения СПбГУ.

На Докучаевские молодежные чтения поступило около 150 заявок (200 участников, 55 учреждений) от студентов, аспирантов, молодых ученых из различных регионов России (Москва, Пущино, Санкт-Петербург, Иркутск, Калининград, Ростов-на-Дону, Пермь, Волгоград, Тюмень, Новосибирск, Курск, Томск, Барнаул, Хабаровск, Якутск, Сургут, Петрозаводск, Тобольск, Тула, Уфа, Красноярск, Астрахань, Махачкала, Донецк, Белгород, Сириус, Апатиты, Кызыл и др.), а также из зарубежных стран – Узбекистан, Беларусь, Туркменистан, Сербия, Индия, Болгария, Эквадор. Активными участниками конференции стали школьники (16 заявок, 34 участника, 11 учреждений) из разных городов России. Конференция проводилась в смешанном формате (off-line и on-line). Около 80 человек участвовали off-line.

Перед конференцией все выпуски периодического издания СПбГУ и ЦМП им. В.В. Докучаева «Материалы по изучению русских почв» с 1999 года (14 штук) были переданы в дар научной библиотеке им. М. Горького (СПбГУ). Этот журнал, основанный проф. А.В. Советовым и В.В. Докучаевым для публикации работ молодых почвоведов, выходил в 1885–1917 гг. И в год 275-летия СПбГУ в 1999 г. была возрождена докучаевская традиция и возобновлен выпуск журнала. В «Материалах...» в настоящее время публикуются доклады, получившие высокую оценку на конференциях «Докучаевские молодежные чтения» (рис. 2).

К началу XXVIII Докучаевских чтений на сайте конференции были размещены русскоязычная и англоязычная версии программы Докучаевских молодежных чтений. Для очных участников были собраны комплекты, состоящие из печатных версий программы конференции, раздаточных материалов (ручки, блокноты, значки, буклеты).

Открытие и Пленарное заседание конференции состоялось 27 февраля в 10:00 в Актовом зале Санкт-Петербургского государственного университета (рис. 3А). Открытие конференции проводилось в смешанном формате (off-line и on-line). Был организован синхронный перевод Пленарных докладов с русского языка на английский и с английского на русский язык.



Рисунок 2. Периодическое издание «Материалы по изучению русских почв». Выпуски с 1999 года.

Международную научную конференцию XXVIII Докучаевские молодежные чтения открыл Председатель оргкомитета конференции, профессор Апарин Б.Ф. С приветственными словами к молодым ученым обратились: профессор кафедры кристаллографии, председатель научной комиссии в области наук о Земле и смежных экологических наук Института наук о Земле СПбГУ, д.г.-м.н. Гуржий В.В.; Президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, декан факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН, д.б.н. Красильников П.В.; директор ЦМП им. В.В. Докучаева, профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, д.г.н. Сухачева Е.Ю.; зав. кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, профессор, д.г.н. Русаков А.В.; Председатель Центрального совета МОО «Природоохранный союз», чл.-корр. РАЕН, академик РЭА, профессор, д.б.н. Тарбаева В.М.

На открытии конференции профессору Апарину Б.Ф. был вручен диплом «Гордость Рода» Председателем Центрального совета МОО «Природоохранный союз» Тарбаевой В.М. (рис. 3Б). На базе ЦМП им. В.В. Докучаева был создан видеоролик, в котором прослеживаются основные этапы творческого и жизненного пути заслуженного ученого.



А



Б

Рисунок 3. Пленарное заседание конференции: А – участники Пленарного заседания; Б – вручение диплома «Гордость Рода» председателю оргкомитета конференции Б.Ф. Апарину.

С информацией о XXVIII Докучаевских молодежных чтениях «Информационная емкость знаний о почве» выступила секретарь конференции Лазарева М.А.

Пленарное заседание проводил профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, д.б.н. Чуков С.Н. Серию Пленарных докладов открыли заказной доклад декана факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН, д.б.н. Красильникова П.В. «Инновационные материалы для мелиорации, модификации и создания почв» и доклад старшего научного сотрудника ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», к.г.н. Абросимова К.Н. «Неразрушающие методы исследования порового пространства почв».

Продолжили заседание доклады студентов, аспирантов, молодых ученых из разных регионов России и стран зарубежья:

Харыбина А.С., Самохина Н.П. (НТУ «Сириус», пгт Сириус) – «Содержание углерода и скорость микробного разложения растительного опада в условиях горно-лесного и горно-лугового ценоза»;

Ljubičić Janko, Košanin O., Knežević M. (University of Belgrade, Belgrade, Serbia) – «Types of soils and their characteristics in the northwest Bačka, Serbia» (on-line);

Тосхопоран А.К., Батаков А.Д., Ломоносов М.С., Кирюшина А.П. (МГУ им. М.В. Ломоносова, ИПЭЭ РАН, Москва) – «Экотоксичность ветеринарного антибиотика тилозина и скорость его миграции в почве»;

Московченко М.Д. (ТюмГУ, Тюмень) – «Применение методов машинного обучения для картографирования болотных почв на территории природного парка «Нумто» (Западная Сибирь)» (on-line).

Особое место в работе конференции заняла школьная секция «Со школьной скамьи – в науку», которая состоялась 27 февраля в 11:00 в ЦМП им. В.В. Докучаева. Заседание секции проходило в формате off-line. Куратором школьной секции была м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева Кузьмина А.А. В конференции приняли участие 16 школьников из Санкт-Петербурга и других городов России (Казань, Самара, Пущино, Выборг, с. Русская Буйловка (Воронежская область), п. Куркино (Тульская область)). Во время школьной секции участники в возрасте от 11 до 16 лет смогли апробировать материалы по основам почвоведения, агрохимии и экологии почв (рис. 4).



Рисунок 4. Награждение участников школьной секции «Со школьной скамьи – в науку».

Заседания студенческих секций проводились в смешанном формате (off-line и on-line) 27 и 28 февраля в СПбГУ и 1 марта в ЦМП им. В.В. Докучаева (рис. 5).

На совместном заседании секций «Цифровое почвенное картографирование, ГИС в почвоведении», «Базы данных как информационная основа почвенно-экологического мониторинга» было заслушано 16 докладов, в том числе 2 доклада on-line; на секции «Радионуклиды и тяжелые металлы в экосистемах» – 12 докладов, в том числе 4 доклада on-line; на секции «Земледелие и мелиорация почв» – 16 докладов, в том числе 2 доклада on-line; на секции «Химический состав, свойства и функции почв» – 18 докладов, в том числе 7 докладов on-line; на секции «География, генезис и классификация почв» – 13 докладов, в том числе 4 доклада on-line.

Рассмотрены вопросы химического состава, химических, физических, физико-химических, биологических свойств, эколого-биохимических функций, происхождения, эволюции и географического распространения, хозяйственного использования и мелиорации почв, классификации почв, как информационной системы, применения ГИС-технологий для рационального использования почв и баз данных в качестве основ для почвенно-экологического мониторинга.

Всего на конференции заслушано 93 доклада, из которых 81 студенческий. Больше всего представителей было из Москвы – 43 (МГУ им. М.В. Ломоносова, МАИ, ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, РУДН, ИФА РАН, ГУЗ, ИПЭЭ, ИГ РАН) и Санкт-Петербурга – 16 (СПбГУ, ЦМП им. В.В. Докучаева, ГГИ, ИИМК РАН). Также были представители из Ростова-на-Дону – 5 (ЮФУ), Тюмени – 4 (ТюмГУ, ГАУ Северного Зауралья), Новосибирска – 3 (НГУ, ИПА СО РАН, НИОХ СО РАН), Хабаровска – 3 (ТОГУ, ИВЭП ДВО РАН), Перми (ПГНИУ), Пушкино (ИФХиБПП ФИЦ ПНЦБИ РАН), Калининграда – 2 (КГТУ, ЦАС «Калининградский»), Тулы – 2 (ТулГУ), Сургута – 2 (СурГУ), Курска – 2 (КГУ), Сириуса – 2 (Университет «Сириус»).

По одному представителю из городов было:

- Ярославль (ГСАС «Ярославская»);
- Белгород (БелГУ);
- Донецк (Донецкий ботанический сад);
- Апатиты (ИППЭС КНЦ РАН);
- Петрозаводск (КарНЦ РАН);
- Красноярск (СФУ);
- Пушкино, Московская область (ВНИИЛМ);
- Сыктывкар (ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН);
- Успенское, Московская область (Институт лесоведения РАН);
- Беларусь, Минск (РУП «Институт почвоведения и агрохимии);
- Сербия, Белград (University of Belgrade).



Рисунок 5. Совместное заседание секций «Цифровое почвенное картографирование, ГИС в почвоведении», «Базы данных как информационная основа почвенно-экологического мониторинга».

Председателями и секретарями секций были студенты Ефимова Д.Р., Кивович Д.П., Прохоренко А.Е., Ян Е.А., Лагуткина Д.О., магистранты Леонтьев А.А., Андросова Е.Д., Карабач Е.А., Шибанова Д.А., аспирант Холостов Г.Д. (кафедра почвоведения и экологии почв СПбГУ); научные сотрудники Кузьмина А.А., Лазарева М.А., Мингареева Е.В., Федорова М.Е. (ЦМП им. В.В. Докучаева).

В составе жюри, которое оценивало доклады участников, были профессор д.б.н. Чуков С.Н., доцент, к.с.-х.н. Шешукова А.А., ассистент, к.б.н. Симонова Ю.В. (кафедра почвоведения и экологии почв СПбГУ); доцент, к.б.н. Якконен К.Л. (кафедра агрохимии СПбГУ); доцент, к.б.н. Огородников С.С. (кафедра 614 МАИ); научный сотрудник, к.х.н. Горохов В.Ю. (ИТХ УрО РАН – филиал Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН); доцент, к.б.н. Горохова С.М. (кафедра агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, кафедра биогеоэкологии ПГНИУ); председатели и секретари секций.

Доклады участников оценивались членами жюри на основании разработанных организационным комитетом критериев.

1 марта в 13:00 была проведена экскурсия «Знакомство с новыми экспозициями Музея». После экскурсии состоялась презентация выставки «"Первооткрыватели". К 150-летию почвоведов и географа Неуструева С.С. (1874–1928)» (модератор: с.н.с., главный хранитель ЦМП им. В.В. Докучаева, Русакова Е.А.). На выставке были представлены авторские фотографии из коллекции Неуструева С.С., хранящиеся в архиве ЦМП им. В.В. Докучаева. Неуструев Сергей Семенович (1874–1928) – крупнейший представитель докучаевского почвоведения, путешественник и исследователь, создатель почвенно-географической школы, автор классических трудов по географии почв и ландшафтоведению. Неуструев С.С. стал одним из первых почвоведов-исследователей, который широко применял фотографию в своих полевых работах. Благодаря представленным фотографиям можно было ощутить живой дух эпохи первооткрывателей и окунуться в далекое прошлое (рис. 6).



А

Б

Рисунок 6. Мероприятия в ЦМП им. В.В. Докучаева, прошедшие в рамках конференции: А – экскурсия «Знакомство с новыми экспозициями Музея»; Б – презентация выставки «"Первооткрыватели". К 150-летию почвоведов и географа Неуструева С.С. (1874–1928)».

На конференции были представлены труды Докучаевских чтений с 1998 г. по н.в. (подготовила научный сотрудник ЦМП им. В.В. Докучаева, Лазарева М.А.).

На протяжении 27 лет, 1 марта, в день рождения основателя генетического почвоведения, участники конференции посещают Смоленское лютеранское кладбище, где похоронены основатель науки о почве Докучаев Василий Васильевич, его супруга Анна Егоровна и ее мать Синклер Александра Ивановна. Торжественное возложение цветов на могилу ученого состоялось и в этом году. Возложение цветов на могилу основателя науки о почве было актом памяти и преклонения перед выдающимся ученым.

Закрытие конференции состоялось 1 марта в ЦМП им. В.В. Докучаева (рис. 7). С вступительной речью выступил Председатель оргкомитета Апарин Б.Ф. Продолжили заседание секретарь конференции Лазарева М.А. и председатели секций, которые выступили с подведением итогов. Благодарность участникам выразил зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ, д.г.н. Русаков А.В. Он рассказал о возможности пройти обучение по образовательным программам «Почвоведение» бакалавриата и магистратуры СПбГУ на кафедре почвоведения и экологии почв, о преимуществах образования, востребованности специалистов на рынке труда.

Член оргкомитета конференции, доцент ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ и ПГНИУ, Горохова С.М. пригласила всех участников конференции на:

– XX Всероссийскую научную конференцию молодых ученых с международным участием «Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды», посвященную памяти Воронова Г.А., Реймерса Н.Ф. и Штильмарка Ф.Р. (23–26 апреля 2025 г., ПГНИУ);

– VII Всероссийскую научную конференцию с международным участием «Динамика экосистем в голоцене», посвященную 70-летию географического факультета ПГНИУ (20–24 октября 2025 г., ПГНИУ).

Центральному музею почвоведения им. В.В. Докучаева в дар от ПГНИУ была преподнесена книга «Особо охраняемые природные территории Пермского края» (2017).

Участникам по результатам секционных заседаний были присуждены места и выданы дипломы I, II и III степени. Лучшие доклады были рекомендованы к опубликованию в форме статей в периодическом издании «Материалы по изучению русских почв». Выпуск 15 (42). Всем докладчикам были вручены сертификаты участников «Докучаевских молодежных чтений».



А



Б

Рисунок 7. Закрытие конференции XXVIII Докучаевские чтения «Информационная емкость знаний о почве»: А – выступление секретаря конференции; Б– участники конференции.

По предложению членов программного комитета участники единогласно постановили:

1. Выразить благодарность:

– сотрудникам отдела управления по организации публичных мероприятий и сотрудничества с партнёрами СПбГУ за организацию и техническую поддержку проведения конференции и Пленарного заседания;

– старшему научному сотруднику ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», к.г.н. Абросимову К.Н. за заказной доклад «Неразрушающие методы исследования порового пространства почв» и оказание консультативной помощи сотрудникам ЦМП им. В.В. Докучаева.

– всем участникам Пленарного заседания;

– членам программного комитета, председателям, секретарям секций, а также членам жюри за организацию и проведение XXVIII Докучаевских молодежных чтений.

2. Продолжить традицию проведения ежегодных «Докучаевских молодежных чтений» и организовать следующие XXIX Докучаевские чтения в 2026 году.

3. Опубликовать лучшие доклады в периодическом издании «Материалы по изучению русских почв». Выпуск 15 (42).

4. Разместить информацию на сайтах:

– Докучаевские молодежные чтения: (<http://www.dokuchaevskie.ru/>);

– Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева (<http://музей-почвоведения.рф/>).

А также в социальных сетях:

- ВКонтакте, группа «Молодежные Докучаевские чтения» (<https://vk.com/club2152594>);
- ВКонтакте, группа «Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева» (<https://vk.com/soilmuseumspb>);
- Telegram, канал «Музей почвоведения» (<https://t.me/DokuchaevSoilMuseum>).

XXVIII Докучаевские чтения получили освещение в СМИ. Телеканал «Санкт-Петербург» провел телерепортаж с места проведения конференции.

Была подана заявка в СПбГУ на XXIX Докучаевские чтения. Тема конференции следующего года: «Почвы и здоровье человечества». Конференция будет приурочена к 180-летию со дня рождения В.В. Докучаева.

XXVIII DOKUCHAEV'S READINGS

M.A. Lazareva, E.V. Mingareeva

Dokuchaev Central Soil Science Museum – branch of FSBSI FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, St. Petersburg, Russia

The International Scientific Conference “XXVIII Dokuchaev Conference for Young Scientists” «Information capacity of knowledge about soil» took place on 27 February – 1 March 2025 at the Saint Petersburg State University and the Dokuchaev Central Soil Science Museum. The Readings were devoted to the information capacity of knowledge about the soil, starting from the origins of the formation of soil science as a science to the present day. The conference was dedicated the Decade of Science and Technology in Russia and the 80th anniversary of the nuclear industry. Issues of chemical composition, chemical, physical, physicochemical, biological properties, ecological and biochemical functions, origin, evolution and geographical distribution, economic use and melioration of soils, classification of soils as an information system, the use of GIS technologies for the rational use of soils and databases as a basis for soil-ecological monitoring were considered.

Keywords: International scientific conference, conference for young scientists, knowledge about soils, informational system, soil-ecological monitoring, data bases, GIS-technologies.

УДК: 579.2

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СООБЩЕСТВ МИКРООРГАНИЗМОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПОЧВ

О.А. Бархатова

Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения
Российской академии наук, г. Хабаровск

Оценка микробиологического состояния почв позволяет оценить загрязненность почв, способность почв к самоочищению, формированию плодородия, внесению свежего органического вещества и является основой городского экологического мониторинга для создания комфортной среды обитания. Выявлено преобладание в почвах селитебной зоны органической составляющей над минеральной, а также преобладание олигонитрофильных бактерий, степень обогащенности почвы микроорганизмами выше, чем в природных почвах.

Ключевые слова: экология микроорганизмов, почвенная микробиота, микоиндикация.

ВВЕДЕНИЕ

Все компоненты природной среды так или иначе подвергаются изменению под воздействием урбанизации: качественное изменение состава атмосферного воздуха, поверхностных и подземных источников воды, почвы и грунтов, как правило связанных с привнесением веществ, чуждых данной системе.

Основное давление техногенного прессинга с самого начала практически любой хозяйственной деятельности приходится на почвы, являющиеся основной депонирующей средой и

испытывающей химические и механические воздействия. Под влиянием урбанизации почвы подвергаются трансформациям: заболачивание, засоление, эрозия, загрязнение органическими и неорганическими веществами, что неотвратно сказывается на почвенной микробиоте. При этом городская почва трансформируется неравномерно в зависимости от вида ее использования.

Ввиду недостаточности санитарно-гигиенических нормативов, большое внимание исследователей обращено на разработку биотической концепции экологического контроля качества природных и техногенных экосистем.

Биоиндикация – один из наиболее перспективных методов определения экологического состояния биоценоза, так как позволяет выявить уникальные особенности изучаемой среды. Представители царства грибов и бактерий демонстрируют гораздо большую точность в прогнозировании состояния окружающей среды, позволяют определить не только химическое загрязнение, но и особенности физических характеристик исследуемых почв [4]. В связи с этим изучение биоиндикационной значимости микологических и микробиологических показателей (количественных и качественных) позволит выявить степень антропогенного воздействия на почвы городской среды.

Для городских почв (урбаноземов), а также для почв техногенных территорий неоднократно отмечался феномен накопления меланинсодержащих грибов [5, 6]. Возможно, что увеличение доли грибов темной окраски связано с известной устойчивостью некоторых видов к ряду загрязняющих веществ – радионуклидам, тяжелым металлам и другим. Преобладание в структуре популяций почвенных микромицетов форм с темноокрашенным мицелием (более 60–70 %) является показателем химического загрязнения почвы [3].

На сегодняшний день накоплено большое количество материалов, направленных на изучение микробиологической активности сельскохозяйственных почв, в то же время почвам городской зоны уделяется значительно меньше внимания, особенно на Дальнем Востоке России, в частности, в Хабаровске.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В рамках данной работы проведена оценка состояния урбанизированных почв различных функциональных зон при помощи эколого-трофических сообществ микроорганизмов на примере почв г. Хабаровска. Исследование качества почв города имеет большое значение для анализа современного состояния почв и тренда их развития в условиях антропогенного воздействия, а также является основой при проведении урбоэкологического мониторинга для создания комфортной окружающей среды.

Оценка микробиологического состояния почв позволяет оценить загрязнение почв, способность почв к самоочищению, формирование плодородия, привнесение свежего органического вещества.

Цель работы: оценить состояние урбанизированных почв различных функциональных зон при помощи эколого-трофических сообществ микроорганизмов на примере почв г. Хабаровска.

Задачи исследования:

1. Обоснование выбора точек отбора проб в функциональных зонах г. Хабаровска;
2. Оценка численности микроорганизмов по эколого-трофическим группам в функциональных зонах г. Хабаровска;
3. Оценка состояния микробных сообществ по коэффициентам минерализации и трансформации органического вещества;
4. Оценка состояния почв по степени обогащенности микроорганизмами.
5. Оценка численности и роли темноокрашенных микромицетов.

Научная новизна: получение новых знаний о состоянии микробиологических сообществ урбанизированных почв на территории г. Хабаровска.

Практическая значимость: коэффициент минерализации позволяет оценить формирование плодородия почв и установить участки территории, требующие ремедиации (реабилитации).

тации). Результаты работы позволяют оценить влияние микроскопических грибов на состояние окружающей среды и здоровье человека.

Карта фактического материала для отбора проб почвы показана на рис. 1.

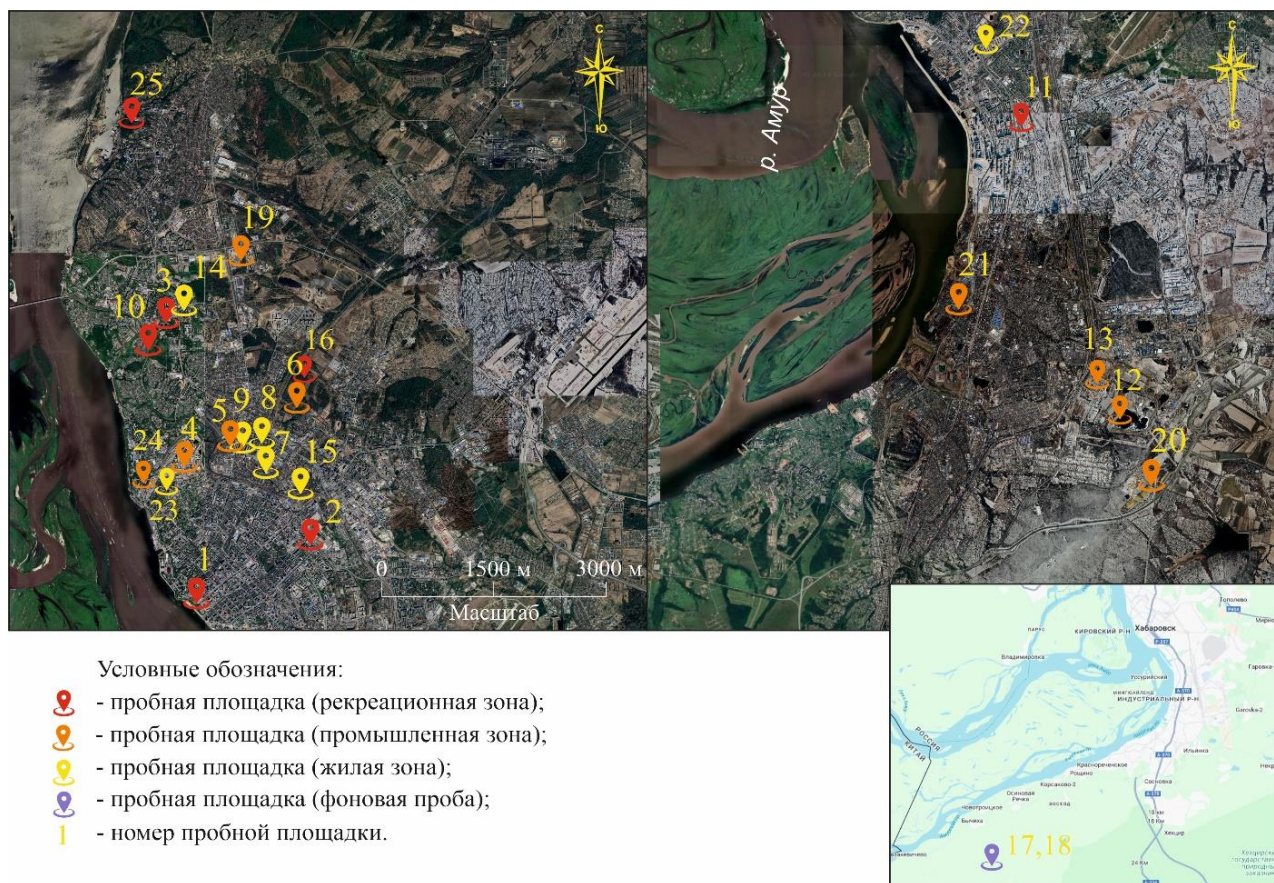


Рисунок 1. Карта фактического материала.

В качестве основного нормативного документа, регламентирующего порядок отбора проб почв, использовался ГОСТ 17.4.4.02-2017.

В работу были взяты три основные функциональные зоны города Хабаровска, а именно жилая, промышленная и рекреационная зоны. В ходе работы было проанализировано 25 пробных площадок, заложенных на территории функциональных зон г. Хабаровска.

Зеленые зоны парков были приняты в качестве рекреационных зон Хабаровска. Выбранные места отбора проб характеризовались довольно мощным нижним растительным ярусом, а также присутствием верхнего яруса типичных городских насаждений. Растительные сообщества характеризуются как эугемеробные.

Жилой зоной выступили зеленые зоны, прилегающие к жилым зданиям, а также к детским садам, школам. Также, как на и городских зонах рекреации, растительность жилых зон представлена эугемеробными сообществами [1].

Промышленная зона Хабаровска представлена территориями, подверженными активному антропогенному воздействию. Площадки для отбора проб почвы были выбраны на буферных озелененных зонах.

В таблице 1 представлена характеристика отобранных проб почвы, составленная по результатам полевого рекогносцировочного обследования, а также последующей лабораторной обработки.

В данной работе для определения числа микроорганизмов в почвах использовался классический метод Коха – определение количества клеток высевом на плотные питательные среды [2].

Таблица 1. Перечень исследованных пробных площадок.

№ пробы	Местоположение	Дата, время отбора	Метеорологические условия			
			Облачность	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Скорость ветра, м/с
Рекреационная зона						
1	Парк Муравьева-Амурского	16.06.22, 13:35	Солнечно	25	43	2.5
2	Парк Динамо	16.06.22, 15:05	Солнечно	26	41	3
3	Парк Северный (освоенная часть)	16.06.22, 16:50	Солнечно	26	38	3
10	Парк Северный (неосвоенная часть)	05.05.23, 10:50	Малооблачно	10	40	3
11	Парк им. Гагарина	06.05.23, 12:05	Солнечно	12	54	1
25	Парк окружного дома офицеров	04.09.24, 14:00	Солнечно	20	50	1
16	Питомник им. Лукашова, сад	27.06.24, 15:00	Солнечно	25	60	1
Промышленная зона						
4	НПЗ, ул. Металлистов	22.06.22, 18:25	Солнечно	27	60	3
5	СК «Галактика», Чехова, 22	22.06.22, 19:45	Солнечно	23	61	3
6	Питомник им. Лукашова, захламление	22.06.22, 20:30	Солнечно	23	60	3
12	Золоотвал ТЭЦ-3	05.05.23, 16:00	Малооблачно	13	40	1
13	Птицефабрика, ул. Северная, 8	05.05.23, 14:25	Малооблачно	12	40	2
19	Балтика, подветренная сторона	27.06.24, 12:00	Солнечно	22	60	1
21	Судостроительный завод	04.09.24, 12:00	Солнечно	19	47	3
24	Район между ТЭЦ-2 и заводом Дальдизель	04.09.24, 12:30	Солнечно	19	50	1
20	Свалка, р-н с. Ильинка	04.09.24, 14:25	Солнечно	19	50	1
Жилая зона						
7	Чехова, 1а	27.06.22, 19:40	Солнечно	24	63	1.5
8	Большая, 95а	27.06.22, 20:15	Солнечно	22	71	1.5
9	Чехова, 22	27.06.22, 20:45	Солнечно	21	70	1.5
14	Тихоокеанская, 158	08.05.23, 12:40	Солнечно	17	50	2
15	Ким Ю Чена, 45а	11.05.23, 12:00	Малооблачно	16	42	3
22	65-летия Победы, 1/5	04.09.24, 13:00	Солнечно	19	50	1
23	Забайкальская, 5	04.09.24, 12:00	Солнечно	19	47	3
Фон						
17	Район с. Бычиха	27.06.24, 11:00	Солнечно	20	60	1
18	Район с. Бычиха	27.06.24, 11:00	Солнечно	20	60	1

Результаты количественного определения микроорганизмов, проведенного по методу Коха, выражают в колониеобразующих единицах (КОЕ), содержащихся в 1 грамме сухой почвы. Для культивирования микроорганизмов использовались 5 видов твердых питательных сред на агаре, а именно: рыбопептонный агар (универсальная для большинства видов аэробных бактерий, а также актиномицетов), среда Эшби (для культивирования азотфиксирующих бактерий), крахмал-аммиачный агар (в качестве универсальной среды для бактерий и актиномицетов), среда Чапека-Докса (для культивирования плесневых грибов) [2].

Для определения влажности почвы использовался классический весовой метод.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Результатами проведенных лабораторных исследований стали полученные значения количества колониеобразующих единиц азотфиксирующих бактерий, гетеротрофных аэробных бактерий, азотфиксирующих бактерий в условиях дефицита азота, актиномицетов и микромицетов на 1 грамм абсолютно сухой почвы (усредненные по трем повторностям), результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Численность КОЕ микроорганизмов.

№ пробы	km, млн КОЕ/г				km, тыс. КОЕ/г	
	Бактерии азотфиксаторы	Бактерии олигонитрофилы	Бактерии аммонификаторы	Актиномицеты	Микромицеты	
Рекреационная зона						
1	0.56	0.64	0.70	0.30	15.10	1.19
2	12.44	7.22	12.17	1.11	7.13	2.38
3	0.95	1.20	1.34	0.32	7.02	2.38
10	7.02	8.5	6.88	0.23	6.93	2.67
11	2.52	5.82	2.60	0.32	3.91	1.34
25	1.22	1.61	1.86	0.29	4.43	1.45
16	1.89	1.77	1.96	0.15	2.36	0.15
Промышленная зона						
4	1.88	1.03	3.6	0.96	7.71	3.72
5	3.31	4.27	7.86	0.28	5.51	2.48
6	1.68	1.30	3.59	0.18	1.89	0
12	1.24	10.28	8.57	0.51	7.37	3.85
13	2.40	7.78	4.28	3.11	29.79	21.84
19	21.45	5.57	5.80	0.15	3.09	2.04
21	7.23	5.23	4.71	1.49	0	0
24	9.07	8.92	7.29	0.93	1.48	1.48
20	3.64	0.6	2.01	0.51	4.5	2.76
Селитебная зона						
7	5.25	1.66	4.48	0.24	3.95	0
8	2.25	1.15	2.99	0.59	4.94	2.07
9	5.40	3.79	3.91	1.42	4.74	2.07
14	13.87	6.98	37.15	0.32	7.02	2.52
15	8.97	14.97	8.08	0.73	6.41	2.50
22	1.65	4.12	3.47	0.65	0.28	0
23	4.87	5.36	5.37	1.04	2.85	1.24
Фон						
17	0.58	0.65	1.39	0.13	4.58	0
18	1.56	0.96	0.95	0.17	3.00	1.95

Для оценки направленности микробиологических процессов, протекающих в агроэкосистемах, применяются коэффициенты минерализации ($C_{\text{мин}}$) и олигонитрофильности ($C_{\text{ол}}$). Их величины свидетельствуют о протекающих в почве процессах распада и выноса элементов питания в целом, так как фактически отражают направление энергетических потоков, обусловленных противоположными функциями почвенной микрофлоры. Коэффициент ми-

нерализации показывает степень развития амилалитической части почвенного микробиоценоза и, соответственно, ее активность в трансформации углеводов почвы и связывании минерального азота [3].

По результатам его расчета было выявлено, что в рекреационной зоне его значения наиболее приближены к единице, что свидетельствует о паритете между процессами синтеза и иммобилизации соединений азота. В промышленной зоне фиксируется разброс значений, не приближенных к единице. В селитебной зоне коэффициент более приближен к единице.

В селитебной зоне преобладают олигонитрофильные бактерии, что говорит о замедленных процессах минерализации, что опять же говорит о преобладании в почвах органической составляющей над минеральной.

Результаты расчета коэффициента трансформации органического вещества дополняют выводы о функционировании городских почв, сделанные на основании коэффициента Мишустина, так как, чем он выше, тем эффективнее протекают процессы разложения органического вещества. В селитебной зоне данный коэффициент достаточно высокий по сравнению с другими зонами, что говорит о высоком содержании органического вещества в почвах.

В соответствии со шкалой ориентировочной обогащенности, предложенной Титовой В.И., исследуемые пробы почвы оценивались по пяти степеням насыщенности почвы микроорганизмами, участвующими в переработке различного органического вещества почвы. Так как результат различается для разных сред, оценка проводилась по усредненному значению. В целом для городских почв степень обогащенности почвы микроорганизмами бедная или средняя, а в фоновой пробе – очень бедная. Это связано с переувлажнением и высокой кислотностью природных дальневосточных почв.

При этом почвы рекреационной зоны в среднем имеют меньшую обогащенность по сравнению с почвами селитебной и промышленной зоны. Важно уточнить, что данная шкала была разработана для природных почв, и поэтому полученные результаты имеют большой разброс, так как на городские почвы имеют влияние множество факторов.

Так как по данным множества исследований выделение пигмента в окружающую среду микроскопическими грибами является защитным механизмом против воздействия на них тяжелых металлов, углеводов и ультрафиолета, было определено процентное содержание темноокрашенных микромицетов от общего количества. Наибольшее количество пигментированных грибов сконцентрировано в промышленной зоне. Кроме того, преимущественно в точке 12 – золоотвал, и точке 24 – р-н между ТЭЦ-2 и заводом Дальдизель. В точках, где преобладает загрязнение неорганическими в-вами, строительными и бытовыми отходами, их численность уменьшается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее благополучными по показателям баланса органоминеральных составляющих почвы являются почвы рекреационной зоны, а наименее – промышленной. Почвы селитебной зоны, являющиеся базисом городского озеленения, характеризуются преобладанием процессов минерализации или аммонификации, что связано с уплотнением почвенного покрова, загрязнением химическими веществами.

Почвы селитебной зоны г. Хабаровска наиболее подвержены антропогенному влиянию, нежели почвы рекреационной зоны, и это влияние отражается в первую очередь на микробиоте почвы, а затем на ее растительности. При этом состояние их плодородия очень важно в городской инфраструктуре, так как именно они обеспечивают озеленение города. Для повышения плодородия почвы и улучшения ее продуктивных характеристик необходимо принятие ряда мероприятий, заключающихся в подсыпке гумусового слоя, препятствии уплотнению почвы и ее пересушиванию или переувлажнению, борьбе с засорением почв отходами.

Выявлены нарушения экологического состояния территории в точках № 13, 14, 21, 24, так как зафиксировано высокое содержание темноокрашенных микромицетов и актиномицетов, а также гетеротрофных бактерий, что открывает поле для дальнейших исследований

данных почв, в частности, возможности их рекультивации и восстановления в рамках улучшения качества городской среды.

Данная работа может иметь прикладное значение при оценке экологического состояния городской среды, а также при планировании градостроительной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Росликова В.И., Матвеев Т.И.* Урбанизированные почвы Приамурья (на примере города Хабаровска) / под ред. Б.А. Воронова, В.Н. Ознобихина. Институт водных и экологических проблем, Тихоокеанский государственный университет. 2019. 231 с.
2. *Сэги Й.* 1983. Методы почвенной микробиологии. Издательство Колос, Москва, Россия. 253 с.
3. *Тимова В.И., Козлов А.В.* Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: Научно-методическое пособие. 2012.
4. *Стома Г.В., Манучарова Н.А., Белокопытова Н.А.* Биологическая активность микробных сообществ в почвах некоторых городов России / Почвоведение. 2020. № 6. С. 703–715.
5. *Beroigui M., Naylo A., Walczak M. et al.* Physicochemical and microbial properties of urban park soils of the cities of Marrakech, Morocco and Toruń, Poland: Human health risk assessment of fecal coliforms and trace elements // Catena. 2020. V. 194. P. 104673.
6. *Ivashchenko K., Ananyeva N., Sushko S. et al.* Fungal and bacterial respiration in Urban Technosols vs. Natural Soils // Green Technologies and Infrastructure to Enhance Urban Ecosystem Services. Springer Geography, 2019. P. 88–99.

ASSESSMENT OF THE STATE OF MICROBIAL COMMUNITIES IN URBANIZED SOILS

O.A. Barkhatova

Institute of Water and Environmental Problems, Far Eastern Branch of the
Russian Academy of Sciences, Khabarovsk

The assessment of the microbiological state of soils makes it possible to assess soil contamination, the ability of soils to self-purify, form fertility, and introduce fresh organic matter, and is the basis for urban environmental monitoring to create a comfortable living environment. The predominance of the organic component over the mineral component in the soils of the residential zone was revealed, as well as the predominance of oligonitrophilic bacteria, the degree of soil enrichment with microorganisms is higher than in natural soils.

Keywords: ecology of microorganisms, soil microbiota, mycoindication.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНЫХ
ФИТОЦЕНОЗОВ ПОЧВЕННОГО СТАЦИОНАРА ФАКУЛЬТЕТА ПОЧВОВЕДЕНИЯ МГУ
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

С.А. Борисова, М.М. Карпухин, В.В. Демин, М.С. Кадулин
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

В настоящей работе дается характеристика современного функционирования лизиметров Почвенного стационара МГУ. Охарактеризованы произошедшие изменения в составе вертикального внутрипочвенного стока в условиях разных модельных фитоценозов. Показано, что по прошествии 60 лет с момента заложения эксперимента отмечаются значимые отличия в составе лизиметрических вод под паром и древесными насаждениями.

Ключевые слова: состав лизиметрического стока, вынос элементов.

ВВЕДЕНИЕ

Лизиметрические исследования прежде всего имеют большое значение для изучения процессов почвообразования. Метод лизиметрии получил большое развитие благодаря работам Вельбея Б.М., Баракова П.Ф., Геммерлинга В.В., Шиловой Е.И., Кауричева И.С., Пономаревой В.В. Фундаментальным применением лизиметрический метод не ограничивался и широко использовался в агрохимических исследованиях: в системе «почва – растение – удобрение», исследованиях водопотребления, водообеспеченности культурных растений, эффективности агромелиоративных мероприятий. В настоящее время лизиметры разных конструкций находят применение в исследованиях экологической направленности, в частности, для изучения миграции радионуклидов, тяжелых металлов [12, 13]. Лизиметрический метод до сих пор остается безальтернативным методом изучения массопереноса влаги и транспорта растворенных веществ в почве [11].

Изучение лизиметрического стока в условиях модельных фитоценозов почвенного стационара МГУ было начато в 1967 году, спустя 2 года с момента закладки лизиметрической установки [2]. Работы включали наблюдение за вертикальным внутрипочвенным стоком, составом фильтрующихся вод, учетом продуктивности лесных насаждений лизиметрических площадок [2, 3, 4]. Данными исследованиями, которые методично проводились в течение 20 лет, было показано отсутствие значимых различий в составе лизиметрических вод в условиях различных фитоценозов [4]. Такие результаты объяснялись определяющим влиянием почвообразующей породы на состав вод на начальных этапах почвообразования при еще незначительном влиянии лесных посадок ввиду их малого возраста.

В настоящей работе предпринята попытка проанализировать основные изменения, произошедшие с момента опубликования результатов предшествующих работ, и привести современную характеристику состава и объема вертикального внутрипочвенного стока стационарных лизиметров МГУ. Предыдущие исследования на почвенном стационаре в основном включали характеристику химического состава вод, который не всегда достаточно информативен в отношении миграции компонентов в почве, поэтому дополнительной важной информацией является оценка выноса компонентов с лизиметрическим стоком (мг/м^2) [1, 4]. Справедливо отметить, что для лизиметров почвенного стационара данные оценки уже приводились в работе Первой Н.Е. и Егорова Ю.В. (2012) и были представлены в интегральном виде за 1967–2000 гг. для некоторых элементов [8]. Тем не менее, современная оценка представляется необходимой в аспекте мониторинга и приводится в данной работе.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на лизиметрах Почвенного стационара факультета почвоведения МГУ. Объектом исследования были лизиметрические воды, формирующиеся в условиях разных модельных фитоценозов и исходно однородной минеральной матрицы. Пло-

щадки лизиметров характеризуются паром и рядом модельных фитоценозов, представленных травяной залежью, зарастающей залежью, широколиственными, смешанными и еловыми насаждениями. Фитоценоз травяной залежи составляют пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), вейник наземный (*Calamagrostis epigeos* (L.) Roth.), овсяница красная (*Festuca rubra* L.) и луговая (*Festuca pratensis* Huds.), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.). На площадках зарастающей залежи развит кленовый и дубовый подрост, встречаются занесенные виды черемухи (*Prunus padus* L.), рябины (*Sorbus* L.), ясеня (*Fraxinus* L.), шиповника (*Rosa* L.) и других растений [5]. Широколиственные насаждения представлены преимущественно кленом (*Acer platanoides* L.) и дубом (*Quercus robur* L.). Состав смешанных насаждений представлен кленом, дубом и елью (*Picea abies* (L.) H. Karst), среди которых преобладает ель, к настоящему моменту почти полностью вытеснившая лиственные породы. В составе еловых насаждений ель абсолютно преобладает. Таким образом, в процессе развития экосистем площадок с лизиметрами смешанные и еловые насаждения стали практически неотличимы [9]. Бункеры лизиметров заполнены покровным суглинком, который обнаруживает некоторые признаки преобразования растительностью по прошествии 60 лет. В настоящее время маломощные почвы бункеров лизиметров характеризуются сформированными подстилками, маломощными гумусово-аккумулятивными горизонтами (до 10 см) и тенденцией к формированию переходных горизонтов к породе [5, 6, 10].

Определялись состав и объем лизиметрического стока. Наблюдение за составом лизиметрических вод велось с апреля 2022 по март 2024 года. Содержание элементов (Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Cd, Ba, Pb) измеряли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (AAS-3). При малых концентрациях элементов применялся метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре Agilent 7500a ICP-MS. Для определения содержания в пробах общего углерода и азота использовался анализатор TOC-V_{CPN} марки Shimadzu. Содержание фторид-, хлорид-, нитрат- и сульфат-ионов измерялось на ионном хроматографе ICS-2000 марки Dionex. Определение гидрокарбонат-ионов производилось химическим методом в соответствии с ГОСТ 31957-2012 (титрование 0.1 н раствором HCl до pH 4.5). Также, определяли pH и электропроводность лизиметрических вод: на портативном pH-метре отечественного производства модели pH-420 марки Аквилон и полевом портативном кондуктометре марки Hanna модели DIST 4, соответственно.

Регистрация объемов лизиметрического стока производилась в течение 6 месяцев, с октября 2023 года по март 2024 года. Частота измерений варьировалась в зависимости от скорости стока: каждые 1–2–3 дня. В случае чрезмерно интенсивной инфильтрации (более 40 л/сут.) измерялась скорость поступления лизиметрических вод. Пробоотбор вод на анализ производился трижды в месяц: в начале, середине и конце месяца. Частота пробоотбора была продиктована необходимостью более детальной оценки выноса элементов с лизиметрическим стоком.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Сток лизиметрических вод в условиях всех площадок лизиметров одновременно отмечен в марте 2024 года. Ежемесячно (октябрь 2023 – март 2024) лизиметрический сток отмечался в условиях пара и травяной залежи. В условиях широколиственного леса поступления лизиметрических вод не наблюдалось только в ноябре 2023 года. Под зарастающей залежью сток, кроме марта, отмечался в январе 2024 года. Поступление лизиметрических вод в условиях еловых насаждений было диагностировано в октябре, ноябре 2023 года и марте 2024 года, в условиях смешанных – в октябре 2023 года и марте 2024 года.

Необходимо отметить, что в условиях травяной залежи зарегистрирован наибольший объем стока за исследуемый период (363 мм) (табл. 1). Этот участок является самым открытым среди представленных лизиметрических площадок, в его пределах затенение кронами минимально, ввиду чего обеспеченность осадками и запасами снега, потенциально трансформируемыми в лизиметрический сток, оказывается наибольшей.

За травяной залежью по величине объема стока следует чистый пар (145 мм). В условиях данных площадок существует некоторое удерживающее влияние крон соседствующих елей, в результате чего отмечаются меньшие запасы снега и, вероятно, меньшее количество поступающих атмосферных осадков на участке пара по сравнению с открытыми пространствами.

В условиях широколиственного леса и зарастающей залежи общий лизиметрический сток за исследуемый период составил 84 и 56 мм, соответственно. На данных участках влияние крон деревьев возрастает в сравнении с участками пара и травяной залежи. Дополнительное удерживание влаги может обеспечиваться лесными подстилками, обладающими достаточно большой влагоемкостью.

Столь малый и непостоянный сток в условиях древесных насаждений с существенным участием ели (8 мм под смешанными и 18 мм под еловыми насаждениями) наиболее вероятно обусловлен задерживающим действием крон, в результате чего меньшее количество осадков достигает поверхности почвы и трансформируется в лизиметрические воды. Кроме того, возможен корневой перехват влаги поверхностной корневой системой ели.

В исследованиях лизиметрического стока, проводимых Герасимовой Л.В., Первовой Н.Е. и Лобутевым А.П. на ранних этапах почвообразования, наибольший объем стока ежегодно отмечался под паром [3]. Наиболее вероятно, что такой результат был получен ввиду малого возраста еловых насаждений, не оказывавших значительного задерживающего воздействия крон деревьев на поступление атмосферных осадков на поверхность площадок.

Таблица 1. Поступление воды в приемники лизиметров (октябрь 2023 – март 2024), мм.

Месяцы	Пар	Залежь		Насаждения		
		травяная	зарастающая	еловые	смешанные	широколиственные
Октябрь	0.01	3.02	–	0.36	0.03	0.13
Ноябрь	16.13	60.07	–	0.02	–	–
Декабрь	29.70	34.33	–	–	–	1.33
Январь	16.91	14.93	4.51	–	–	1.23
Февраль	2.71	3.92	–	–	–	0.20
Март	79.61	246.41	51.31	17.17	8.06	80.87
Весь период	145.06	362.68	55.82	17.55	8.09	83.77

В отношении состава лизиметрических вод следует признать, что в предшествующих исследованиях Герасимовой Л.В., Первовой Н.Е. и Рыжовой И.М. (1989) значимых отличий в концентрации ведущих элементов под модельными фитоценозами и чистым паром в первые 20 лет наблюдений не обнаруживалось [4]. Аналогичные результаты опубликованы Первовой Н.Е. и Егоровым Ю.В. за период 2002–2006 гг. Приводимые в работах средние значения без статистических характеристик не позволяют оценить достоверность различий между лизиметрическими водами, формирующимися в условиях различных фитоценозов [8, 9]. Но определенная тенденция к большему содержанию ведущих биогенных элементов (Ca, Na, K, Mg) прослеживается в ряду пар – ельник – смешанный лес – многолетние травы – широколиственный лес [8].

В настоящее время установлены статистически значимые различия в составе вод под паром и древесными насаждениями (рис. 1). При этом фильтраты под паром и травяной залежью достоверно различаются лишь по содержанию кальция, калия и бикарбонат-ионов. Возможно, близость состава вод травяной залежи и пара связана с меньшей массой опада в условиях травяного фитоценоза относительно древесных насаждений и, соответственно, меньшим количеством биогенных элементов, выщелачиваемых в лизиметрические воды. Фильтраты, формирующиеся под зарастающей залежью, по составу приближаются к таковым в условиях широколиственных насаждений: во многом это обусловлено близостью состава пород деревьев (клен, дуб) и опада в условиях данных площадок, различающихся, главным образом, возрастом. Обращает на себя внимание высокое содержание макроэлемен-

тов в водах под смешанными и еловыми насаждениями. Во многом это связано с редким периодом инфильтрации, ее малыми объемами и более длительным взаимодействием растворов с твердой фазой почвы.

Лизиметрические воды характеризуются слабокислой реакцией среды. Необходимо подчеркнуть, что роль ведущих компонентов вод по-прежнему принадлежит кальцию и сульфат-иону [4]. Для макроэлементов во многом сохраняется последовательность по убыванию их концентраций при увеличении роли калия в составе лизиметрических вод: кальций > натрий > калий > магний [4]. Наряду с сульфат-ионом велика роль хлорид- и бикарбонат-ионов в составе вод. Таким образом, по составу лизиметрические воды на современном этапе почвообразования можно охарактеризовать как бикарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые в условиях пара и травяной залежи; хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые – в условиях зарастающей залежи, смешанного и широколиственного леса; в условиях ельника – как бикарбонатно-сульфатные калиево-натриевые.

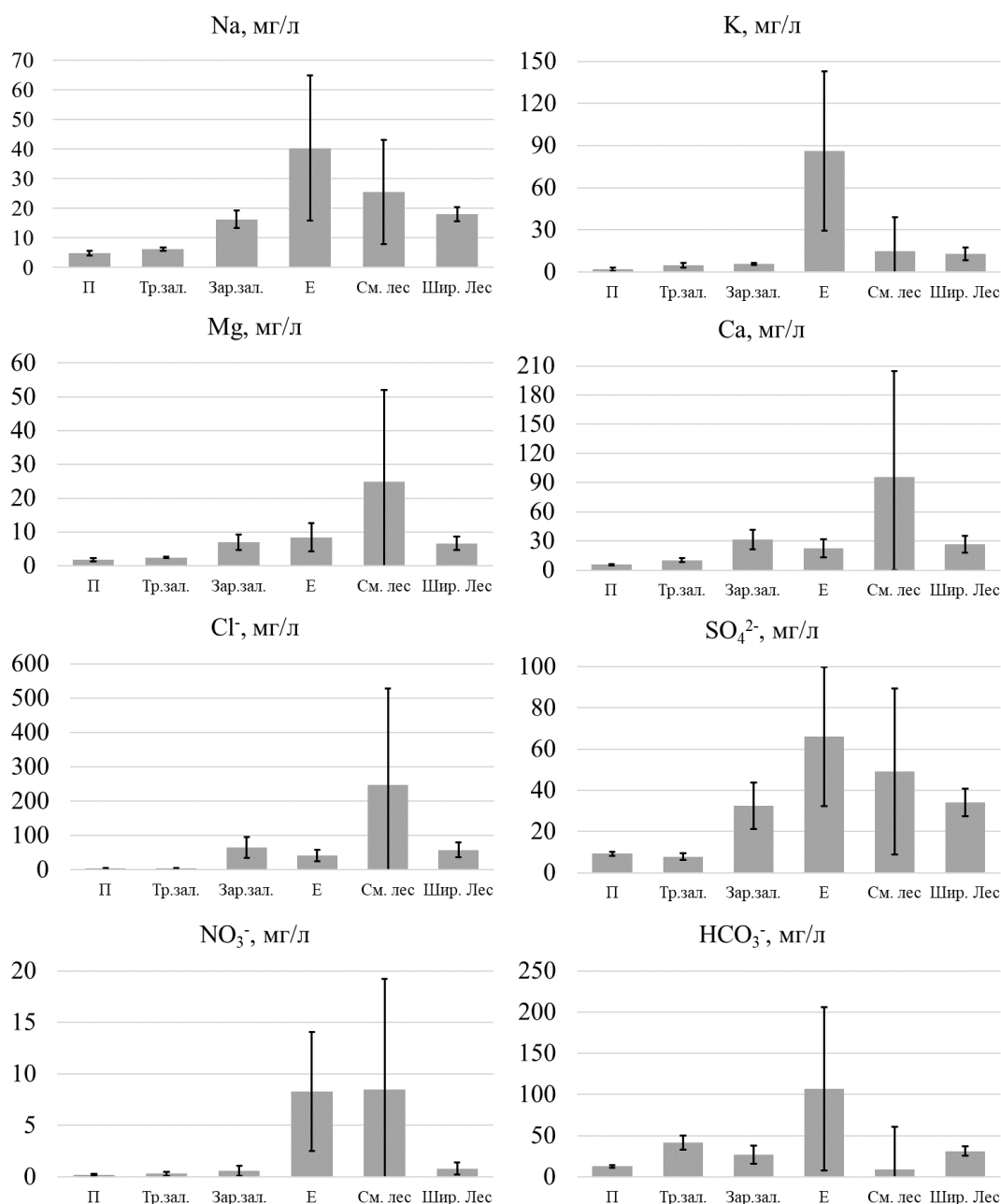


Рисунок 1. Средние концентрации ведущих макроэлементов и анионов в лизиметрических водах (апр. 2022 – мар. 2024) (среднее и доверительные границы среднего, мг/л). Примечания: П – чистый пар, Тр.зал. – травяная залежь, Зар.зал. – зарастающая залежь, Е – ельник, См. лес – смешанный лес, Шир. Лес – широколиственный лес.

Для интегральной характеристики выноса элементы были сгруппированы в соответствии с концепцией парагенезиса в группы: катионогенных элементов (Na, K, Ca, Sr, Ba), элементов-комплексобразователей (Al, Cd, Cr, Cu, Mg, Pb, Ti, V, Zn), переходных (Fe, Mn, Co, Ni) и анионогенных элементов (Si, C, S, P, N, As) [7]. Наибольший общий вынос элементов происходит в условиях травяной залежи (табл. 2). Вероятно, это обусловлено высокой интенсивностью процессов разложения опада. За травяной залежью по величине общего выноса элементов следует широколиственный лес, в условиях которого состав опада и его биомасса и высокая зольность определяют последующее значительное вовлечение элементов в лизиметрический сток. Вынос элементов в условиях пара по величине следует за широколиственным лесом и, вероятно, обеспечивается процессами выветривания на фоне минимального проявления иммобилизации элементов за счет биологических процессов. Малый вынос под смешанными и еловыми насаждениями обусловлен низкой интенсивностью процессов разложения опада и малыми объемами инфильтрации, возможной ролью корневого перехвата.

Все приведенные парагенетические группы элементов в наибольших количествах выносятся в условиях травяной залежи, что, вероятно, обусловлено большими запасами снега, высокой скоростью разложения растительных остатков и мобилизации зольных компонентов. Большой по сравнению с условиями фитоценозов вынос элементов-комплексобразователей, переходных и анионогенных элементов в условиях пара может свидетельствовать о преимущественной роли процессов выветривания в их мобилизации. Вынос этих элементов в условиях зарастающей залежи и древесных насаждений меньший, чем под паром, что может быть связано с их удерживанием в биологическом круговороте, закреплении в верхней части профиля в форме органоминеральных соединений, малым объемом лизиметрического стока.

Таблица 2. Вынос элементов под модельными фитоценозами и паром (мг/м²).

Группа элементов	Пар	Травяная залежь	Зарастающая залежь	Ельник	Смешанный лес	Широколиственный лес
Катионогенные	1543	3718	3442	381	3018	3712
Комплексообразователи	1045	1368	544	87	599	698
Переходные	600	664	43	9	6	118
Анионогенные	3230	4263	1859	362	363	2441
Суммарно	6418	10013	5888	839	3986	6969

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты наблюдений на лизиметрах с разными модельными фитоценозами свидетельствуют о значительно возросшей роли растительного покрова в формировании состава и объема лизиметрического стока. Наибольший сток наблюдается в условиях отсутствия задерживающего воздействия крон деревьев на поступление атмосферных осадков, на относительно открытых площадках с большими запасами снега. Наблюдаются существенно большее содержание ведущих биогенных элементов в лизиметрических водах, формирующихся под древесными насаждениями, по сравнению с травяными фитоценозами и паром. Величина выноса элементов, вероятно, обусловлена спецификой опада, скоростью его разложения и объемом инфильтрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатырев Л.Г., Кузнецов В.А., Бенедиктова А.И., Карпухин М.М., Телеснина В.М., Борисова С.А., Кадулин М.С., Глазман Г.Р., Ежелев З.С., Шнырев Н.А., Бибулатов С.А., Демин В.В. О сравнительном анализе состава лизиметрических вод в различных почвенно-растительных условиях // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2023. № 3. С. 50–64.

2. Винник М.А., Большев Н.Н. Первые итоги наблюдений в открытых лизиметрах // Почвоведение. 1972. № 4. С. 114–121.
3. Герасимова Л.В., Первова Н.Е., Лобутев А.П. О почвообразовании под различной растительностью на покровном суглинке в условиях 20-летнего лизиметрического опыта // Почвоведение. 1989. № 1. С. 24–30.
4. Герасимова Л.В., Первова Н.Е., Рыжова И.М. Миграция элементов в модельных биогеоценозах с различной растительностью на ранних стадиях почвообразования // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 1987. № 1. С. 24–29.
5. Глазман Г.Р., Богатырев Л.Г., Телеснина В.М., Земсков Ф.И., Бенедиктова А.И., Карпукхин М.М., Демин В.В. Структурная организация лесных подстилок в условиях стационарных насыпных лизиметров факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова // Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2022. № 3. С. 101–112.
6. Золотарев Г.В. Некоторые параметры биологического круговорота в модельных экосистемах почвенных лизиметров: автореф... дис. кан. биол. наук. М.: МГУ, 2006. 28 с.
7. Касимов Н.С., Лычагин М.Ю., Чалов С.Р., Шинкарева Г.Л. Парагенетические ассоциации химических элементов в ландшафтах // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2019. № 6. С. 20–28.
8. Первова Н.Е., Егоров Ю.В. Изучение миграции природных вод на модельных лизиметрах // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2012. № 1. С. 24–28.
9. Первова Н.Е., Золотарев Г.В. О некоторых итогах исследований на модельных лизиметрах почвенного стационара МГУ // Всероссийский журнал научных публикаций. 2012. № 4 (14). С. 12–15.
10. Савельев Д.В. Почвообразование в модельных экосистемах почвенных лизиметров: автореф... дис. кан. биол. наук. М., 2001. 24 с.
11. Умарова А. Б., Архангельская Т.А., Кокорева А.А., Ежелев З.С., Шнырев Н.А., Колупаева В.Н., Иванова Т.В., Шишкин К.В. Многолетние исследования физических свойств почв в больших лизиметрах МГУ: основные итоги первых 60 лет (1961–2021) // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2021. № 3. С. 4–20.
12. Du L., Cuss C.W., Dyck M., Noernberg T., Shotyck W. Size-resolved distribution of trace elements in lysimeter soil solutions under contrasting long-term agricultural management to assess their bioavailability // Science of the Total Environment. 2024. V. 924. 171590.
13. Liu W., Li Y., Yu H., Saggar S., Gong D., Zhang Q. Distribution of ¹³⁷Cs and ⁶⁰Co in plough layer of farmland: Evidenced from a lysimeter experiment using undisturbed soil columns // Pedosphere. 2021. V. 31. I. 1. P. 180–190.

CHARACTERISTICS OF LYSIMETER WATERS UNDER MODEL PHYTOCENOSSES OF THE SOIL STATION, SOIL SCIENCE DEPARTMENT OF LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY

S.A. Borisova, M.M. Karpukhin, V.V. Demin, M.S. Kadulin

Lomonosov Moscow State University

In this paper the current functioning of lysimeters of the MSU Soil Station is characterized. The changes in the composition of lysimeter waters under conditions of different model phytocenoses are given. The results of observations on lysimeters with different model phytocenoses indicate a significantly increased role of vegetation cover in formation of the composition and volume of lysimeter water infiltration. There is a significantly higher content of leading elements in lysimeter waters formed under tree plantations compared to those of grass phytocenoses and fallow. The value of element removal is caused probably by the specifics of the fall, its decomposition rate and infiltration volume.

Keywords: composition of lysimeter waters, element removal.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЗАПАДИН
НА ТЕРРИТОРИИ ТРУБЧЕВСКОГО ОПОЛЯ

Е.А. Государева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Были закартированы и классифицированы западины на территории Трубчевского ополя в Брянской области. После этого была проведена статистическая обработка, и предложена модель, которая показала большую точность при описании распределения площадей западин. Связи между типом западин и размером обнаружено не было. Распределения западин размером от 0.4 до 3 га описываются одним уравнением.

Ключевые слова: западины, степенное распределение, фрактал, ГИС.

ВВЕДЕНИЕ

Фракталы как математический объект и как модель физических объектов были описаны относительно недавно – в 1982 году. В своей книге «The Fractal Geometry of Nature» Бенуа Мандельброт описал множество примеров, где естественные географические объекты подчинялись бы степенным законам [5]. В частности, в этой работе было показано, что размеры лунных кратеров и распределение высот горных вершин подчиняется степенным законам. Подобного рода замечания были и до Мандельброта – например фрактальной сущностью природных объектов объясняется парадокс Ричардсона [6] (масштаб измерений обратно пропорционален общей длине всех отрезков) и законы Хортон и Шейдеггера [4] (количество и длина речных притоков разных порядков следуют степенным зависимостям).

Модели фракталов позволяют количественно оценивать масштабную инвариантность и нерегулярность пространственных объектов через фрактальную размерность [1, 2, 3]. Это существенно расширяет возможности моделирования и анализа геосистем, так как фрактальные закономерности отражают универсальные принципы самоорганизации географического пространства.

В данном исследовании проводится попытка добавить к объектам, подчиняющимся фрактальным законам, ещё один – западины.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Западины – почти плоские, чаще округлые впадины в степной и лесостепной зонах. Имеют до десятков – сотен м в длину в несколько метров или доли метров в глубину, предположительно образовались в результате суффозии [8].

Растительность западин уже не единожды привлекала внимание ботаников вследствие своего уникального положения – они изолированы сельскохозяйственными угодьями от крупных естественных биогеоценозов, но при этом напрямую обработке не подлежат, что позволяет развиваться собственному биогеоценозу, в том числе и с многолетними травянистыми, и с древесными растениями. Кроме того, в ландшафтах ополей обеспеченность водой часто является лимитирующим фактором.

Милюков в своей работе [13] выделил несколько ополей, в том числе Трубчевское (N 52°37', E 33°40'), находящееся в Брянской области. Приведённая им карта была достаточно мелкомасштабной, поэтому для более точного выделения западин использовался Атлас Брянской области [4]. Скан атласа был геореференсирован, по нему была выделена зона Трубчевского ополя. Преобладающие почвы в ополье – серые и светло-серые лесные [11]. Полученный вектор был перенесён на Google Earth [12] – инструмент, позволяющий свободно получать снимки высокого разрешения.

Внутри этой зоны выделялись и атрибутировались западины. В связи с монотонностью работы, а также для лучшего понимания территории выделение происходило произвольным методом, когда на некой территории выделялись все западины, а переход на другую терри-

торию был обусловлен удобством и пониманием рельефа. Для проверки естественности объектов использовалась публичная кадастровая карта [14], на которой отмечены антропогенные объекты.

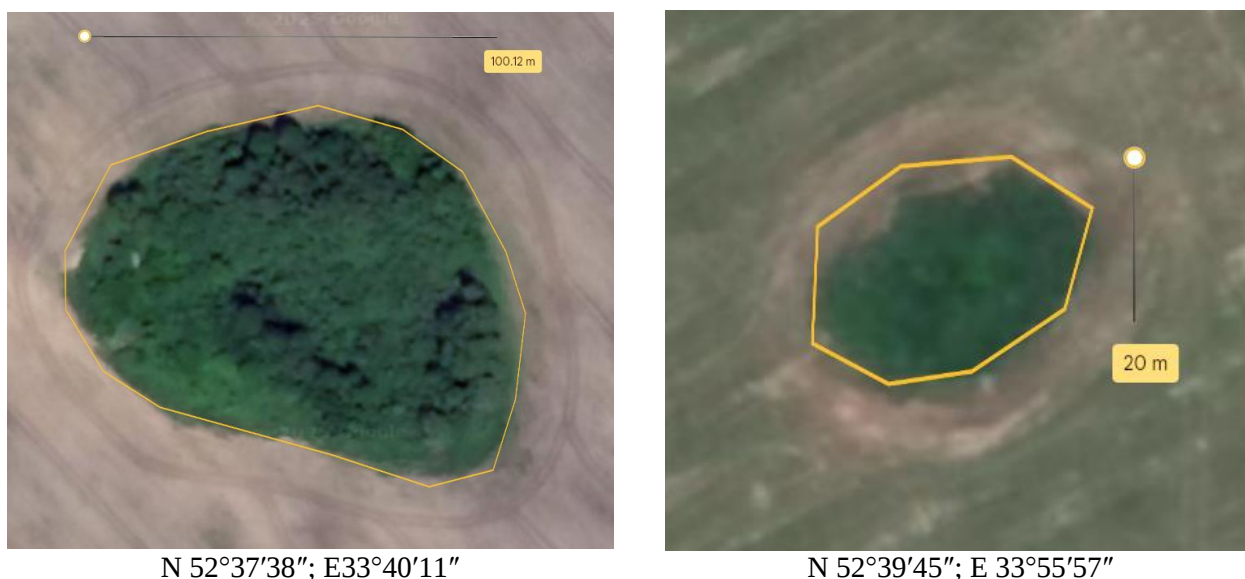


Рисунок 1. Примеры западин. Видно направление вспашки.

После выделения интересующих объектов, происходила проверка пропущенных объектов. Для это территория была проверена с севера на юг и с запада на восток квадратами, соответствующими разрешению экрана ЭВМ. В ходе проверки добавлялись пропущенные при основной работе западины.

На рис. 1 представлены примеры обведённых западин. На нём видно, какая инструментальная точность была достигнута в данном исследовании.

Графики строились, и статистическая обработка проводилась с помощью языка Python, библиотека seaborn (высокоуровневая надстройка matplotlib).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Классификация западин. Западины были классифицированы по размерам и присутствующей растительности. Растительность западин неодинакова, и её разнообразие было описано разными авторами [10, 15]. Мы воспользовались более простой классификацией, учитывающей лишь степень и характер их зарастания (рис. 2).

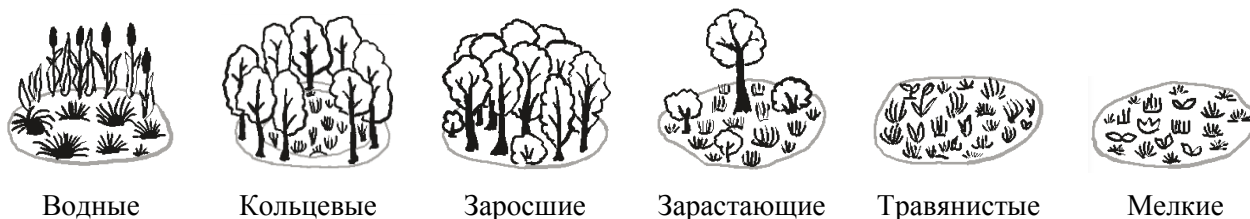


Рисунок 2. Классификация западин.

Водными называются западины с постоянным водоёмом любого размера, а также любое болото, так как выделение болот в отдельную категорию усложнило бы читабельность графиков.

Некоторые западины имеют строение, состоящее из нескольких поясов растительности – переувлажненный центр, заполненный травянистой растительностью, и по периметру – лесная растительность. Незамкнутость контура не является определяющим фактором, пока видна чёткая морфология и структурность, такие западины называются кольцевыми. Подобные кольцевидные лесные массивы могут называться «колки» [9].

Равномерно заполненные взрослой лесной растительностью западины называются заросшими, при этом видовой состав никак не фиксируется, а также допускаются небольшие незаполненные лесом участки.

Зарастающими считаются западины, в которых идёт процесс залесения – есть множество молодых деревьев. Предположительно, это может быть связано с ростом западины, когда условия для лесной растительности были созданы относительно недавно и деревья не успели вырасти.

Травянистые западины – луговины [15] – заполнены травянистой растительностью любого видового состава. Они могут содержать несколько одиноких деревьев или даже небольшую группу, но не наблюдается большое количество древесного молодняка.

В травянистых западинах также были выделены мелкие западины – они похожи на луговины, но при этом визуально ощущаются особенно неглубокими. Это может быть связано со многими факторами: например, иной породный состав изменяет водный баланс почв, и травянистая растительность там воспринимается по-другому. Возможно, они действительно менее глубокие – например, в одни года их перепахивают, а в другие – нет, или просто по природным причинам. В любом случае, так как визуально обычные луговины и мелкие различаются, и после разделения их количество сопоставимо с другими типами западин, в данном исследовании они объединены.

В категорию «другие» отнесены западины в лесных массивах, обычно выделяемые по высоте деревьев – они могут быть как выше, так и ниже, либо иметь ярко-выраженные отличия по видовому составу.

Следует отметить, что при первичном просмотре объекта сложно или невозможно различить между собой деревья и крупные кусты.

В западинах могут быть обнаружены серые лесные глеевые, глееватые, а также серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом.

КОЛИЧЕСТВО РАЗНЫХ ЗАПАДИН

Как видно на рис. 3, распределение количества западин носит явно выраженный негауссовский характер. Вне зависимости от типа западин, западин меньшего размера значительно больше, чем большего. Присутствует эффект «тяжелого хвоста» с правой стороны, что особенно чётко видно при сравнении разномасштабных графиков (до 1 га и до 3 га).

Видно, что наиболее часто встречающийся тип западин – заросшие, которые составляют примерно 80 % от общего количества. Количество травянистых, мелких и зарастающих западин практически одинаково и суммарно составляет 14 %. Кольцевых западин немного, всего 2 % от общего числа. Также очень немного водных западин – 3 %.

Данные можно представить не только в виде гистограммы, где показывается количество штук западин в зависимости от размера – они могут быть отображены в виде простой точечной диаграммы. При этом сначала производится сортировка точек по размеру, а потом – их нумерация от самой мелкой к самой крупной. Таким образом строятся диаграммы, где каждая точка описывается размером западины и её номером.

Вследствие того, что при алгебраическом отображении координат “хвост” с большими величинами будет гораздо менее информативным из-за большого расстояния между точками, логично применить логарифмирование [1–3].

График в логарифмических координатах (рис. 4) может быть аппроксимирован кусочно-линейной моделью, где каждому отрезку соответствует своя линейная функция.

График был визуально разделён на три части, и отдельно были удалены секции графика, которые находились в местах поворота (рис. 5). Таким образом, получилось три взаимно сменяющих друг друга тренда, которые с низкой дисперсией (максимальное среднеквадратическое отклонение – 0.07) описывают распределение западин.

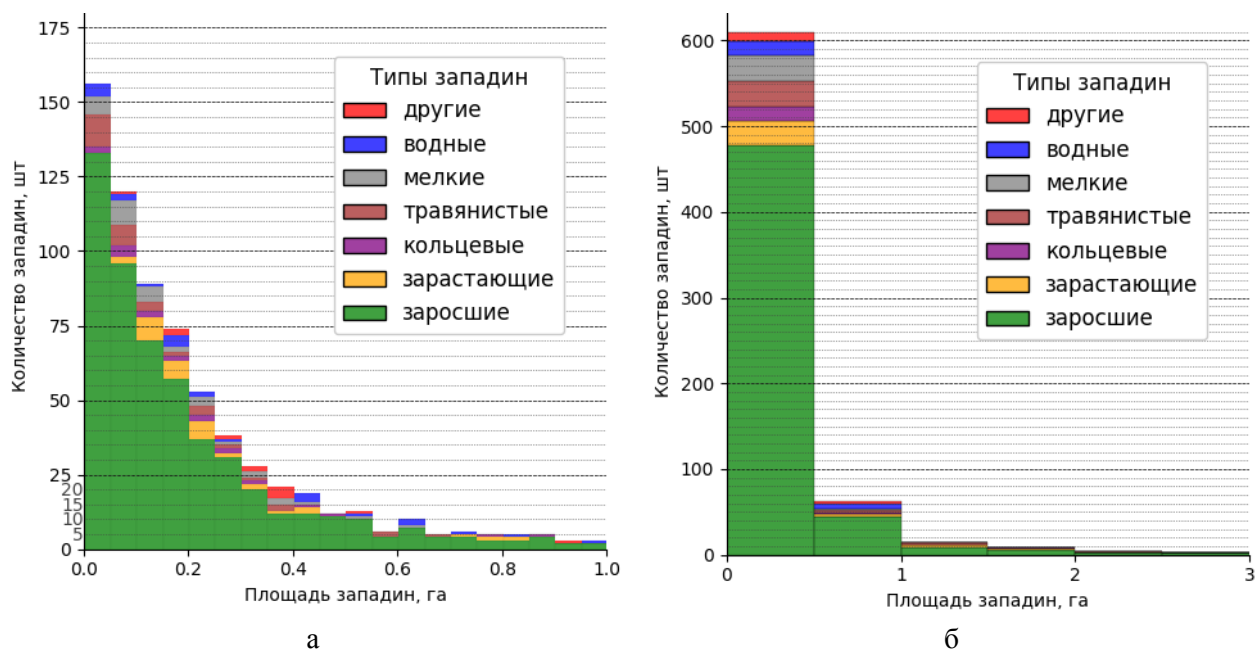


Рисунок 3. Зависимость количества западин от их размеров: а – площади 0–1 га, б – 0–3 га.

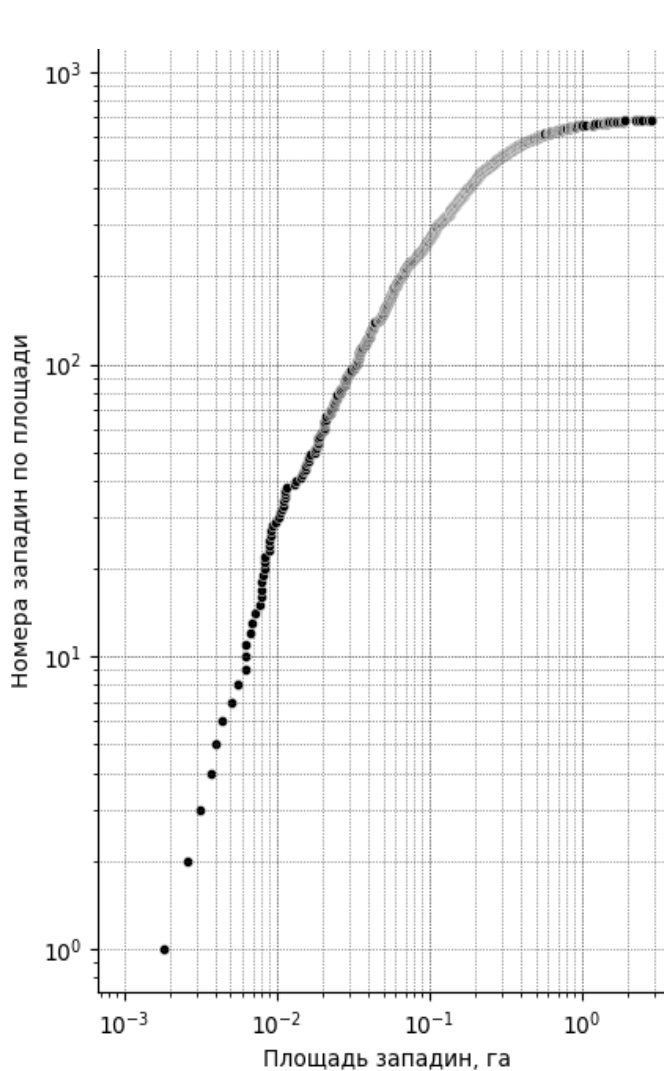


Рисунок 4. Зависимость номера западины от её площади, в десятичных логарифмических координатах.

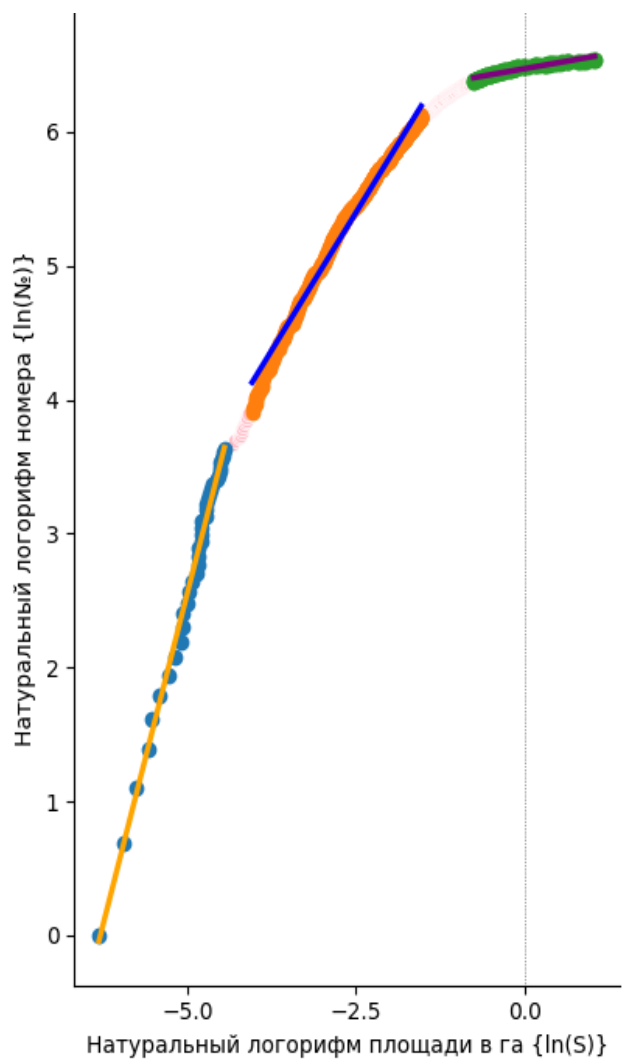


Рисунок 5. Зависимость логарифма номера западины от логарифма её площади, нанесены линии аппроксимации.

Таблица 1. Формулы аппроксимаций зависимости номера (№) западин от площади (S).

Размер	Размер, га	Формула, $\ln(N) = a \cdot \ln(S) + b$	Формула, степень $N = e^b \cdot S^a$	Коэффициент детерминации (R^2)
Мелкие	0.00–0.12	$\ln(N) = 1.98 \cdot \ln(S) + 12.45$	$N = 12.45 \cdot S^{1.98}$	0.90
Средние	0.12–0.43	$\ln(N) = 0.84 \cdot \ln(S) + 7.49$	$N = 7.49 \cdot S^{0.84}$	0.99
Крупные	0.43–3.00	$\ln(N) = 0.05 \cdot \ln(S) + 6.47$	$N = 6.47 \cdot S^{0.05}$	0.93

ВЫВОДЫ

1. Распределение размеров западин в Трубчевском ополье можно с высокой точностью описать серией определённых степенных функций. Таким образом, западины можно рассматривать в одном ряду с распределением размеров галактик, лунных кратеров, островов, облаков и речных притоков. Эта работа добавляет ещё один пример, когда природные географические объекты следуют единым законам масштабирования.

2. Несмотря на то, что в определении предполагается, что размер западины должен быть до 1 га, по-видимому, западины больших размеров (до 3 га) хотя и встречаются значительно реже, но также являются обычными западинами. Это можно утверждать вследствие того, что распределение размеров западин от 1 до 3 га подчиняется той же функции, что и распределение западин размером 0.4–1 га.

3. Произведена классификация западин, которая показала значительное преобладание западин с монотонным (однородным, гомогенным) растительным покровом: полностью заросших древесной (80 %) или луговой (10 %) растительностью.

4. Не обнаружено однозначной зависимости между размерами и типом западин. Растительный покров западины, по-видимому, зависит от иных, учтённых в исследовании факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ibáñez J.-J., Ramírez-Rosario B., Fernández-Pozo L., Brevik E.C. Land system diversity, scaling laws and polygons map analysis // *European Journal of Soil Science*. 2020. Vol. 71. P. [5–8]. DOI: [10.1111/ejss.13035].
2. Ibáñez J.-J., Ramírez-Rosario B., Fernández-Pozo L.F., Brevik E.C. Exploring the scaling law of geographical space: Gaussian versus Paretian thinking // *European Journal of Soil Science*. 2020. Vol. 71. P. [4–9]. DOI: 10.1111/ejss.13031.
3. Ibáñez J.J., Pérez-Gómez R., San José Martínez F. The spatial distribution of soils across Europe: A fractal approach // *Ecological Complexity*. 2009. Vol. 6. P. 294–301.
4. Horton R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology // *Geological Society of America Bulletin*. 1945. Vol. 56. № 3. P. 275–370.
5. Mandelbrot B.B. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. – New York: W.H. Freeman and Company, 1982. – 460 p.
6. Richardson L.F. The problem of contiguity: An appendix to statistics of deadly quarrels // *General Systems Yearbook*. 1961. Vol. 6. P. 139–187.
7. Атлас Брянской области / ред. карт: Е.В. Гладкова [и др.]. М.: ГУГК, 1976. 72 с. (С. 28–29).
8. Большая советская энциклопедия. В 30 т. Т. 9 / гл. ред. А.М. Прохоров. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1972. 624 с. Определение «западины» см.: с. 322.
9. Большая советская энциклопедия. В 30 т. Т. 12 / гл. ред. А.М. Прохоров. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1972. 632 с. Определение «колки» см.: с. 359.
10. Водорезов А.В. К вопросу о распространении и фациальном разнообразии урочищ-западин типа «степных блюдец» в северной части лесостепной зоны на примере Сараев-

- ского района Рязанской области // Вопросы региональной географии и геоэкологии: межвуз. сб. науч. тр. / РГУ им. С.А. Есенина. Рязань, 2008. Вып. 8. 182 с.
11. *Иванова Е.Н.* (ред.) Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. 224 с. С. 104–109.
 12. *Космоснимки с Google* [Электронный ресурс]: карты России. – Режим доступа URL: <https://earth.google.com> (дата обращения: 10.12.2024).
 13. *Мильков Ф.Н.* Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. 400 с.
 14. *Публичная кадастровая карта России* [Электронный ресурс] // Росреестр. URL: <https://pkk.rosreestr.ru> (дата обращения: 10.12.2024).
 15. *Шишов С.И.* География и почвенно-геохимические особенности урочищ западин в пределах Рязанской области // Вестник РГУ им. С.А. Есенина. 2010. № 3. С. 116–129.

STATISTICAL DISTRIBUTIONS OF THE SIZE OF DEPRESSIONS IN THE TERRITORY OF THE TRUBCHEVSKY OPOLE

Gosudareva E.A.

Lomonosov Moscow State University

The depressions on the territory of the Trubchevsky opole in the Bryansk region were mapped and classified. After that, statistical processing was carried out, and a model was proposed that showed greater accuracy in describing the distribution of the areas of the depressions. There was no relationship found between type of depression and its size. Depressions ranging in size from 0.4 to 3 hectares are described by one equation.

УДК 631.46

ИЗМЕНЕНИЕ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ И СЕРЫХ ПОЧВ НА СКЛОНАХ РАЗНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАСПАШКИ

К.С. Дуцанова

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино

Биомасса и функциональное разнообразие микробных сообществ исследованы в водораздельных, транзитных и аккумулятивных позициях катен заповедных черноземов на склонах северной и южной экспозиций и серых почв на склоне южной экспозиции (Grayic Faeozems, Chernic Chernozems), заповедника «Белогорье», и пахотных вариантов (Agric Faeozems, Agric Chernozems) за его пределами. Анализ дыхательной активности микробных сообществ почв в ответ на низкомолекулярные углеводные субстраты показал, что распахиwanie приводит к изменениям микробной биомассы отчасти. В агрочерноземах как северной, так и южной экспозиции оно не привело к сильным изменениям функционального разнообразия микробных сообществ, несмотря на общее снижение микробной биомассы. В агросерых почвах можно отметить некоторое снижение функционального разнообразия по сравнению с заповедными серыми почвами. Выявлена тенденция к сближению функционального разнообразия агрочерноземов и серых заповедных почв.

Ключевые слова: заповедные почвы, агропочвы, распашка, функциональное разнообразие.

ВВЕДЕНИЕ

Микробное сообщество имеет решающее значение для поддержания стабильности экосистемы почв. Длительная сельскохозяйственная деятельность может привести к существенным изменениям в ряде химических, физических и биологических свойств почвы и в общем состоянии здоровья почвы [15]. Функциональное разнообразие почвы является индикатором качества и здоровья почвы. Микробная биомасса может напрямую отражать уровень биоло-

Работа выполнена при поддержке РНФ, грант 22-68-0001

© К.С. Дуцанова, 2025

гической активности и функциональности в данной почвенной микросреде [12]. Микробная биомасса, ее метаболическая активность и функция почвенных микробов значительно изменяются при различных условиях землепользования [13]. Метаболическая активность микробных сообществ почв позволяет получить информацию о том, как почвы могут реагировать на различные нарушающие факторы. И поскольку знания о сообществе почвенной биоты и методах оценки их вклада увеличиваются, больше внимания следует уделять биологической роли и функциям почвы. Функциональное разнообразие почвенного микробного сообщества связывают со способностью микроорганизмов ассимилировать различные группы низкомолекулярных соединений [11]. Разработанная система MicroResp [8] с использованием колориметрической детекции микробного дыхания и автоматического планшетного ридера позволяет быстро оценить функциональное состояние микробной биомассы почвы.

Целью исследования являлось сравнение функционального разнообразия микробных сообществ заповедных и пахотных черноземов и серых почв на склонах северной и южной экспозиций.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на почвах заповедника «Белогорье» (Белгородская область). Были выбраны два участка заповедника: «Лес на Ворскле» и «Ямская степь», а также расположенные рядом с ними участки современной пашни. Почвы изучались в трех позициях катен: локальный водораздел – транзитная зона – аккумулятивная зона. Черноземы заповедные (Ч) и агрочерноземы (АЧ) были отобраны на склонах северной (СЧ и САЧ, соответственно) и южной (ЮЧ и ЮАЧ) экспозиций. Серые лесные почвы заповедные (СЛП) и агросерые (АС) отбирались на склоне южной экспозиции. На участках заповедника «Лес на Ворскле» и «Ямская степь» были подробно исследованы условия почвообразования [3, 5] и почвенного покрова. Отбор проб проводился в весеннее время, т.к. было показано, что функциональное разнообразие на уровне сообществ, микробная биомасса и индекс разнообразия Шеннона-Уивера имеет сильную корреляцию с показателями влажности в это время года [14].

На ключевом участке «Лес на Ворскле» на всех участках катены заповедных почв были развиты темно-серые почвы (Grayic Faeozems [4])) на лессовидных суглинках, толщина которых составляла здесь 5–10 м. Пахотные почвы в привершинной области локального водораздела и в транзитной зоне были представлены агросерыми абрадированными супесчаными почвами на лессовидных породах (Agric Faeozems). В аккумулятивной позиции катены были развиты агросерые агропроградированные легкосуглинистые почвы.

На ключевом участке «Ямская степь» на всех участках катены целинных почв были развиты черноземы миграционно-мицелярные мощные тяжелосуглинистые глубоко карбонатные, на карбонатных лессовидных суглинках (Chernic Chernozems [4]). В катене пахотных почв исследованы агрочерноземы сегрегационные мощные тяжелосуглинистые глубоко карбонатные на карбонатных (в аккумулятивной зоне – некарбонатных) лессовидных суглинках (Agric Chernozems [4]).

В исследуемых почвах были определены основные физико-химические показатели (гранулометрический состав, pH, содержание карбонатов и органического углерода) [2].

Микробная биомасса определялась методом субстрат-индуцированного дыхания (МБсид) с использованием пересчетного коэффициента 40.04 [1] и по содержанию фосфолипидов (МБфл) [6]. Количество фосфолипидов переводили в единицы углерода микробной биомассы, считая, что 190 нМ фосфолипидов соответствует 1 мг Сорг [10].

Для оценки функционального разнообразия микробных сообществ применяли метод мультисубстратного тестирования дыхательной активности (МСТ) микробных сообществ верхнего слоя почв (20 см) в микропланшетах [8]. Использовались следующие нтзкомолекулярные углеводные субстраты (pH = 6): L-изомеры аминокислот [15 mM]: глицин (Гли), аланин (Ала), аргинин (Арг), гистидин (Гис), серин (Сер), аспарагин (Асп), фенилаланин (Фен), лейцин (Лей), глутамин (Глу), лизин (Лиз) и цистеин (Цис)), соли карбоновых кислот [190 mM] (аскорбиновой (Аск_к) лимонной (Лим_к), молочной (Мол_к), уксусной (Укс_к), щавеле-

левой (Щав_к), янтарной (Янт_к), малеиновой (Мал_к), кетоглутаровой (Кет_к)) и простые углеводы [30 mM] (манноза (Ман), сахароза (Сах), арабиноза (Ара), фруктоза (Фру), мальтоза (Мал), глюкоза (Глю)). Итоговые концентрации соединений рекомендованы Дегенсом и Харрисом [9]. Дыхательную активность микробных сообществ рассчитывали в мкг С-СО₂/г почвы в час.

Статистическая обработка данных. Разнообразие Шеннона-Уивера определялось по респираторным откликам микробных сообществ (Excel) [7]. Для анализа сходств объектов использовали пермутационный многофакторный анализ Permanova (adonis2) в среде R (пакет vegan).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Гранулометрический состав почв в катенах черноземов и агрочерноземов на склоне южной экспозиции был довольно близким, с некоторой тенденцией к утяжелению в пахотных почвах, как и на склоне северной экспозиции. Гранулометрический состав на склоне южной экспозиции был тяжелее по сравнению с почвами склона северной экспозиции. Содержание карбонатов было на уровне 1–1.5 %.

Почвы в катенах серых и агросерых почв характеризуются легкосуглинистым гранулометрическим составом, при этом хорошо заметно возрастание содержания физической глины с глубиной.

Значения содержания Сорг на склоне северной экспозиции в верхних слоях заповедных почв варьировали в пределах 4.5–6.2 % вверх по катене. В пахотных черноземах величины были ниже в 1.5 раза. На склоне южной экспозиции максимальное значение Сорг в заповедных черноземах было от 5.5 % до 6.2 % вверх по катене, в пахотных – ниже в 1.3 раза.

Величины содержания Сорг в заповедных серых почвах в верхних слоях на водоразделе и аккумулятивной части склона были на уровне 2.7 %, в транзитной части несколько ниже, в агросерых почвах – достигало 1 % только в аккумулятивной части склона.

Значения pH черноземов на склонах как южной, так северной экспозиций находились в нейтральной области, но при этом отмечается тенденция возрастания значений pH в почвах в аккумулятивной зоне, как естественных, так и пахотных почв.

Заповедные серые почвы располагались в слабокислой области, близкой к нейтральным величинам – кроме транзитного участка, где pH был смещен в кислую область. В агросерых почвах значения pH варьировали от 4.5 до 5.3 от водораздела к аккумулятивной зоне катены.

Показатель C:N. В заповедных черноземах показатель C:N был на уровне 12 также на всех участках катен как на склоне южной, так и северной экспозиций. В агрочерноземах этот показатель составлял 13 на водоразделе, 20 в транзитной и 18 в аккумулятивной зоне на склоне южной экспозиции, на склоне северной экспозиции 14, 12, 12.5, соответственно.

В заповедных серых почвах были выявлены оптимальные значения соотношения C:N (10) и достоверно не различались на всех участках катены. В агросерых почвах показатель варьировал в пределах 8–10.

Микробная биомасса. В катене заповедных черноземов микробная биомасса постепенно уменьшалась вниз по склону, а в катене агрочерноземов значимо не различалась на разных участках катены как на склоне северной, так и южной экспозиции. Что говорит о устойчивости черноземов как системы. В большинстве случаев МБфл микробная биомасса почв на склоне северной экспозиции была выше, чем на склоне южной экспозиции на 20–40 %. В катенах заповедных черноземов МБфл была выше, чем в агрочерноземах как на склоне северной (в 1.9–3.9 раза), так и южной экспозиции (в 1.5–3.4 раза).

Различия МБсид микробной биомассы между заповедными и агрочерноземами составили: 2.2–4 раза на склоне северной экспозиции и 1.3–3.0 раза на склоне южной экспозиции.

В заповедной катене серых почв биомасса была близкой на водоразделе и в аккумулятивной части и значительно меньше в транзитной части катены. В катене агросерых почв микробная биомасса снизилась в 3.5 раза на водоразделе и в 2 раза – в транзитной и аккумулятивной позициях.

На рисунке 1 показаны абсолютные значения респираторных откликов микробных сообществ объектов. Можно отметить некоторые различия в респираторных откликах на разных геоморфологических позициях внутри катен, особенно серых почв. Было отмечено, что некоторые субстраты давали высокие отклики во всех исследуемых объектах: соли карбоновых кислот (Аск_к., Кет_к., Лим_к), а некоторые субстраты, отклики на которые также были высокими, но работали преимущественно на черноземах: глутамин из группы аминокислот, соли молочной и янтарной кислот, сахароза и фруктоза из группы углеводов. В целом можно отметить, что респираторные отклики микробных сообществ в серых заповедных и агросерых почвах были ниже, чем в черноземах.

Индекс разнообразия почвенных микробных сообществ Шеннона-Уиввера, рассчитанный на основе респираторных откликов, для заповедных, так и агрочерноземов был в пределах 2.5–2.8, что может свидетельствовать об однородности и стабильности черноземов, как системы. В агросерых почвах этот индекс был ниже (1.9–2.6), чем в заповедных серых почвах (2.3–2.7).

Анализ различий pairwise PERMANOVA (ADONIS) показал, что экспозиция не влияла на функциональное разнообразие в черноземах заповедных ($p = 0.117$), при этом она оказывала влияние на агрочерноземы ($p = 0.010$). При сравнении заповедных и пахотных черноземов подтверждаются данные физико-химических свойств почв и величин микробной биомассы, а именно сближение заповедных и агропочв как на склоне северной ($p = 0.014$), так и на южной экспозиции ($p = 0.011$). В серых почвах также заметно сближение по функциональному разнообразию заповедных и пахотных почв ($p = 0.005$). При этом можно отметить, что функциональное разнообразие заповедных серых лесных почв в большей степени имеет тенденцию к сближению с агрочерноземами, как северной ($p = 0.008$), так и южной экспозиции ($p = 0.003$). Анализ главных координат после пермутационного теста на основе данных функционального разнообразия и физико-химических свойств показал группирование объектов по их землепользованию, а также экспозиции склона.

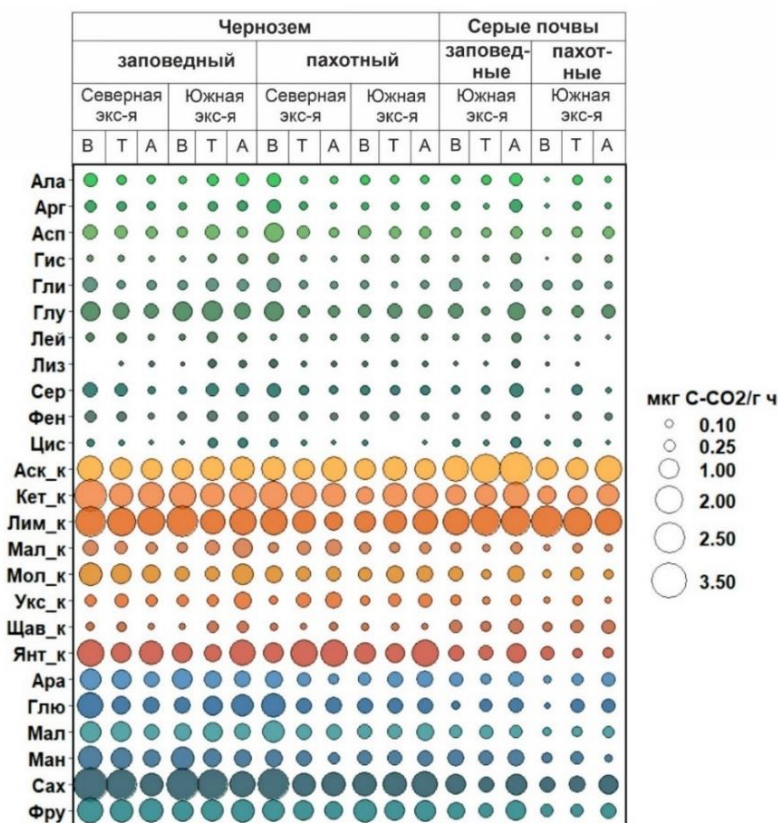


Рисунок 1. Респираторные отклики микробных сообществ в ответ на низкомолекулярные углеводные субстраты (мкг С-СО₂/г ч). В – водораздел, Т – транзитная зона и А – аккумулятивная зона катены.

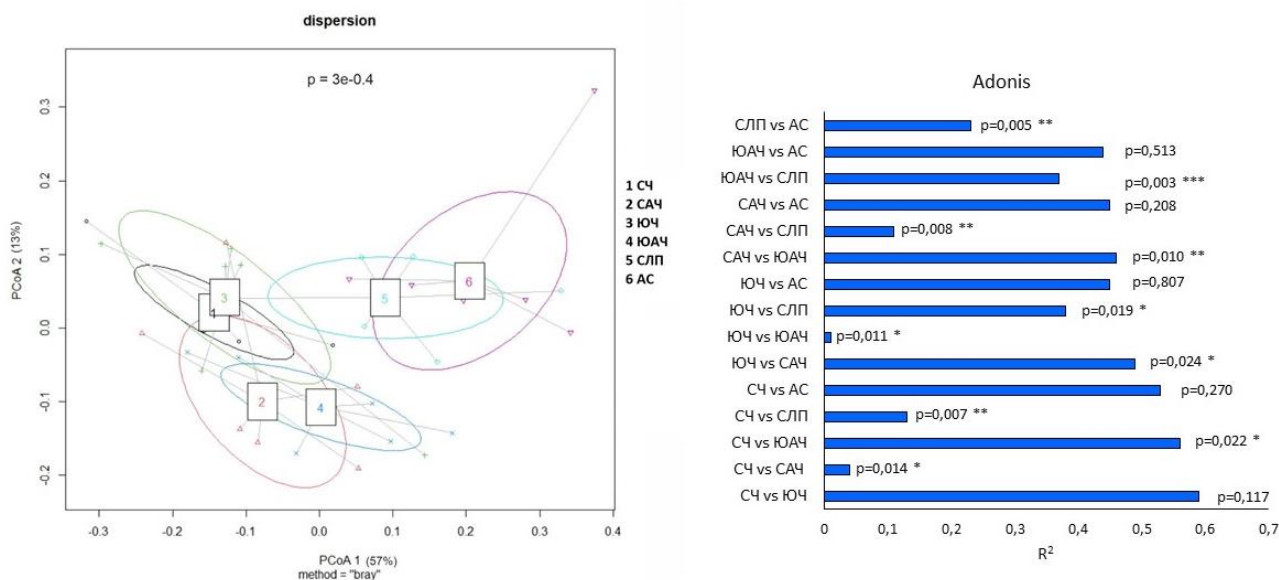


Рисунок 2. Метод главных координат (PERMANOVA) и pairwise PERMANOVA (ADONIS) функционального разнообразия микробных сообществ и некоторых почвенных характеристик (микробная биомасса, pH, Corg, содержание ила и физической глины) исследуемых объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов анализа функционального разнообразия микробных сообществ почв можно отметить, что распахивание отчасти приводит к его снижению. В пахотных черноземах как северной, так и южной экспозиции этот показатель нивелируется по катене и не сильно отличается от заповедных черноземов, несмотря на общее снижение микробной биомассы. В агросерых почвах можно отметить некоторое снижение функционального разнообразия по сравнению с заповедными серыми почвами на фоне, особенно на водоразделах и аккумулятивных участках. Анализ pairwise PERMANOVA (ADONIS) выявил некоторое сближение функционального разнообразия агрочерноземов и серых заповедных почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Орлинский Д.Б., Мякшина Т.Н. Методические аспекты определения скорости субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов // Почвоведение. 1993. № 11. С. 72–77. (Ananyeva N. D., Blagodatskaya E. V., Orlinskii D.B., Myakshina T.N. Methodological aspects of determining the rate of substrate-induced respiration of soil microorganisms // Eurasian Soil Science. 1993. № 11. P. 72–77.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
3. Касаткина Г.А., Федорова Н.Н., Русаков А.В. Почвы и почвенный покров заповедника «Белогорье» // Вестник СПбГУ. 2012. Вып. 1. сер. 3. С. 121–138.
4. Рабочая группа IUSS WRB. 2015. Мировая реферативная база почвенных ресурсов 2014, исправленная и дополненная версия 2015. Международная система почвенной классификации для диагностики почв и создания легенд почвенных карт. Доклады о мировых почвенных ресурсах № 106. ФАО, Рим. 216 с.
5. Русаков А.В. Почвенное разнообразие Ямской степи (заповедник «Белогорье», Белгородская область) по «Классификации и диагностике почв России» (2004 г.) / А.В. Русаков // Современные почвенные классификации и проблемы их региональной адаптации: материалы всероссийской научной конференции. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2010. – С. 33–37.
6. Хомутова Т.Э., Демкина Т.С., Борисов А.В., Шишлина Н.И. Состояние микробных сообществ подкурганых палеопочв пустынно-степной зоны эпохи средней бронзы (XXVII – XXVI вв. до н.э.) в связи с динамикой увлажнения климата // Почвоведение. 2017. № 2. С. 239–248.

7. Bonner M. T.L., Shoo L. P., Brackin R., Schmidt S. Relationship between microbial composition and substrate use efficiency in a tropical soil // *Geoderma*. V. 315. 2017. P. 96–103 2018 doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.11.026.
8. Campbell C.D., Chapman S.J., Cameron C.M., Davidson M.S., Potts J.M. A rapid microtiter plate method to measure carbon dioxide evolved from carbon substrate amendments so as to determine the physiological profiles of soil microbial communities by using whole soil // *Applied and Environmental Microbiology*. 2003. V. 69. P. 3593–3599.
9. Degens, B.P., Harris J.A. Development of a physiological approach to measuring the catabolic diversity of soil microbial communities. *Soil Biol. Biochem.* 1997. 29:1309–1320. doi:10.1016/S0038–0717(97)00076-X.
10. Findlay R. The use of phospholipid fatty acids to determine microbial community structure // *Molecular Microbial Ecology Manual*. 1996.4.1.4. H. 1–17.
11. Garland J.L., Mills A.L. Classification and characterization of heterotrophic microbial communities on the basis of patterns of community-level sole-carbon-source utilization // *Appl Environ Microbiol*. 1991. № 57. P. 2351–2359.
12. Ma Q.X., Wen Y., Wang D.Y., Sun X.D., Hill P.W., Macdonald A., Chadwick D.R., Wu L.H., Jones D.L. Farmyard manure applications stimulate soil carbon and nitrogen cycling by boosting microbial biomass rather than changing its community composition // *Soil Biology and Biochemistry* V. 144. 2020. № 107760. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.07.015>.
13. Song D., Dai X., Guo T., Cui J., Zhou W., Huang S., Shen J., Liang G., He P., Wang X., Zhang S. Organic amendment regulates soil microbial biomass and activity in wheat-maize and wheat-soybean rotation systems // *Agriculture, Ecosystems & Environment* V. 333. 2022. № 107974. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107974>.
14. Steinberger Y., Stein A., Dorman M., Svoray T., Doniger T., Rinot O., Gil E. A Sensitive soil biological indicator to changes in land-use in regions with Mediterranean climate // *Scientific Reports* V. 12. 2022. № 22216. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26240-9>.
15. Wenzel W.W., Duboc O., Golestanifard A., Holzinger C., Mayr K., Reiter J., Schiefer A. Soil and land use factors control organic carbon status and accumulation in agricultural soils of Lower Austria // *Geoderma* V. 409. 2022. P. 115595 doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115595.

CHANGES IN THE TROPHIC STRUCTURE OF MICROBIAL COMMUNITIES ON SLOPES OF DIFFERENT EXPOSURE UNDER THE INFLUENCE OF TILLAGE

K.S. Duschanova

Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of
Sciences, Pushchino

Biomass and functional diversity of microbial communities were studied in catenas of reserved chernozems on slopes of northern and southern exposures and gray soils on a slope of southern exposure (Grayic Faeozems, Chernic Chernozems), the «Belogorye Reserve», and arable variants (Agric Faeozems, Agric Chernozems). Analysis of the respiratory activity of soil microbial communities shows that tillage leads to changes in microbial biomass partially. In agrochernozems, it did not lead to extreme differences in the functional diversity of microbial communities, despite the overall decrease in microbial biomass. In agrogray soils, a decrease in functional diversity is noticeable. A tendency towards convergence of the functional diversity of agrochernozems and gray reserved soils was revealed.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СНЕГООТВАЛОВ НА ПРИМЕРЕ г. НОВОСИБИРСК

К.Н. Майбах, О.В. Белянская

Новосибирский государственный аграрный университет

В качестве исследовательской задачи авторами была поставлена цель, оценить влияние снегоотвалов на состояние почвенного покрова. Результаты исследований показали, что складирование снежных масс в черте города существенно влияют на свойства почвы. Особое внимание уделено анализу физико-химических свойств почвы. Выявлено подщелачивание почвенного раствора, снижение содержания гумуса, повышение концентрации нефтепродуктов.

Ключевые слова: снегоотвал, почва, содержание гумуса, нефтепродукты, реакция среды.

ВВЕДЕНИЕ

На большей части территорий России в связи с природно-климатическими условиями выпадает большое количество осадков в зимнее время. В черте городского ландшафта необходимо не просто создать комфортные условия для жителей, но и складировать снежные массы за пределами урбанизированной территории с учетом санитарных норм и правил. Для этой цели создают своеобразные природно-антропогенные объекты – снегоотвалы.

Новосибирск является крупнейшим мегаполисом страны за Уральским хребтом. И в зимний период, как и другие крупные города, он встречается с проблемой утилизации снега. Снежные массы, утилизированные с территории проезжей части, обычно содержат в своем составе различные твердые остатки и вредные химические вещества. С таянием снежных масс весь механический мусор остается на поверхности территории снегоотвала, а загрязняющие вещества вместе с талой водой проникают внутрь почвенного профиля.

Тема влияния складирования снежных масс на компоненты окружающей среды весьма актуальна. Так, в работах ряда авторов выявлено негативное влияние снегоотвалов на компоненты окружающей среды [4, 8, 11].

Актуальность наших исследований связана с необходимостью всестороннего изучения влияния снегоотвалов на элементы плодородия почв урбанизированных территорий для своевременного проведения природоохранных мероприятий.

Новизна исследований состоит в том, что в условиях городского ландшафта выявлено изменение свойств и режимов почв под влиянием складирования снежных масс.

Цель работы – изучить степень влияния размещения снежных масс на состояние почвенного покрова территории в г. Новосибирск. На основании цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать экологическое состояние объекта исследования.
2. Оценить изменение физико-химических свойств почв в условиях снегоотвалов.
3. Определить содержание нефтепродуктов в исследуемых почвенных образцах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является почвенный покров территории снегоотвала г. Новосибирска, расположенный на ул. Слюдянка (МКУ «ДЭУ «Советского района»).

Данный снегоотвал в эксплуатации находится более 10 лет. На территории отсутствуют водонепроницаемое дно, дренажная система для отвода талых вод и система для очистки талых вод. Площадка обвалована земляными валами. Зональная почва – чернозем выщелоченный. Мощность наносного слоя составляет в среднем 18.5 см. Территория сильно захламлена, присутствуют отдельные растительные формации (рис. 1). На данной территории были проведены полевые обследования. В соответствии с геохимической катеной были выделены следующие зоны геохимического стока талых вод: элювиальная (в начале стока), аккумуля-

тивная (в самой нижней части) [3]. В данных зонах были заложены почвенные разрезы и были отобраны почвенные образцы для диагностики почвенного покрова. С целью сравнения и получения выводов были взяты образцы почвы с прилегающей территории (фон), которая не подвергалась воздействию снегоотвала.



Рисунок 1. Территория снегоотвала.

В лаборатории рекультивации почв Института Почвоведения и Агрохимии СО РАН была проведена аналитическая работа по отобранным образцам.

В ходе работы использовались общепринятые в почвоведении методы и методики определения химических и физико-химических свойств почв [5, 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Остатки растений (корешки, листья) и гумус являются составляющими компонентами органического вещества почвы. Органическое вещество является основным признаком отличия почвы от горной породы. Его накопление напрямую зависит от деятельности организмов.

Понятие гумуса в Большой Российской энциклопедии трактуется следующим образом: «Гумус – динамичная система, состоящая из совокупности растительных и животных остатков, утративших черты анатомического строения и претерпевающих различные этапы разложения и синтеза; основная и важнейшая составляющая часть органического вещества почвы» [2].

Как известно, гумус определяет признаки и свойства почвы, такие как окраска, структура, водно-физические свойства, теплоёмкость, способность почвы противостоять природным и антропогенным воздействиям (буферность), ее микробиологическую активность, а главное плодородие почвы [7, 9]. Его состав богат всеми необходимыми элементами питания растений: азот, фосфор, сера, микроэлементы.

Гумус является показателем экологической устойчивости территории. Поэтому мониторинг гумусного состояния является приоритетной задачей в деле охраны и восстановления плодородия почв. Результаты исследований показали (табл. 1), что в условиях снегоотвалов происходит заметное снижение содержания гумуса. Потери в верхнем горизонте составляют более 60 % в аккумулятивной зоне и более 50 % в элювиальной. С глубиной содержание гумуса закономерно уменьшается.

Таблица 1. Содержание гумуса, %.

Зона	Глубина, см	Содержание гумуса, %
Фон	0–30	3.50
	30–70	1.51
	>70	0.66
Аккумулятивная	0–30	1.19
	30–70	0.92
	>70	0.65
Элювиальная	0–30	1.53
	30–70	0.80
	>70	0.75

Уменьшается поступление и в последующем отчуждение биомассы растений, поэтому происходит превалирование процессов минерализации над процессами гумификации, что ведёт к неизбежному снижению содержания органического вещества до нового уровня равновесного состояния.

Реакция почвенного раствора (рН) является одним из физико-химических свойств почв. От данного показателя зависят протекающие в почве процессы: накопление органического вещества, миграция веществ и их аккумуляция. Значение показателя оказывает большое влияние на минеральное питание растений, что в свою очередь сказывается на росте и развитии растений. Изменение реакции среды зачастую происходит в результате окультуривания почв и их нерационального использования, что приводит к смене характера почвообразования, деградации почв.

Аналитические данные (рис. 2) свидетельствуют о том, что в почве фоновой точки снегоотвала реакция среды близка к нейтральной (рН 6.8 в верхнем горизонте), данное значение характерно для чернозема выщелоченного. В аккумулятивной зоне и элювиальной показатель рН сдвигается в сторону подщелачивания, в элювиальной зоне до 8, а в аккумулятивной до 8.6.

Возможной причиной подщелачивания почвенного покрова является поступление в почву с поверхностным стоком хлоридов кальция и натрия, а также других солей, которые используют для посыпания дорог и тротуаров в зимнее время года. Другой причиной служит высвобождение соединений кальция из обломков строительных материалов, цемента, кирпича, имеющих щелочную среду.

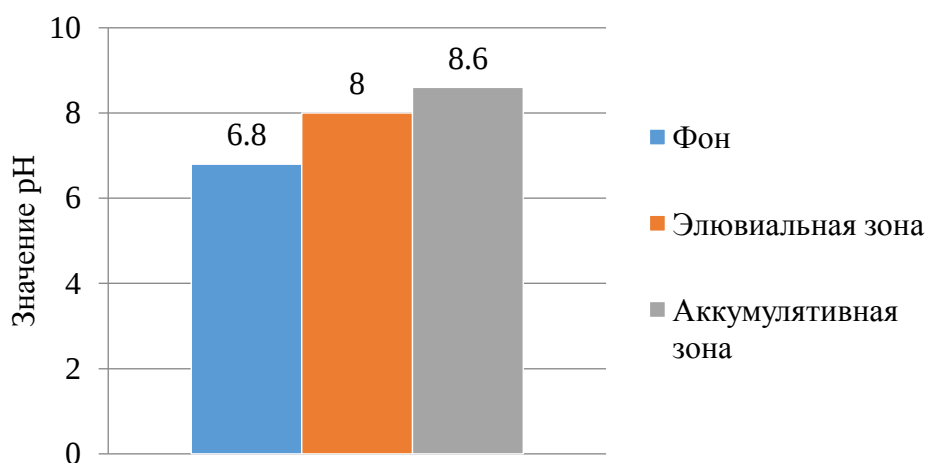


Рисунок 2. Реакция среды почвенного раствора снегоотвала с глубины 0–30 см.

Загрязнение почвы нефтепродуктами ведет к изменению физических, физико-химических, химических ее свойств, к снижению биологической активности микроорганиз-

мов. В ходе загрязнения почвы нарушается естественная аэрация из-за заполнения почвенных пор нефтепродуктами, в результате вытеснения почвенного воздуха, создаются анаэробные условия. Со временем постепенно продукты нефти просачиваются в толщу почвенного профиля, негативно влияют на рост и развитие растений [1, 6].

В ходе проведенных исследований в образцах снегоотвала были обнаружены нефтепродукты (рис. 3). Превышения по содержанию нефтепродуктов встречаются в верхних горизонтах почв объекта исследования. В элювиальной зоне содержание нефтепродуктов достигает 1830 мг/кг, в аккумулятивной 2432 мг/кг. В сравнении с фоном в элювиальной и аккумулятивной зонах содержание нефтепродуктов больше в 7.6 и 10.1 раза.

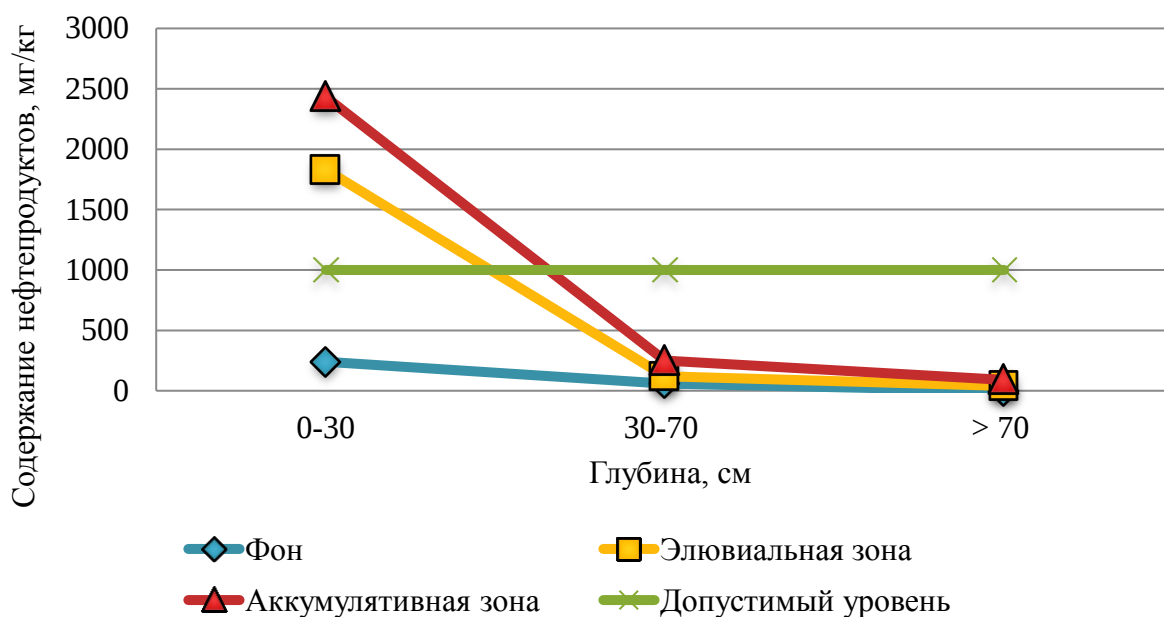


Рисунок 3. Содержание нефтепродуктов в почвенных образцах снегоотвала, мг/кг.

Нефть и нефтепродукты гидрофобные, и при соприкосновении с водой поднимаются на поверхность и создают пленку. Со временем концентрируются на поверхности почвенного покрова и вызывают «спекание» почвенной массы в верхних слоях. Данный процесс влечет за собой образование прочно сцементированных кусочков, между которыми возникают зоны повышенной фильтрации жидкости. В результате этого снижается барьерная роль таких горизонтов для загрязняющих веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований показали, что снегоотвал на территории города Новосибирска оказал негативное влияние на состояние почвенного покрова. По результатам полевых исследований было отмечено, что экологическое состояние объекта исследования существенно нарушено, территория снегоотвала захламлена. На поверхности почвы образовался значительный по мощности техногенный наносной слой (горизонт перекрытия). В условиях снегоотвала существенно трансформируется гумусное состояние почв. Отмечено смещение реакции среды в сторону подщелачивания и выявлено загрязнение почвы нефтепродуктами (уровень загрязнения в верхней части профиля в элювиальной и аккумулятивной зонах достигает среднего значения).

Почва является связующим звеном между породами, водой, атмосферным воздухом и биотой. Она незаменимый природный ресурс, который обеспечивает всё живое в пище и энергии. Поэтому важно следить за состоянием почвенного покрова и проводить мероприятия по сохранению её экологического состояния и степени плодородия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Байчаров Р.А.* Действие нефти и нефтепродуктов на свойства почв и продуктивность растений // *Е-SCIO*. 2020. № 2 (41). С. 143–148.
2. *Большая Российская энциклопедия*. Москва, 2007. Том 8. С. 157.
3. *Майбах К.Н.* Влияние складирования снежных масс на загрязнение почвенного покрова на примере снегоотвала, расположенного в Советском районе г. Новосибирск // *Экология России и сопредельных территорий: Материалы XXVI Междунар. экол. студ. конф.* / Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск: ИПЦ НГУ. 2023. С. 11.
4. *Носкова Т.В., Эйрих С.С., Овчаренко Е.А., Усков Т.Н., Папина Т.С.* Оценка влияния городских снегоотвалов на загрязнение малых рек и прилегающих территорий // *Известия АО РГО*. 2015. № 2. С. 10–15.
5. *Основы почвоведения: учебное пособие* / Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова, В.Г. Трегубова, А.В. Брикманс; ответственный редактор Б.Ф. Пшеничников. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021. 69 с.
6. *Середина В.П.* Загрязнение почв: учебное пособие. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. 346 с.
7. *Сиухина М.С., Быкова С.Л.* Методы почвенных исследований: учеб.-метод. пособие. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. 174 с.
8. *Тарасов О.Ю., Шагидуллин Р.Р., Юранец-Лужаева Р.Ч., Крапивина Н.Ю.* Городские снежные свалки как источник загрязнения поверхностных вод // *Георесурсы*. 2011. № 2. С. 31–34.
9. *Федащук Е.Д., Швец Т.В.* Значение гумуса в почвообразовании и плодородии почв Азово-Кубанской низменности // *Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского Гау*. 2017. том 1. С. 119–122.
10. *Фролова А.А., Анцелович М.Е.* Агрохимические методы исследования почв. Москва: Издательство Наука, 1965. 436 с.
11. *Stewart M., Holden A., Haverroen M. E., Ulrich A.C.* Quantification of hydrocarbon contaminants in meltwater and sediment in a city snow pile // *J. of Environmental Engineering*. 2013. V. 139(2). P. 295–301.

ASSESSMENT OF URBAN SOILS IN SNOWFALL CONDITIONS, USING THE EXAMPLE OF NOVOSIBIRSK

K.N. Maybach, O.V. Belyanskaya

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

As a research task, the authors set the goal to evaluate the impact of snow dumps on the state of the soil cover. The research results have shown that the storage of snow masses in the city significantly affects the properties of the soil. Special attention is paid to the analysis of the physico-chemical properties of the soil. Alkalinization of the soil solution, a decrease in the humus content, and an increase in the concentration of petroleum products were revealed.

Keywords: snowfall, soil, content of humus, oil products, medium reaction.

ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ И ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛКАХ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ
РГАУ-МСХА ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

П.Н. Мартынова, К.А. Шмакова, Н.Л. Каменных
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

В статье представлены результаты исследования валового содержания и подвижных форм тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Zn) в лесной подстилке дерново-подзолистых почв под разными древостоями (хвойные, лиственные, смешанные) в условиях Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Установлено, что слаборазложившийся горизонт подстилки преимущественно под хвойными древостоями аккумулирует Zn (валовое содержание до 435.2 мг/кг), Pb (валовое содержание до 68.0 мг/кг) и Cu (валовое содержание до 51.6 мг/кг), под лиственными древостоями накопление этих тяжелых металлов выражено слабее, валовое содержание Cd во всех образцах единообразно. Доля подвижных форм от валового содержания варьирует в горизонте A0' от 1.9 до 79.0 %, тогда как в A0'' от 6.0 до 37.2 %.

Выявлена зависимость трансформации тяжелых металлов от pH, степени разложения и состава подстилки. Полученные данные важны для оценки лесных подстилок в роли геохимического барьера, мониторинга антропогенного воздействия и прогнозирования миграции металлов в системе «подстилка–почва». Результаты исследования представляют практическую ценность для экологической оценки лесных экосистем в урбанизированных условиях.

Ключевые слова: лесная подстилка, тяжелые металлы, состав древостоя, слаборазложившийся горизонт, ферментативный горизонт.

ВВЕДЕНИЕ

Лесные подстилки представляют собой важный компонент лесных экосистем. Основная масса тяжелых металлов накапливается в лесной подстилке, выполняющей функцию геохимического барьера, препятствующего продвижению аэротехногенных загрязнителей в более глубокие слои почвы.

Лесная подстилка – неперенный атрибут (составная часть) лесных биогеоценозов. Она представляет собой органогенный горизонт на поверхности почвы, состоящий преимущественно из растительного опада, находящегося на разных стадиях разложения – от свежего материала до горизонтов с разной степенью разложения органического вещества [1, 3].

Изучение состава и свойств лесных подстилок – актуальное направление исследований, поскольку позволяет оценить роль лесных биогеоценозов на интенсивность и направленность процессов почвообразования в условиях крупного мегаполиса г. Москва. Городские леса играют критическую роль в депонировании тяжелых металлов, что подтверждается исследованиями Dimitrijević M. [7].

Целью исследования является изучение закономерностей аккумуляции и распределения Pb, Cd, Zn, Cu в подстилках дерново-подзолистых почв под древостоями разного состава на примере Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования выступили лесные подстилки дерново-подзолистых почв на постоянных пробных площадях, расположенных в 3, 4, 5, 7, 8 и 11 кварталах Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева под древостоями различного состава (рис. 1).

Отбор проб лесной подстилки осуществлен в летний период 2024 г. (июнь–июль) с помощью рамки 0.25×0.25 м в пятикратной повторности на каждой пробной площади с разделением на подгоризонты: A0' – слаборазложившийся, A0'' – ферментативный. Живой напочвенный покров (живые растения, мохово-лишайниковый покров) удалялся в процессе отбора образцов. Локализация точек пробоотбора соответствовала периферии проекции крон доминантных видов древостоев. Индивидуальные образцы лесной подстилки высушивали при комнатной температуре в течение трёх дней с последующим их разделением на фракции: ли-

стья, хвоя, ветви, шишки, ветошь (детрит), кора. Средний образец формировали пропорционально массовой доле каждого компонента [5].



Рисунок 1. Схема расположения исследуемых пробных площадей на территории Лесной Опытной Дачи (квартал и пробная площадь: 3/Е, 4/Н, 5/З, 7/Р, 7/Е, 8/Н, 8/О, 8/К, 11/М, 11/Е).

В рамках исследования выполнены следующие виды анализов: определение гигроскопической влажности весовым методом (ГОСТ 28268-89); максимальной гигроскопической влажности по стандартизированной методике; реакции почвенного раствора потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); потери при прокаливании (ГОСТ 11306-2013).

Определение тяжелых металлов проведено методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «Квант-2мт» («Квант-2м1»). Подвижные формы тяжелых металлов экстрагировали аммонийно-ацетатным буферным раствором (рН 4.8) в соответствии с РД 52.18.289-2022. Валовое содержание тяжелых металлов определялось в пробах после мокрого озоления пероксидом водорода и азотной кислотой в соотношении 1:5 (РД 52.18.685-2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Лесоводственно-таксационное обследование изучаемых кварталов показало, что пробные площади имеют разный состав древостоя. С целью выявления связей между физико-химическими свойствами лесных подстилок и составом древостоя была произведена группировка пробных площадей. Было выделено четыре группы древостоев. К первой группе относятся древостои, состоящие только из хвойных пород. Вторая группа представлена древостоем из чисто лиственных пород. Третья группа – смешанный древостой с преобладанием хвойных пород. Четвертая группа включает древостой смешанного состава с преобладанием лиственных пород [4, 6].

В таблице 1 показаны результаты определения мощности подгоризонтов лесной подстилки под различным древостоем.

Горизонт A_0' – слаборазложившийся горизонт, представленный свежими растительными остатками, включает хвойный опад, фрагменты коры, ветви, шишки, семена растений и другие фракции, не подвергшиеся существенной трансформации, его мощность варьирует от 1 до 5 см. Горизонт A_0'' – ферментативный горизонт, сформированный из органических остатков (детрит), представленных аморфной массой с выраженной степенью гумификации и значительной примесью минерального компонента почвенного профиля, мощность горизонта от 1 до 3 см.

Таблица 1. Группировка пробных площадей по составу насаждений.

Горизонт	Группа древостоя / Квартал и пробная площадь / Состав древостоя									
	Чистые хвойные			Чистые лиственные		Смешанные с преобладанием хвойных		Смешанные с преобладанием лиственных		
	4/Н	5/3	7/Р	8/К	11/Е	3/Е	7/К	8/О	8/Н	11/М
	I – 10С II – 7ЕЗВ	10Л	10Л+Лп	10Лп	10Д+С+ Лп	6СЗД1Кл+Б +Лп+В	I – 8С2Кл II – 10Кл	8Д2Лп	8Д+Лп	5Лп5Д+Б +Кл+В
	Глубина залегания горизонта, см									
A ₀ '	0–3	0–4	0–4	0–1	0–5	0–1	0–2	0–1	0–2	0–1
A ₀ ''	3–5	4–7	4–6	1–2	5–6	1–3	2–4	1–3	2–3	1–3

Примечание: С – сосна; Е – ель; В – вяз; Л – лиственница; Лп – липа; Д – дуб; Кл – клен; Б – береза.

Мощность лесной подстилки демонстрирует значительную вариабельность даже в пределах одного участка, что обусловлено комплексным влиянием факторов: составом древостоя, особенностями подлеска, микрорельефом, возрастающей антропогенной нагрузкой.

Наблюдается прямая зависимость мощности подстилки от таксационных показателей и видового состава древостоя. Максимальные значения мощности подстилки зафиксированы под хвойными древостоями, поскольку процессы разложения протекают медленнее, чем под лиственными породами – опад содержит меньше трудно разлагаемых соединений.

Проведено исследование валового содержания и подвижных форм тяжелых металлов (Cu, Cd, Pb и Zn) и анализ зависимости этих показателей от состава древостоя.

Установлено, что максимальные валовое содержание кадмия (1.2 мг/кг) и цинка (435.2 мг/кг) в слаборазложившемся горизонте подстилки A₀' характерны для участков под чисто хвойными (пробная площадь 5/3) и смешанными с преобладанием хвойных древостоями (площадь 3/Е). Такие показатели, вероятно, обусловлены спецификой биохимического состава хвойных пород деревьев и их способностью накапливать данные металлы (рис. 2).

Под чистыми хвойными древостоями 5 квартала пробной площади 3 (рис. 3) в ферментативном горизонте A₀'' зафиксированы максимальное валовое содержание Cu (51.6 мг/кг), Cd (0.9 мг/кг), Pb (68.0 мг/кг) и Zn (108.8 мг/кг), а также наибольшее содержание их подвижных форм как в ферментативном, так и в слаборазложившемся горизонтах.

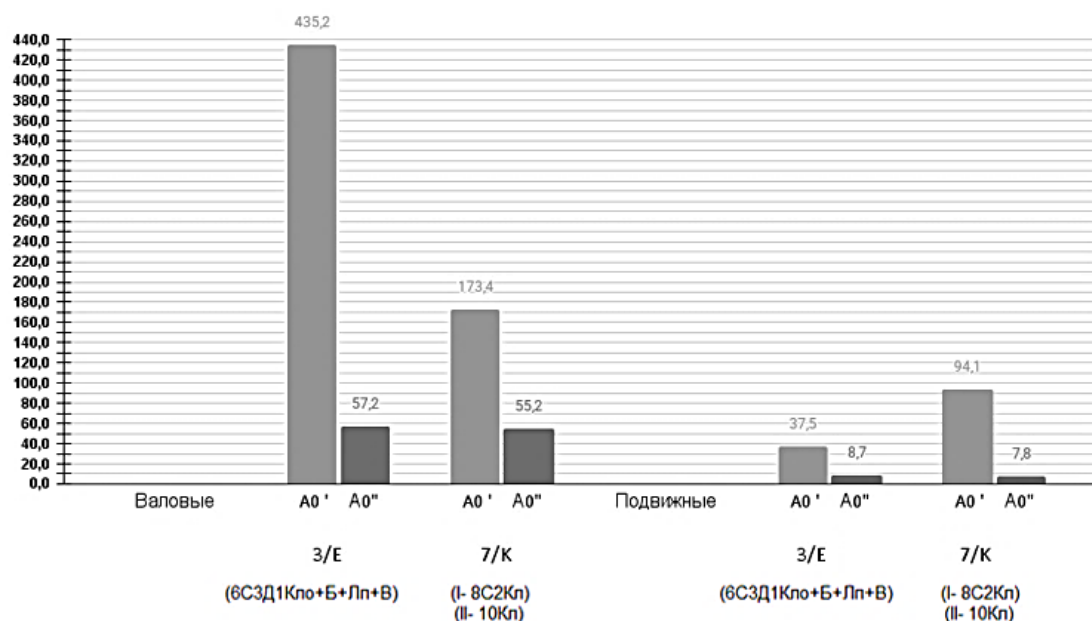


Рисунок 2. Валовое содержание и подвижные формы Zn (мг/кг) в лесной подстилке под смешанным древостоем с преобладанием хвойных пород.

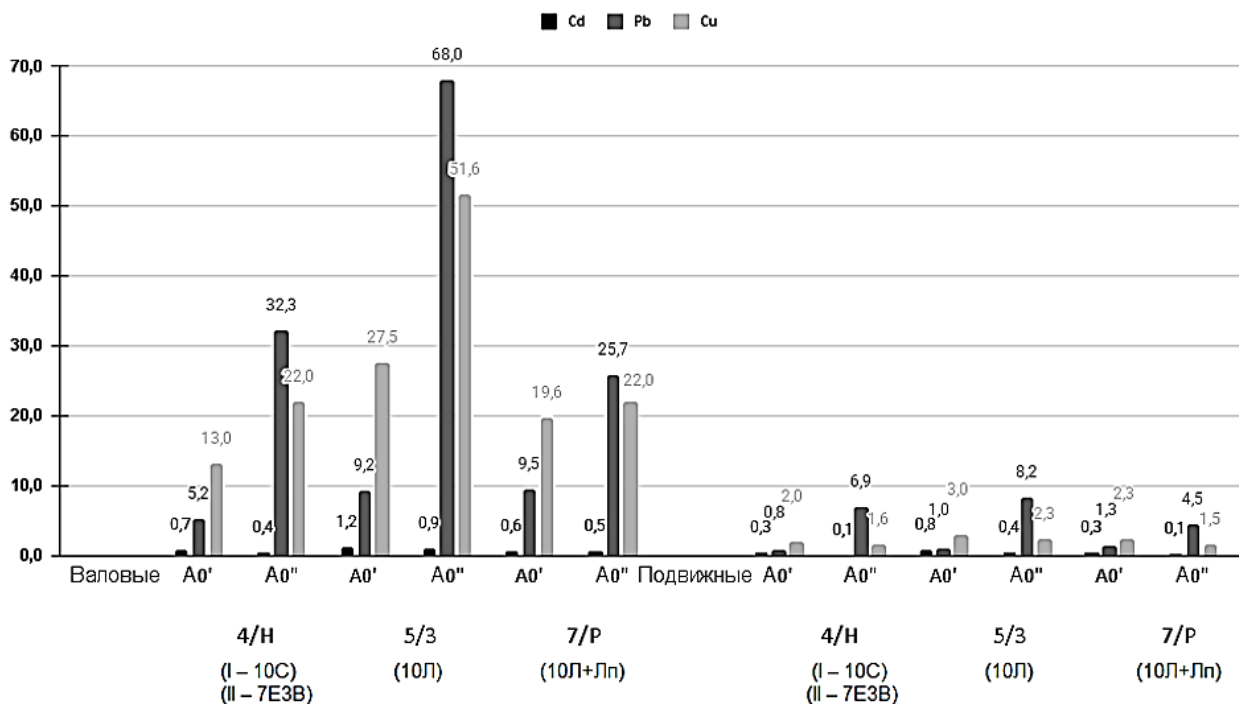


Рисунок 3. Валовое содержание и подвижные формы Cd, Pb и Cu (мг/кг) в лесной подстилке под хвойным древостоем.

В слаборазложившемся горизонте A_0' отмечено превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) по Zn (220.0 мг/кг), что указывает на потенциальное накопление химического элемента в верхних горизонтах почвенного профиля (СанПиН 1.2.3685-21).

Для участков под чисто лиственными древостоями – пробная площадь 8/К (рис. 4) и смешанными с преобладанием лиственных пород – пробная площадь 8/Н (рис. 5) зафиксировано максимальное валовое содержание Cu (29.2 мг/кг) и Pb (11.1 мг/кг) в слаборазложившемся горизонте подстилки A_0' , а также минимальное валовое содержание Cd – 0.5 мг/кг.

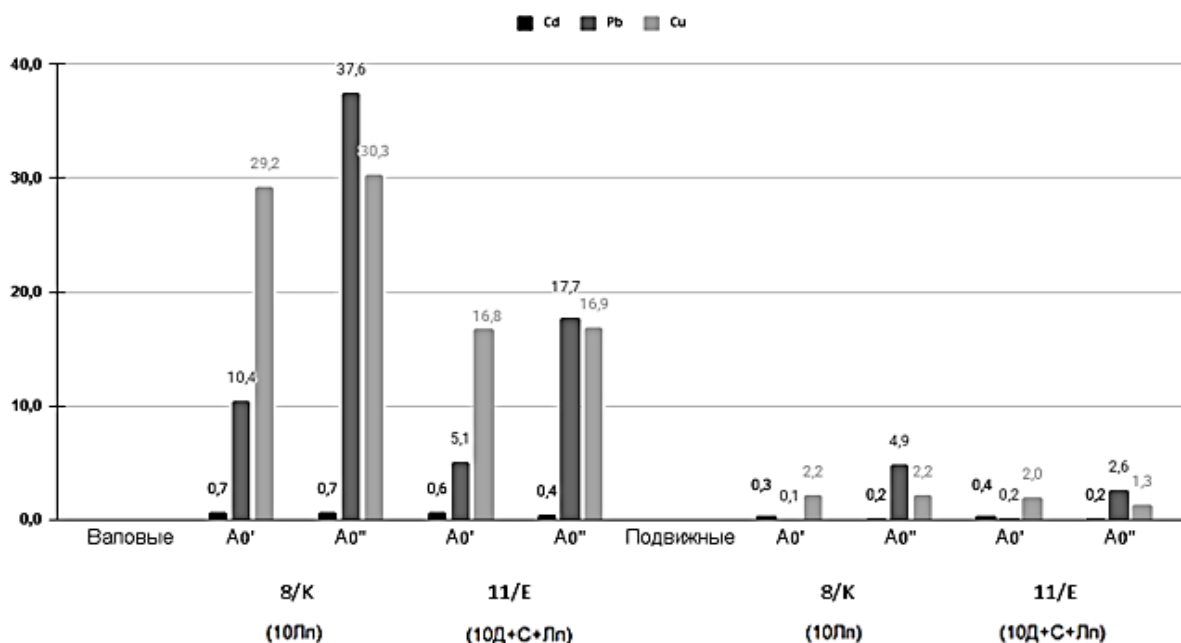


Рисунок 4. Валовое содержание и подвижные формы Cd, Pb и Cu (мг/кг) в лесной подстилке под лиственным древостоем.

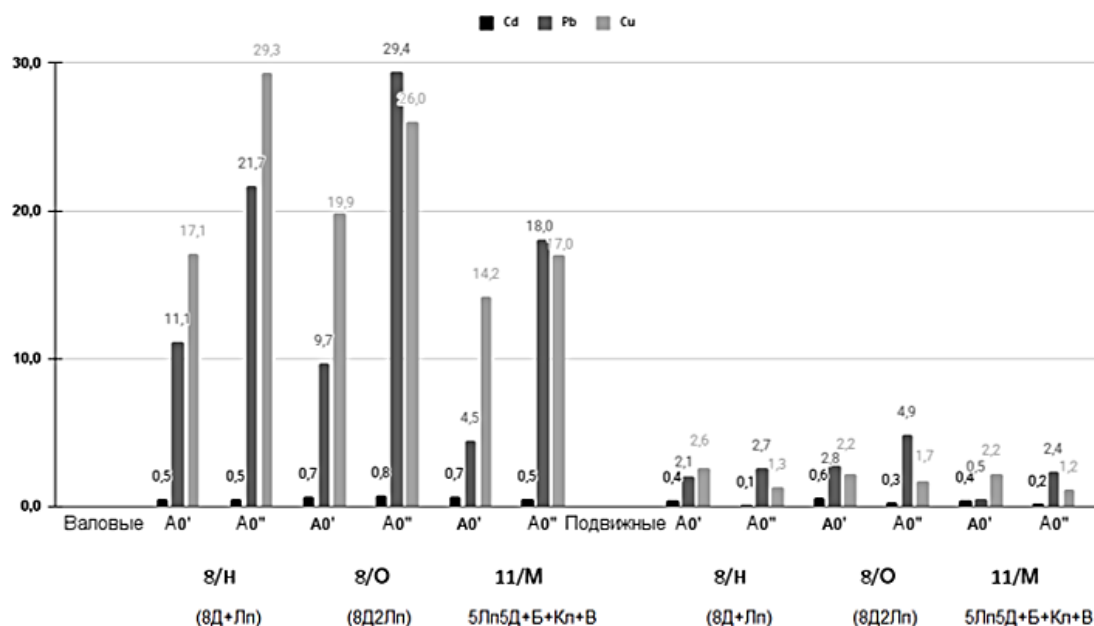


Рисунок 5. Валовое содержание и подвижные формы Cd, Pb и Cu (мг/кг) в лесной подстилке под смешанным древостоем с преобладанием лиственных пород.

В ферментативном горизонте A_0'' минимальное содержание подвижных форм свинца (2.4 мг/кг) и меди (1.2 мг/кг) отмечаются в образцах, взятых на пробной площади 11/М (рис. 5), входящей в группу смешанных с преобладанием лиственных пород в древостое. На этой пробной площади выявлено минимальное валовое содержание свинца (4.5 мг/кг) в слабо разложившемся горизонте подстилки A_0' .

Минимальное содержание подвижных форм Cd 0.1 мг/кг (рис. 3) и Zn 5.7 мг/кг (рис. 6) в ферментативном горизонте A_0'' , а также валового содержания Cd зафиксированы под чисто хвойным составом древостоя на пробной площади 4/Н.

В образцах пробной площади 11/Е (чисто лиственные древостои) отмечено минимальное валовое содержание свинца (17.7 мг/кг) и меди (16.9 мг/кг) в ферментативном горизонте A_0'' (рис. 4).

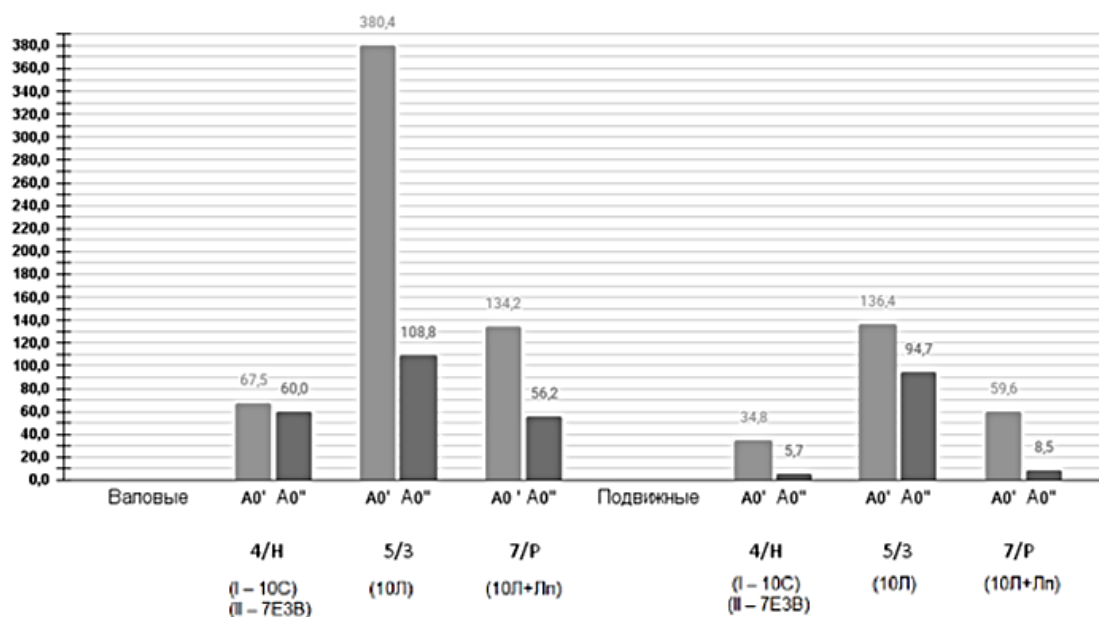


Рисунок 6. Валовое содержание и подвижные формы Zn (мг/кг) в лесной подстилке под хвойным древостоем.

Доля подвижных форм тяжелых металлов относительно их валового содержания демонстрирует значительную вариабельность (табл. 2). В слаборазложившемся горизонте A_0' диапазон значений составляет от 1.9 до 79.0 %, тогда как в ферментативном горизонте A_0'' показатели варьируют в более узких пределах – от 6.0 до 37.2 %. Наименьшая доля подвижных форм в слаборазложившемся горизонте характерна для Pb – 1.9 %, наибольшая для Cd (79.0 %), в то время как в ферментативном горизонте наименьшее значение зафиксировано для Cu – 6.0 %, а наибольшее 37.2 % – для Zn. Доля подвижных форм Zn (от 30 %) свидетельствует о его высокой биодоступности, что согласуется с концепцией Kabata-Pendias о роли органического вещества в миграции тяжелых металлов [8].

Таблица 2. Процентное отношение подвижных форм от валового содержания тяжелых металлов в лесных подстилках.

Горизонт	Тяжелые металлы			
	Cd	Pb	Cu	Zn
Чистый хвойный древостой				
A_0'	57.8	13.6	12.6	43.9
A_0''	30.6	17.0	6.1	37.2
Чистый лиственный древостой				
A_0'	51.7	1.9	9.6	37.6
A_0''	30.6	14.0	7.5	11.4
Смешанный древостой с преобладанием хвойных пород				
A_0'	66.5	45.1	14.0	31.5
A_0''	27.5	17.3	7.8	14.7
Смешанный древостой с преобладанием лиственных пород				
A_0'	79.0	19.7	14.0	50.5
A_0''	33.9	14.0	6.0	28.2

Результаты корреляционного анализа по Спирмену выявили статистически значимые взаимосвязи между физико-химическими свойствами лесных подстилок и содержанием тяжелых металлов (табл. 3).

Таблица 3. Сводная таблица корреляции по Спирмену, $p < 0.05$.

	Г-т	pH вод	pH соль	ППП	Cd (в)	Pb (в)	Cu (в)	Zn (в)	BC ТМ	Cd (п)	Pb (п)	Cu (п)	Zn (п)	СПФ ТМ
Г-т	1.0	-0.6	-0.8	0.9	-0.4	0.8	0.3	-0.4	-0.2	-0.7	0.8	-0.7	-0.5	-0.5
pH вод		1.0	0.9	0.6	0.1	-0.7	-0.4	0.1	-0.1	0.3	-0.8	0.2	0.1	0.1
pH соль			1.0	0.8	0.3	-0.8	-0.3	0.3	0.1	0.5	-0.8	0.5	0.2	0.2
ППП				1.0	0.5	-0.7	-0.2	0.4	0.3	0.8	-0.7	0.7	0.5	0.5
Cd (в)					1.0	-0.1	0.3	0.4	0.4	0.7	-0.2	0.7	0.8	0.8
Pb (в)						1.0	0.7	-0.3	0.1	-0.4	0.9	-0.2	-0.2	-0.2
Cu (в)							1.0	0.1	0.2	0.1	0.5	0.4	0.1	0.1
Zn (в)								1.0	0.9	0.3	-0.3	0.4	0.2	0.1
BC ТМ									1.0	0.2	-0.1	0.4	0.1	0.1
Cd (п)										1.0	-0.4	0.6	0.8	0.8
Pb (п)											1.0	-0.3	-0.2	-0.1
Cu (п)												1.0	0.7	0.7
Zn (п)													1.0	1.0
СПФ ТМ														1.0

Примечание: от 0.3 до 0.5 – слабая связь; от 0.5 до 0.7 – средняя связь; от 0.7 до 0.9 – тесная связь, (п) – подвижные формы, (в) – валовое содержание, PPP – потери при прокаливании, BC ТМ – валовое содержание тяжелых металлов, СПФ ТМ – содержание подвижных форм тяжелых металлов, Г-т – глубина горизонта.

Установлена сильная отрицательная корреляция между кислотностью и глубиной горизонта подстилки. Это свидетельствует о прогрессирующем увеличении кислотности в верхних органогенных горизонтах. При этом выявлена выраженная положительная связь между глубиной горизонта подстилки и потерями при прокаливании, что характерно для процессов аккумуляции органического вещества в слаборазложившемся горизонте подстилки. Кроме того, отмечена сильная прямая связь между глубиной горизонта подстилки и содержанием свинца, а также обратная сильная связь с подвижными формами меди и кадмия. Что обуславливает миграция свинца по профилю и накопление меди и кадмия в верхних слоях.

Характер выявленных зависимостей демонстрирует преимущественно прямую связь между валовым содержанием и подвижными формами кадмия и свинца, что указывает на схожесть процессов их миграции и аккумуляции в исследуемой среде.

Особого внимания заслуживает тесная взаимосвязь между подвижными формами цинка, кадмия и меди, что может свидетельствовать об общих механизмах их подвижности и доступности в исследуемой системе. Практически полная корреляция выявлена между содержанием подвижных форм Zn и суммарным содержанием подвижных тяжелых металлов в связи с тем, что Zn превалирует в валовом составе.

Не выявлено значимых корреляционных связей между валовым содержанием и подвижными формами Cu, то есть при определении уровня загрязнения этим металлом, предполагается обязательное определение всех его форм присутствия в лесной подстилке.

Наличие обратных связей между подвижным Pb и Cd, а также между валовым содержанием Pb и Zn, может указывать на конкурентные процессы при их сорбции и десорбции в исследуемой среде. Содержание подвижных форм тяжелых металлов тесно коррелирует с содержанием подвижных форм Cd и Cu.

Максимальное валовое содержание тяжелых металлов зафиксировано в лесной подстилке под хвойными древостоями, что обусловлено замедленными темпами минерализации органического вещества и спецификой миграционных процессов элементов.

Выявлена обратная зависимость между содержанием Pb и показателем pH – концентрация металла возрастает в условиях повышенной кислотности среды.

Показатель ППП (потери при прокаливании) характеризуется сильными прямыми корреляционными связями с подвижными формами Cu и Cd, сильными обратными с валовым содержанием и подвижными формами Pb, а также с уровнем кислотности ($pH_{\text{сол}}$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенной работы выявлена зависимость мощности лесной подстилки от состава древостоя. Максимальные значения мощности подстилки определены под хвойными древостоями, где процесс минерализации органического вещества происходит медленнее, чем в опаде под лиственными древостоями.

Максимальное валовое содержание тяжелых металлов характерно для опада под хвойным древостоем. Лесная подстилка под таким составом древостоя выступает в качестве геохимического барьера, где сочетание кислой среды, медленного разложения, слабого поглощения корнями создает условия для максимального накопления тяжелых металлов. В то время, как в лиственные насаждения сочетания быстрого разложения опада, нейтральной среды и активного поглощения металлов корнями, приводит к меньшему накоплению тяжелых металлов в лесной подстилке.

Высокое содержание тяжелых металлов в подстилках может быть связано с аккумуляцией аэрозолей и пыли автомобильных дорог, находящихся вблизи объекта исследования. Превышение концентрации тяжелых металлов в подстилках Лесной Опытной Дачи согласуется с данными по другим пригородным лесам Подмоскovie, где основной источник загрязнения – транспортные эмиссии [2].

Установлена значимая корреляционная зависимость между подвижными формами цинка (Zn), кадмия (Cd) и меди (Cu), что свидетельствует о сопряженных механизмах регуляции их миграционной способности и биодоступности в рамках исследуемой среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатырев Л.Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. 1996. № 4. С. 501–511.
2. Иванов А.А., Петрова Е.В., Смирнов С.К. Накопление тяжелых металлов в подстилках лесов Московского региона // Почвоведение. 2021. № 12. С. 1456–1468.
3. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение. М.: ГЕОС, 2005. 336 с.
4. Мартынова П.Н. Влияние состава древостоя на степень проявления подстилкообразования, дернового и подзолистого процессов в почвах ЛОД РГАУ-МСХА им. 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, 30 ноября – 02 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. С. 30–32. EDN XMRICX.
5. Мартынова П.Н. Состав и свойства лесной подстилки дерново-подзолистых почв под древостоями различного состава ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева // Сборник трудов Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием IX Вильямсовские чтения, Москва, 27–28 ноября 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. С. 267–273. EDN CPDMYY.
6. Наумов В.Д., Поветкина Н.Л., Шмакова К.А. Лесорастительная характеристика дерново-подзолистых почв лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева // 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.
7. Dimitrijević M., Stanković J., Antonović A. Urban forest soils as a sink for heavy metals: A case study of Belgrade // Science of The Total Environment. 2022. Vol. 807. P. 150775. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.150775].
8. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in Soils and Plants. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. 548 p. ISBN 978-1-4200-5941-4.

THE TOTAL CONTENT AND BIOAVAILABLE FORMS OF HEAVY METALS IN FOREST LITTER OF THE FOREST EXPERIMENTAL STATION OF THE RUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY NAMED AFTER K.A. TIMIRYAZEV

P.N. Martynova, K.A. Shmakova, N.L. Kamennykh

K.A. Timiryazev Moscow State Agricultural Academy

The article presents the results of a study on the total content and bioavailable forms of heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn) in the forest litter of soddy-podzolic soils under different forest stands (coniferous, deciduous, mixed conifer) in the conditions of the Forest Experimental Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. It was found that the weakly decomposed litter horizon, primarily under coniferous stands, accumulates Zn (total content up to 435.2 mg/kg), Pb (total content total content up to 68.0 mg/kg), and Cu (total content up to 51.6 mg/kg), while under deciduous stands, the accumulation of these heavy metals is less pronounced. The total content of Cd was uniform across all samples. The proportion of bioavailable forms from the total content varies in the A0' horizon from 1.9 to 79.0 %, whereas in the A0'' horizon, it ranges from 6.0 to 37.2 %.

A dependence of metal transformation on acidity, decomposition degree, and litter composition was established. The obtained data are crucial for assessing the buffer capacity of litter layers, monitoring anthropogenic impact, and predicting metal migration in the «litter-soil» system. The research results provide practical value for ecological assessment of forest ecosystems in urbanized environments.

Keywords: forest litter, heavy metals, stand composition, fresh litter, fermentation horizon.

Всероссийская научная конференция
с Международным участием
«Почва как объект познания
и источник вдохновения»

ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ
УЧАСТИЕМ «ПОЧВА КАК ОБЪЕКТ ПОЗНАНИЯ И ИСТОЧНИК ВДОХНОВЕНИЯ»

М.А. Лазарева, Е.В. Пятин

ЦМП им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,
Санкт-Петербург

С 14 по 16 октября 2024 года в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева (ЦМП им. В.В. Докучаева) прошла Всероссийская научная конференция с международным участием «Почва как объект познания и источник вдохновения», посвященная 120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева и 300-летию Российской Академии наук. На конференции рассматривались вопросы современного почвоведения (теоретические и практические проблемы, методология науки, методы и особенности популяризации). Были заслушаны интереснейшие доклады, обширной тематики от популяризации и истории исследования почв до экологии, географии, генезиса и цифрового картографирования почв.

Ключевые слова: популяризация почвоведения, методология и методы почвоведения, история исследования почв, сохранение плодородия, способы обработки почв, цифровое почвенное картирование.

С 14–16 октября 2024 года в Центральном музее почвоведения им. В.В. Докучаева (ЦМП им. В.В. Докучаева) прошла Всероссийская научная конференция с международным участием «Почва как объект познания и источник вдохновения», посвященная 120-летию Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева и 300-летию Российской Академии наук.

Председателем организационного комитета конференции являлась Сухачева Елена Юрьевна, директор ЦМП им. В.В. Докучаева, профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, д.г.н.

Членами программного комитета были ведущие ученые:

Иванов Андрей Леонидович, директор ФГБНУ ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, академик РАН, профессор, д.б.н.;

Красильников Павел Владимирович, Президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, декан факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН, д.б.н.;

Чистяков Кирилл Валентинович, вице-президент РГО, директор Института наук о Земле СПбГУ, профессор, д.г.н.;

Апарин Борис Федорович, научный руководитель ЦМП им. В.В. Докучаева, профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, вице-президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, д.с.-х.н.;

Русаков Алексей Валентинович, зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ, профессор, д.г.н.;

Чуков Серафим Николаевич, профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, д.б.н.;

Бабилов Борис Васильевич, профессор СПбГЛТУ, д.с.-х.н.

Членами организационного комитета являлись научные сотрудники ЦМП им. В.В. Докучаева.

Ответственный секретарь: Пятин Екатерина Владимировна, в.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева.

Секретари:

Мингареева Елена Валерьевна, с.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева;

Лазарева Маргарита Александровна, н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева;

Моргач Юлия Романовна, м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева.

Члены организационного комитета:

Русакова Елена Анатольевна, с.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, главный хранитель;

Захарова Мария Константиновна, м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева;

Федорова Мария Евгеньевна, м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева;

Кузьмина Анастасия Алексеевна, м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева;

Рюмин Александр Георгиевич, м.н.с. ЦМП им. В.В. Докучаева, ст. преподаватель кафедры физической географии и ландшафтного планирования СПбГУ.

На конференцию поступило около 100 заявок от участников из различных городов России (Москва, Санкт-Петербург, Пушкино, Махачкала, Якутск, Омск, Пушкин, Улан-Удэ, Волгоград, Ростов-на-Дону, Симферополь, Красноярск, Новосибирск, Казань, Киров), а также из стран ближнего зарубежья (Азербайджан, Беларусь, Казахстан).

Утром, 14 октября, прошла автобусная экскурсия «Педологический музей: от замысла к воплощению» с посещением Смоленского лютеранского кладбища и возложением цветов на могилы основателя науки о почве Докучаева Василия Васильевича, его супруга Анны Егоровны и ее матери Синклер Александры Ивановны. В честь 120-летия ЦМП им. В.В. Докучаева прозвучал выстрел из пушки с Нарышкина бастиона Петропавловской крепости. Провести церемонию «Полуденный выстрел» было доверено научному руководителю ЦМП им. В.В. Докучаева, Апарину Борису Федоровичу. Участникам автобусной экскурсии была предоставлена уникальная возможность посмотреть со стены Петропавловской крепости полуденный выстрел (рис. 1).



А



Б

Рисунок 1. Автобусная экскурсия «Педологический музей: от замысла к воплощению»: А – участники автобусной экскурсии; Б – проведение церемонии «Полуденный выстрел».

После экскурсии состоялось открытие конференции (рис. 2). Со вступительным словом выступила Председатель оргкомитета, Сухачева Елена Юрьевна. С приветственными словами к участникам конференции обратились: Первый заместитель председателя Комитета по науке и высшей школе Ганус Ирина Юрьевна; первый заместитель директора ФГБНУ ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, к.г.н. Козлов Даниил Николаевич; Президент Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, декан факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН, д.б.н. Красильников Павел Владимирович; вице-президент РГО, директор Института наук о Земле СПбГУ, профессор, д.г.н. Чистяков Кирилл Валентинович; Заместитель председателя Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга Серебрицкий Иван Александрович.

Почвенная карта Санкт-Петербурга (масштаб 1:50 000) была передана в Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга Серебрицкому И.А. для использования в работе по планированию мероприятий рационального использования земельных ресурсов и принятию мер улучшения экологической обстановки в Санкт-Петербурге.

С Пленарными докладами выступили ведущие ученые, профессора России и стран СНГ:

Апарин Борис Федорович, научный руководитель ЦМП им. В.В. Докучаева, профессор, д.с.-х.н. (Россия, Санкт-Петербург) – «Научно-исследовательская работа в Музее (1946–2024 гг.): «От цифрового образа почвы к её цифровому двойнику»;

Касимзаде Тубуханум Эльман кызы, ученый секретарь службы вице-президентов НАН Азербайджана, доцент, д.б.н. (Азербайджан, Баку) – «Новый метод оценки почвенно-растительного покрова»;

Шпедт Александр Артурович, директор ФИЦ КНЦ СО РАН, чл.-корр., д.с.-х.н. (Россия, Красноярск) – «Земледелие Севера Сибири»;

Андроханов Владимир Алексеевич, директор ИПА СО РАН, д.б.н. (Россия, Новосибирск) – «История и проблемы освоения почвенных ресурсов Сибири»;

Азарёнок Татьяна Николаевна, заведующий сектором РУП «Институт почвоведения и агрохимии», доцент, к.с.-х.н. (Беларусь, Минск) – «Почвы Беларуси в справочно-информационных ресурсах открытого доступа»;

Хомяков Дмитрий Михайлович, профессор кафедры земледелия и агроэкологии факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор, д.т.н. (Россия, Москва) – «Почва и возрождение национального сельскохозяйственного музея России».



А

Б

Рисунок 2. Пленарное заседание Всероссийской научной конференции с международным участием «Почва как объект познания и источник вдохновения»: А – заседание Президиума; Б – участники конференции.

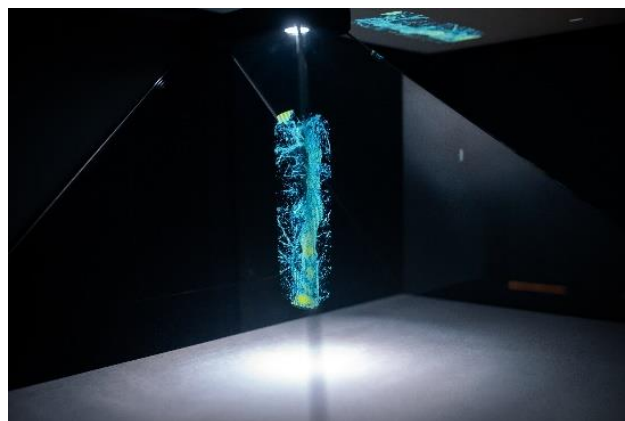
Вечером того же дня состоялось открытие выставки «О почве и беспочвенности» (рис. 3). Выставка была поддержана Грантом Минобрнауки России в рамках Федерального проекта «Популяризация науки и технологий» (№ 075-15-2024-522 от 02.05.2024). На открытии выставки присутствовали более 40 человек: декан факультета географии РГПУ им. А.И. Герцена Субетто Дмитрий Александрович, профессор кафедры кристаллографии, председатель научной комиссии в области наук о Земле и смежных экологических наук СПбГУ, д.г.-м.н. Гуржий Владислав Владимирович, Председатель Центрального совета МОО «Природоохранный союз», профессор Тарбаева Вероника Михайловна, зав. кафедрой прикладной экологии СПбГУ, профессор Абакумов Евгений Васильевич, зав. кафедрой почвоведения и экологии почв СПбГУ Русаков Алексей Валентинович, зам. директора по научной работе, с.н.с. ИГГД РАН Зайцева Татьяна Сергеевна, представитель НИИ АГиР Петрова Татьяна Андреевна, доцент кафедры физической географии и природопользования РГПУ им. А.И. Герцена, ст. преподаватель кафедры картографии и геоинформатики СПбГУ Андреева Татьяна Александровна и др.

Взору посетителей на выставке предстали объемные почвенные монолиты черноземов, отобранные в заказнике «Каменная Степь», демонстрирующие разные способы сельскохозяйственной обработки почв – традиционный, современный no-till и естественную почву, как исходную точку до антропогенного воздействия. Серия из 4 традиционных почвенных монолитов дерново-подзолистых почв проиллюстрировала изменение почвенного профиля в результате многолетнего сельскохозяйственного использования. Ячейки интерактивной инсталляции были посвящены ключевым аспектам сельского хозяйства и включали как «почвенные» разделы (сельскохозяйственные культуры, удобрения, макеты техники), так и «бес-

почвенные» – гидропонная система, модель «трансплантации» гена из одного растения в другое. Трехмерная проекция порового пространства пахотных и естественных почв была представлена в голограмме. Благодаря томографии были продемонстрированы изображения пор в почвенных агрегатах дерново-подзолистой, серой почвы и чернозема. Прекрасным дополнением к выставке являлась фотозона, где каждый мог примерить на себя одну из нескольких профессий современного агросектора (от классического агронома до оператора БПЛА). Выставка сопровождалась звуковыми и тактильными интерактивами.



А



Б

Рисунок 3. Открытие выставки «О почве и беспочвенности»: А – проведение экскурсии по выставке; Б – голограмма «трехмерная проекция порового пространства».

15 и 16 октября состоялись заседания конференции в форме научных докладов (рис. 4). На заседаниях рассматривались вопросы современного почвоведения (теоретические и практические проблемы, методология науки, методы и особенности популяризации), развивались оживленные дискуссии. Были заслушаны интереснейшие доклады, обширной тематики от популяризации и истории исследования почв до экологии, географии, генезиса и цифрового картографирования почв.



А



Б

Рисунок 4. Заседание конференции: А – выступление с докладом ученого секретаря службы вице-президентов НАН Азербайджана, Касимзаде Т.Э.; Б – участники заседания.

Всего в конференции приняло участие около 80 человек. Было сделано 26 докладов. География участников конференции была обширной: Санкт-Петербург – 7 докладов (ЦМП им. В.В. Докучаева, СПбГУ, ФГБУН СПбФИЦ РАН, СПбГЛТУ); Москва – 6 докладов (МГУ им. М.В. Ломоносова, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, МАИ, Институт географии РАН); Пущино – 3 доклада (ИФХиБПП РАН ФИЦ ПНЦБИ РАН); Новосибирск – 2 доклада (ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН). По одному докладу было: из: Красноярск (ФИЦ «КНЦ СО РАН»), Казани (ФГБУ «Управление «Приволжскмелиоводхоз»),

Махачкалы (ДФИЦ РАН), Симферополя (Крымский федеральный университет), Пушкина (ФГБНУ ВНИИСХМ). Также были представители других стран: Азербайджан, Баку (НАН Азербайджана), Казахстан, Алматы КазНИИПиА им. У. Успанова), Беларусь, Минск (РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси).

15 октября состоялась экскурсия по экспозиции ЦМП им. В.В. Докучаева, а после презентация выставки «Научные труды ЦМП им. В.В. Докучаева» (рис. 5).



Рисунок 5. Выставка «Научные труды ЦМП им. В.В. Докучаева».

Выставка была посвящена трудам нашего музея с 1945 г. по н.в., включала в себя 7 блоков:

- 1) «Биохимические исследования» (работы Пономаревой В.В.);
- 2) «Микробиологические исследования» (работы Арфанитской Т.В., Паринкиной О.М.);
- 3) «Географо-генетический блок», разделенный на несколько подблоков:
 - «Эволюция почв» (работы Апарина Б.Ф., Сухачевой Е.Ю.);
 - «Ленинградская область». Представлены: а) 3 монографии по почвам Ленинградской области – монография «Почвы Ленинградской области» (под ред. Пестрякова В.К. 1970 гг.), Красная книга почв Ленинградской области (2007 г.) и монография «Почвенное разнообразие Ленинградской области» (2021 г.); б) 2 монографии по почвам Карельского перешейка Марченко А.И. и Рожновой Т.А. (1960-х гг. с картами-схемами почв); в) карты почв Ленинградской области – масштаба 1:1 500 000 из Атласов почв Ленинградской области (1967 г. и 2022 г.), масштаба 1:300 000 (1971 г.), и авторский макет цифровой почвенной карты, масштаба 1:200 000 (2018 г.).
 - «Город Санкт-Петербург» Представлены карты реконструкции почв и растительности города (2003 г.) и современная цифровая карта почв города (2013 г.).
- 4) «Картографические работы». Представлены карты почв Шокальской З.Ю. Южной Америки и Африки (1943–1946 гг.).
- 5) «Почвенные индикаторы». Представлены монография «Полигоны почвенно-экологического мониторинга лесных экосистем таежной зоны» 2022 г. и 2 зарегистрированные БД коллекции почвенных монолитов (номер регистрации 2019620269, 2019 г.) и содержания естественных и техногенных радионуклидов в почвах (номер регистрации 2022622155, 2022 г.).
- 6) «Популяризация». Представлены 2 монографии «Русский чернозем» (1883 г.) и переиздание (2008 г.), Докучаевская парадигма естествознания (2006 г.), буклеты музея (1945 г. – н.в.).
- 7) «Образование». Представлены: а) 2 учебника Апарина Б.Ф. – «Почвоведение» (2012 г.), «Основы Почвоведения, земледелия, агрохимии» (2021 г.); б) 3 учебных пособия – «Бонитировка почв и основы государственного земельного кадастра» (2002 г.), «Почвенное картирова-

ние» (2012 г.), «Теория почвообразовательного процесса» (2018 г.); в) материалы конференций Докучаевские молодежные чтения (1998 г.-н.в.) и периодическое издание «Материалы по изучению русских почв», в котором публикуются лучшие доклады конференции (1999 г. – н.в.).

16 октября состоялось закрытие конференции (рис. 6). С подведением итогов выступили Председатель оргкомитета, Сухачева Елена Юрьевна и научный руководитель ЦМП им. В.В. Докучаева, Апарин Борис Федорович. Лучшие доклады были рекомендованы к опубликованию в периодическом издании «Материалы по изучению русских почв». Выпуск 15 (42).



А



Б

Рисунок 6. Закрытие Всероссийской научной конференции с международным участием «Почва как объект познания и источник вдохновения»: А – выступление по итогам конференции профессора Крымского федерального университета Е.И. Ергинной; Б – участники конференции.

Далее было предоставлено слово самим участникам конференции. Директор ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Андроханов Владимир Алексеевич, сказал, что данная конференция является очень ярким и прекрасным событием этого года, таким же ярким как IX Съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Директором ФИЦ КНЦ СО РАН, Шпедтом Александром Артуровичем, было замечено, что в музее работают очень творческие и креативные люди, а также отмечен высокий уровень организации конференции. Профессор Крымского федерального университета, Ергина Елена Ивановна, пожелала музею чтить и приумножать, традиции.

День завершился экскурсией на теплоходе «Круиз вокруг острова ученых, художников и моряков» (рис. 7) На экскурсии по рекам и каналам Санкт-Петербурга были показаны основные достопримечательности нашего города. Кроме того, профессором СПбГУ, Русаковым А.В., было рассказано про почвы «знаковых мест» Санкт-Петербурга, таких как «Петропавловская крепость», «Домик Петра I», «Летний сад». В экскурсии приняли участие около 30 человек.



А



Б

Рисунок 7. Экскурсия на теплоходе «Круиз вокруг острова ученых, художников и моряков»: А – проведение экскурсии; Б – участники экскурсии.

ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
«SOIL AS AN OBJECT OF KNOWLEDGE AND A SOURCE OF INSPIRATION»

M.A. Lazareva, E.V. Pyatina

Dokuchaev Central Soil Science Museum – branch of FSBSI FRC V.V. Dokuchaev Soil Science
Institute, St. Petersburg, Russia

All-Russian scientific conference with International participation «Soil as an object of knowledge and a source of inspiration» took place on October 14–16, 2024 at the Dokuchaev Central Soil Science Museum. The conference was dedicated the 120th anniversary of the Dokuchaev Central Soil Science Museum and the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences. Issues of modern soil science were considered (theoretical and practical problems, methodology of science, methods and features of popularization). The most interesting reports were heard, covering a wide range of topics from popularization and history of soil research to ecology, geography, genesis and digital soil mapping.

Keywords: popularization of soil science, methodology and methods of soil science, history of soil research, preservation of fertility, methods of soil cultivation, digital soil mapping.

УДК 631.4

ПОЧВЫ ЮГА ЧАРДАРИНСКОЙ СТЕПИ ДОЛИНЫ р. СЫРДАРЬЯ
(ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АСПЕКТ)

Б.Ф. Апарин, Т.С. Савельева, Е.В. Мингареева

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (Центральный музей почвоведения
им. В.В. Докучаева), г. Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрены изменения почв и почвенного покрова долины реки Сырдарья за 45-летний период. В результате изменения водного режима почв, вызванного созданием водохранилища и регулированием р. Сырдарья, а также орошением рисовых полей, начался ускоренный этап эволюции почв юга Чардаринской степи. Полученные результаты исследования могут найти применение при долгосрочном почвенно-экологическом мониторинге.

Ключевые слова: аллювиальные почвы, орошение, засоление, физико-химические свойства, почвенно-экологический мониторинг.

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенная деятельность, ставшая в XX в. одним из ведущих факторов почвообразования, особенно сильно проявляется в экосистемах, находящихся в экстремальных условиях. К таким экосистемам относятся долины рек пустынной зоны, занимающие значительные территории в южном Казахстане. Темпы эволюции, вызванные антропогенной деятельностью, нередко превышают скорость естественной эволюции. Объективным методом в оценке влияния антропогенного фактора на почвы и почвенный покров является сравнительно-хронологический (ретроспективный) метод [1]. Особенно эффективен этот метод при наличии информации о состоянии экосистем на начальный период антропогенного воздействия.

Цель работы: изучить характер изменения за 45 лет почв и почвенного покрова, произошедшие на юге Чардаринской степи.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе рассматриваются почвы участка левобережной части долины р. Сырдарья, расположенной ниже Чардаринского водохранилища на территории бывшего рисосовхоза № 1 «Восход». Долина реки в этом месте представлена поймой и тремя надпойменными террасами. Пойма прослеживается отдельными участками, шириной до 1 км. Основная часть исследуемой территории занята второй надпойменной террасой, возвышающейся над первой на 2–2.5 м. Ширина второй террасы – 6–7 км. Третья терраса сохранилась в виде слегка наклоненного участка у крутого склона барханов пустыни Кызыл-Кум. Превышение ее над второй террасой 4–6 м (рис. 1).

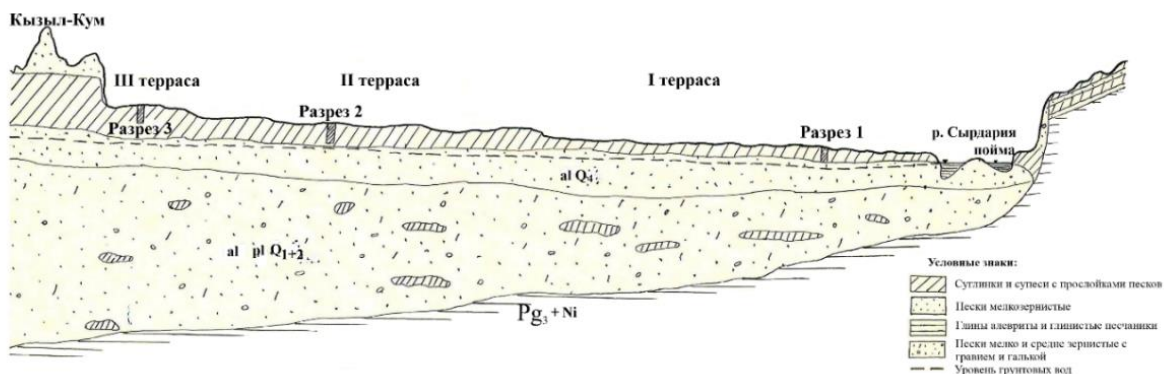


Рисунок 1. Схема поперечного разреза долины р. Сырдарья.

Для решения поставленной цели весной 1968 г. было заложено три почвенных разреза в типичных экосистемах на террасах долины р. Сырдарья.

В работе использованы материалы Южно-казахстанской экспедиции Государственного гидрологического института (СПб) и материалы почвенно-экологических изысканий 1923 г. К.М. Клавдиенко [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разрез аллювиально-луговой почвы (разрез 1) заложен в 150 м от протоки и в 300–400 м в северо-западном направлении от основного русла р. Сырдарьи на ровной площадке в зарослях чингилля. Почва сформирована на слоистом аллювии, верхняя часть которого представляет пойменную фацию, а нижняя – русловую (табл. 1). Наибольшее количество гумуса (около 2 % $C_{орг.}$) имеется в слое 0–5 см, ниже его количество значительно снижается. А.Ф. Скворцов [3] отмечает двойственность происхождения гумуса в почвах, формирующихся на естественном аллювии. Это, с одной стороны, гумус «аллювиального» происхождения (продукт эрозии почв в бассейне реки), а с другой – гумус почвенного происхождения. В слое 0–20 см содержится значительно больше $N_{общ.}$, чем в сероземе [4]. Накоплению азота способствует лох – типичный представитель тугайной растительности. На его корнях развиваются азотфиксирующие бактерии. Отношение C:N соответствует типичным сероземам. Содержание карбонатов по профилю в значительной мере связано с изменением гранулометрического состава с глубиной (табл. 1). Карбонатные горизонты морфологически не выражены. В почвенном профиле можно отметить следы луговости в нижней части, проявляющиеся в наличии ржаво-охристых пятнышек. Максимум сухого остатка в профиле почвы приходится на глубину 30–40 см (1.2 %) и глубже не превышает 0.5 %. В целом, аллювиально-луговая тугайная почва характеризуется неоднородным гранулометрическим составом, своеобразным гумусовым профилем, фульватным типом гумуса в верхних 10 см, сменяемым ниже гуматным, высоким содержанием карбонатов, щелочной реакцией среды, невысокой емкостью поглощения, наличием двух максимумов в накоплении растворимых солей и морфологически выраженными признаками луговости.

Орошаемая (рисовая) болотная почва (разрез 2). Эта почва не имеет аналогов среди естественных почв данного района исследований. Она занимает большую часть первой и второй террас. Этот тип почв лишь начал формироваться на момент исследования, которое проводилось на 2–3 год после начала орошения. Разрез заложен на рисовом чеке на второй террасе. Почва сформирована на слоистом аллювии. Содержание илистой фракции изменяется от 14–16 % в гумусовом горизонте и уменьшается до 2 % в нижней части. Наибольшее количество гумуса содержится в слое 0–20 см при, в целом, низком содержании по всему профилю (<0.8 %) (табл. 1). В слое 0–10 см гумус имеет гуматный тип, а ниже – становится фульватным. Отношение C:N $\approx$ 7. Здесь также наблюдается связь распределения карбонатов с гранулометрическим составом. Почва характеризуется сильно щелочной реакцией среды практически по всему профилю. Количество сухого остатка в профиле почвы не превышает 0.1 %.

Таблица 1. Характеристика исследуемых почв Чардаринской степи.

Горизонт	Глубина, см	pH _{водн.}	Фракции гран. состава, %		CO ₂ , %	Сухой остаток, % к сухой почве	C _{орг.} , %	C _{гк} /C _{фк}	N _{общ.} , %	C:N
			<0.001 мм	<0.01 мм						
Аллювиально-луговая тугайная почва (разрез 1)										
A	0–5	8.7			7.7	0.16	1.8	0.5	0.16	11.0
A	5–10	8.8			8.6	0.09	0.8	0.6	0.09	8.5
A	10–15	8.6	12	31	8.4					
A	15–20	8.4			8.3	0.52	0.8	1.25	0.15	5.3
B ₁	30–40	8.8	15	52	8.5	1.22	0.6	1.0	0.14	4.5
B ₂	60–70	9.0	2	5	7.3	0.52	0.4			
B ₂	70–80	9.2	0	1	5.7	0.08	0.2			
B ₃	100–110	8.9	10	24	9.2	0.56	0.6			
C _{ca}	130–140	9.0	1	2	6.8	0.05	0.1			
Орошаемая (рисовая) болотная почва (разрез 2)										
A	0–10	8.7	13	31	8.3	0.14	0.8	1.2	0.12	7.0
A	10–20	8.9	17	39	8.8	0.14	0.6	0.3	0.09	7.2
B ₁	20–30	9.1	14	33	9.6					
B ₁	30–40	9.4	6	12	8.3	0.10	0.3			
B ₁	50–60	9.5	6	13	8.2	0.10	0.4			
B ₂	80–90	9.2	11	32	9.4	0.11	0.3			
C _{ca}	110–120	9.3	2	5	6.7	0.07	0.2			
Луговой солончак (разрез 3)										
A	0–5	9.1			8.2	0.13	1.0	0.7	0.19	5.5
A	10–15	9.7	21	43	8.3	0.55	0.8	1.0	0.1	7.8
A	20–25	9.4			9.6	1.00	0.7	0.3	0.1	7.3
B ₁	40–50	9.1	21	58	10.3	2.05	0.4			
B ₂	55–63	9.2	11	14	10.2	0.94	0.4			
B ₂	63–70	9.0	7	25	12.9	2.30	0.5			
B ₂	70–80	9.0	5	10	10.4					
B ₂	80–90	9.6	2	7	9.5	0.36	0.4			
C _{ca}	90–100	8.6			8.1	0.27	0.3			

Луговой солончак (разрез 3). Эта почва не имеет сплошного распространения в долине р. Сырдарья. Разрез заложен на очень пологом склоне, идущем в юго-восточном направлении в 100 м от линии барханов, между двумя солеными озерами. Вокруг наблюдаются белые выцветы солей. К юго-востоку находится, строившийся на момент исследований, Кызыл-Кумский канал. Растительность представлена отдельными кустиками солянок, биюргуна и угнетенной полыни. Во время копки разреза на его стенках на глубине 5–40 см выступил солевой налет. Почва сформировалась на слоистом аллювии. По гранулометрическому составу почвенный профиль можно разделить на 2 части (табл. 1). Верхняя полуметровая толща сложена суглинками, а с 50 см сменяется на супесчаную с преобладанием фракции крупной пыли. Гумусовый профиль также можно разделить на 2 части. Максимальное содержание гумуса приурочено к слою 0–5 см. С 40 см его количество уменьшается в два и более раз. Тип гумуса – фульватный. N_{общ.} составляет 0.10–0.19 % в гумусовом горизонте. Соотношение C:N варьирует от 5.5 до 7.8 с минимумом на глубине 0–5 см. Максимум карбонатов приходится на слой 40–80 см. Почва характеризуется сильнощелочной реакцией (pH 8.6–9.7), что связано с наличием соды (Na₂CO₃) в гумусовом горизонте.

В распределении легкорастворимых солей по глубине наблюдается 2 пика, приуроченные к средней части профиля. На глубине 40–50 см и 63–70 см сухой остаток составляет 2.0 и 2.3 %, соответственно. Ведущая роль в засолении верхней части профиля имеют соль Na₂SO₄, а в нижней – NaCl (рис. 2).

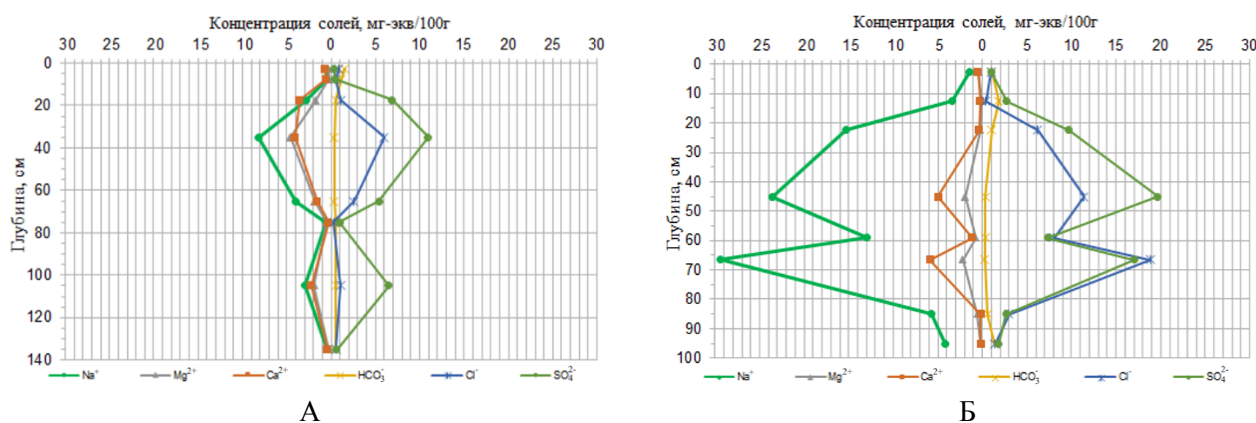


Рисунок 2. Солевые профили почв:
А – разрез № 1 (аллювиально-луговая почва); Б – разрез № 3 (луговой солончак).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Антропогенная деятельность стала активным средством воздействия на почвы и факторы почвообразования практически с началом земледелия. В XX в., как писал А.Е. Ферсман в 1937: «по своему масштабу и значению сделалась сравнимой с процессами самой природы...». Хорошим методом для оценки влияния воздействия человека на почвы является ретроспективный почвенно-экологический мониторинг [1]. Однако, его эффективность зависит от наличия исходных данных. К.М. Клавдиенко [2] одним из первых предложил схему эволюции почв долины р. Сырдарья в исследуемом авторами районе. В 1923 г. он проводил здесь почвенно-мелиоративные изыскания и выделил четыре почвенных района (рис. 3).

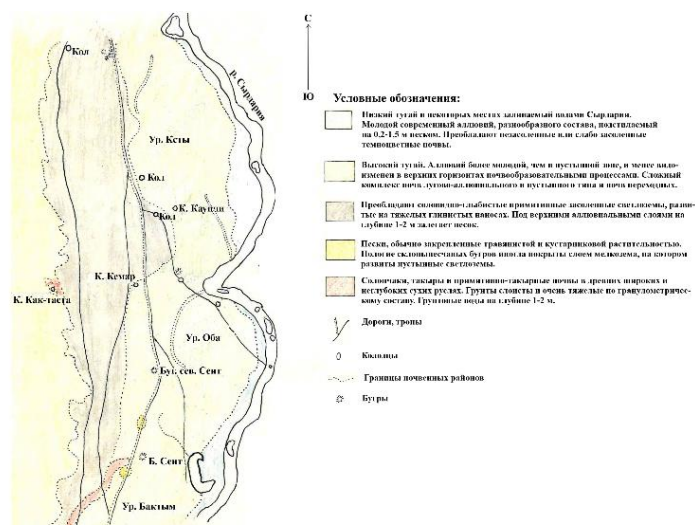


Рисунок 3. Почвенные районы долины р. Сырдарья (К.М. Клавдиенко, 1926).

Все перечисленные почвы на карте (рис. 3) К.М. Клавдиенко относит к 2 типам почвообразования: пустынному и аллювиально-луговому. По его представлениям, эволюция почв идет по пути превращения луговых почв низкого и высокого тугая в пустынные почвы второй террасы: «начиная от примитивного такыра и кончая вполне развитым типичным сероземом» на легких грунтах. Со времени изысканий К.М. Клавдиенко, в ландшафте Чардаринской степи произошли коренные изменения. С созданием водохранилища и зарегулированием р. Сырдарья начался новый этап эволюции почвенного покрова. С применением орошения изменился водный и отчасти термический режим почв долины, образовался новый тип почв «орошаемая болотная почва». Тугайные почвы оказались в более худших условиях увлажнения. Грунтовые воды оторвались от почвенного профиля и периодически промывной режим смелся непромывным.

Смена гидрологического режима грунтовых вод на ирригационный оказала сильное влияние почвенный покров. Это коснулось как почв орошаемых участков, так и прилегающих территорий. По данным Южно-Казахстанской экспедиции ГГИ уровень грунтовых вод до начала орошения на чеке, где заложен разрез № 2, был несколько глубже трех метров. После заливки чека, за период вегетации риса под орошаемым полем образовался купол грунтовых вод (рис. 4).

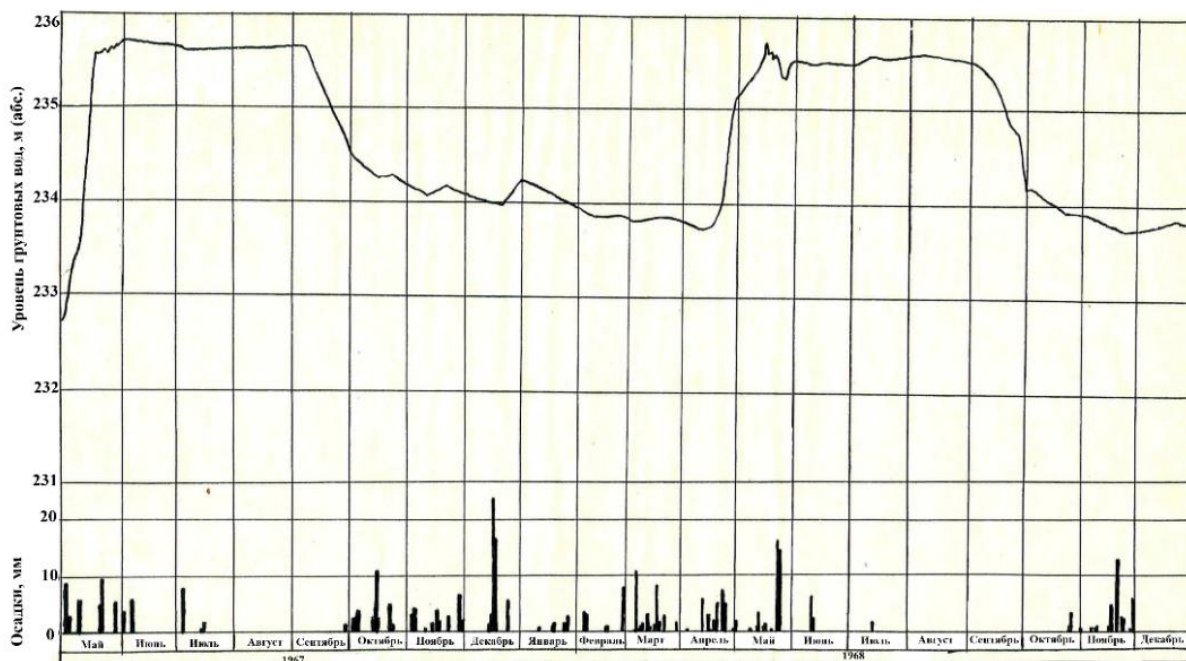


Рисунок 4. Изменение уровня грунтовых вод на рисовом чеке в результате орошения.

В результате горизонтального оттока в межвегетационный период этот купол рассосался. Но уровень грунтовых вод остался на 1 м выше по сравнению с уровнем до орошения. Повышение уровня грунтовых вод вызвало сильное засоление почв окружающих территорий. Так жители рисовхоза, расположенного на довольно большом расстоянии от орошаемых полей, были поражены обильным накоплением солей на поверхности почвы в поселке, которое произошло буквально на их глазах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в связи с изменением водного режима почв, вызванным созданием водохранилища, регулированием реки Сырдарья и применением орошения на рисовых полях, начался новый этап эволюции почвенного покрова. Следствием этого стало коренное изменение почвенного покрова. Уже в первые годы сельскохозяйственного освоения долины р. Сырдарья: стал формироваться новый тип почв (орошаемая болотная почва), началось вторичное засоление почв примыкающих к ним территорий, усилился зональный процесс почвообразования на первой террасе (аллювиально-луговая почва).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Полигоны почвенно-экологического мониторинга* лесных экосистем таежной зоны: учебное пособие для вузов / Б.Ф. Апарин, Б.В. Бабилов, Г.А. Касаткина [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 140 с.
2. *Клавдиенко К.М.* Почвенно-географический очерк южной части Чардаринской долины. Изв. ин-та почвовед. и геоботаники САГУ. Вып. 2, Ташкент, 1926.
3. *Скворцов А.Ф.* Речные наносы и почвы / Почвоведение, № 4. 1959.
4. *Справочные и расчетные таблицы для физико-химических методов исследования почв* / Н.Г. Зырин, Д.С. Орлов, Л.А. Воробьева. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1965. 133 с.

SOILS OF THE SOUTH OF THE CHARDARA STEPPE IN THE VALLEY OF THE SYRDARIA RIVER (EVOLUTIONARY ASPECT)

B.F. Aparin, T.S. Savelieva, E.V. Mingareeva

Dokuchaev Central Soil Science Museum – branch of FSBSI FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, St. Petersburg, Russia

The article describes changes in soils and soil cover of the Syr Darya River valley over a 45-year period. As a result of changes in the water regime of soils caused by the formation of reservoirs and regulation of the Syr Darya River, as well as irrigation of rice fields, acceleration of the stage of soil evolution in the south of the Chardara steppe. The obtained research results can be used in long-term soil-ecological monitoring.

Keywords: alluvial soils, irrigation, salinization, physical and chemical properties, soil-ecological monitoring.

УДК 631.48

ФИТОЛИТЫ КАК ОБЪЕКТ ПОЗНАНИЯ ПОЧВ

А.А. Гольева

ФГБНУ Институт географии РАН, Москва, Россия

В статье дан ретроспективный обзор использования фитолиитного анализа для решения целого ряда вопросов почвоведения в области генезиса и эволюции почв, их антропогенной трансформации в том числе спорных или дискуссионных. Показана ведущая роль российских ученых в разработке основ метода, его применения в почвоведении. Благодаря их исследованиям использование фитолиитов для изучения почв получило развитие во всем мире.

Ключевые слова: фитолиитный анализ, генезис и эволюция почв, палеопочвоведение, археологическое почвоведение.

Фитолииты – микроскопические кремниевые копии клеток растений – начали использоваться для изучения почв задолго до официального признания почвоведения в качестве самостоятельной науки [5].

Применение фитолиитного анализа в почвоведении насчитывает более чем 170 летнюю историю. За эти годы были свои взлеты и падения, периоды активного использования и практически полного забвения из-за слабой разработки метода и, как следствие, недопонимания отдельных моментов его специфики.

Но интерес к методу не угасал благодаря работам российских энтузиастов, среди которых хотелось бы отметить И.В. Тюрина, Н.И. Усова, Е.И. Парфенову, Е.А. Ярилову. За годы работы почвоведы выявили несколько направлений, где данный метод наиболее информативен: генезис почв и отдельных горизонтов, палеопочвоведение и эволюция почв и археологическое почвоведение (рис. 1).

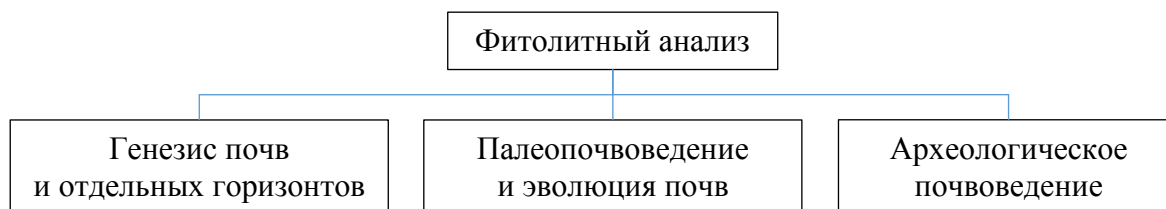


Рисунок 1. Основные направления развития фитолиитного метода в современном почвоведении.

1. *Генезис почв и отдельных горизонтов.* Российскими учеными фитолиитный анализ как основа для выводов о генезисе черноземов был использован еще в 1850 году К.Э. фон Эйхвальдом, продолжен в 1866 году Ф.Ж. Рупрехтом и детально обсужден В.В. Докучаевым в 1883 году в монографии «Русский чернозем» [13]. Таким образом, черноземы стали первы-

Работа выполнена в рамках государственной научной программы FMGE-2024-0010

© А.А. Гольева, 2025

ми почвами, где фитолитный анализ был использован для решения вопроса о генезисе почвы. Следующей почвой, где были использованы фитолиты для определения её генезиса стал подзол в работе А. Крылова [19].

В 1937 году И.В. Тюрин опубликовал большую статью «О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах», в которой помимо методических вопросов, уделено внимание количественному содержанию фитолитов в целой серии почв, расположенных в разных природных условиях: черноземы Каменной степи (Воронежская область), серая лесная почва Тульских засек, подзолистая из Лисино (Ленинградская область), солодь Западной Сибири [28]. Им показано, что во всех этих почвах в разных количествах присутствует биогенный кремнезем растений, который необходимо учитывать при решении вопросов генезиса этих почв. Следует отметить, что помимо фитолитов, выделенных из почв, им были определены фитолиты из основных произрастающих растений, показана корреляция форм.

Выводы И.В. Тюрин заинтересовали Н.И. Усова, который в 1943 году рассмотрел вклад фитолитов в генезис большого ряда почв юга России – темно серая лесная, черноземы выщелоченный, обыкновенный, осолоделый, темно-каштановая, каштановая, солонец, солодь. Н.И. Усов подтвердил и расширил выводы И.В. Тюрин о значительном вкладе фитолитов в формирование морфологического облика и ряда физико-химических свойств этих почв [29]. После 40-летнего перерыва в диссертационных работах И.З. Каманиной была математически обоснована специфичность фитолитных комплексов почв большинства природных зон Европейской территории России (ЕТР) [16] а использование фитолитов для уточнения почв сложного генезиса показано в диссертации Е.К. Бобровой [2].

Одним из наиболее наглядных примеров значимости фитолитного анализа в определении генезиса почв являются почвы вулканического острова Раюньон (Индийский океан, неподалеку от о. Мадагаскар). В середине XX века при создании почвенной карты острова были обнаружены почвы с мощным (около 15 см) белесым горизонтом, залегающим под 10 см подстилкой. По аналогии с известными почвами, имеющими белесый горизонт, они были названы подзолами, хотя ни по одному критерию, кроме промывного водного режима, подзолу не соответствовали. Выдвигалось много гипотез, пытающихся объяснить формирование подзолов там, где их быть не может, пока не был сделан фитолитный анализ этого загадочного горизонта. Оказалось, что весь горизонт представлен исключительно фитолитами [43], то есть генезис горизонта и почвы в целом никакого отношения к процессам подзолообразования не имеет. Дальнейшие исследования [41] показали, что основным поставщиком фитолитов являлся бамбук, который на протяжении более 3.5 тысяч лет произрастал на данном месте и с приходом людей был практически полностью вырублен порядка 300 лет назад для хозяйственных нужд. Таким образом, исключительно благодаря фитолитному анализу был решен вопрос генезиса этой почвы.

Помимо почв в целом, фитолитный анализ используется для определения генезиса отдельных горизонтов почв. Например, второго гумусового горизонта (ВГГ). Впервые это было сделано в монографии Г.В. Добровольского и С.А. Шобы [12], при изучении подобных почв в Томской и Калужской областях. В дальнейшем данные фитолитного анализа регулярно используются при обсуждении вопроса генезиса ВГГ [1, 3, 8, 25, 30]. Географический охват почв с ВГГ, где сделан фитолитный анализ, достаточно широк: от Кировской области на севере до Липецкой на юге и от Владимирской области на западе до Тюменской на востоке. Разнообразие фитолитных комплексов в этом горизонте разных территорий подтверждает вывод о том, что морфологический облик ВГГ может быть следствием разных эволюционных процессов [6].

Другим почвенным горизонтом, генезис которого был скорректирован благодаря фитолитам, стал подзолистый. Ещё в 1951 году Л.П. Новороссова убедительно показала, что в подзолистом горизонте происходит не только вынос разных соединений, но также и привнос и аккумуляция фитолитов, что влияет на общее содержание кремния в горизонте [22]. Иными словами, горизонт формируется не только за счет элювиальных, но и аккумулятивных

процессов. Этот вывод регулярно подтверждается, когда при работе с подзолистыми почвами применяется фитолиитный анализ [4, 7, 13, 20].

2. *Палеопочвоведение и эволюция почв.* Следующим направлением в почвоведении, где фитолиитный анализ с каждым годом используется всё шире, является палеопочвоведение, где решаются вопросы функционирования и эволюции почв в прошлом. О высокой информационной значимости фитолиитов при работе с погребенными почвами писала ещё Е.И. Парфенова в середине XX века [24]. Эту идею в дальнейшем развивала Н.К. Киселева [17]. Благодаря высокой сохранности, фитолиитный анализ позволяет диагностировать очень древние почвы и реконструировать природную среду их формирования [11, 15, 33]. Например, фитолиитный анализ серии педоседиментов стоянки Карахач (Республика Армения), имеющих возраст более 1.7 млн лет назад показал, что в районе Лорийского нагорья в основном преобладала лугово-степная зона с участками листовенного и хвойного редколесья. Результаты позволили реконструировать региональный палеоклимат для периода 1.9–1.77 млн лет назад: резкие сезонные колебания осадков и температуры, жаркое и сухое лето, холодная и влажная зима. Изменения в составе фитолиитных комплексов определили постепенное похолодание климата, основанное на исчезновении морфотипов фитолиитов С4-растений и значительном увеличении доли лесных растений. Итоговым выводом исследования стала гипотеза, что миграция древних гоминидов из Африки в новые регионы началась в наиболее благоприятную, т. е. самую теплую климатическую фазу, за которой последовало похолодание. Однако похолодание климата не помешало гомининам мигрировать, а вызвало их адаптацию к новым условиям и, возможно, способствовало их дальнейшему перемещению на Евразийский континент [12].

Поскольку фитолиитные комплексы являются отражением смены природно-климатических условий, то их анализ в голоценовых почвах, погребенных под естественными или искусственными насыпями, постепенно становится рутинным видом исследования [1, 9, 14, 18, 27, 31, 40]. Благодаря этому стало возможным, например, реконструировать динамику климата и растительного покрова в голоцене. В частности, комплексное изучение почв, погребенных под разновозрастными курганами в Республике Чувашия с использованием фитолиитного метода показало, что погребенные почвы не срезаны и формировались под лесной растительностью с участием широколиственных пород. Это позволило сделать вывод о сходстве природных условий с начала суббореала и до настоящего времени и подтвердить предположение, что формирование темноцветных гумусовых горизонтов всех изученных почв ложится на время до конца атлантического периода. Состав исследованных фитолиитных спектров позволил признать наиболее вероятным существование на юге лесной зоны в это время открытых лесных сообществ с широким участием лугово-степных трав [41].

3. *Археологическое почвоведение.* Относительно молодым направлением современного почвоведения является археологическое почвоведение, в котором фитолиитный анализ занимает далеко не последнее место. В частности, можно выделить два направления, в которых использование фитолиитов наиболее продуктивно: диагностика древних пахотных горизонтов и характеристика антропогенной трансформации почв в процессе формирования и функционирования культурных слоев поселений.

При проведении охранных раскопок в Московской области были изучены почвы под средневековыми курганами и расположенная рядом современная почва. Сравнительный анализ фитолиитных комплексов современной луговой и погребенной под курганом XII века пахотной почвы показал, что современная почва так же ранее распахивалась. Оказалось, что даже спустя порядка 800 лет в бывшем пахотном горизонте сохраняются как количественный максимум фитолиитов в районе бывшей плужной подошвы, так и качественный состав фитолиитного комплекса – наличие специфических фитолиитов культурных злаков [36].

Вопросы интенсивности, характера и степени воздействия в прошлом людей на почвы и ландшафты весьма актуальны и фитолиитный анализ позволяет ответить на многие вопросы [10, 21, 26, 36, 39, 42, 45, 46]. В качестве примера приведем результат изучения почв, погребенных под курганами раннего железного века (савроматские, раннесарматские и поздне-

сарматские) в Соль-Илецком районе Оренбургской области [11]. Результаты работы убедительно показали антропогенное изменение почв перед или в период создания курганов. Степень и характер антропогенного воздействия на погребенные почвы не одинаковы в разные исторические эпохи и отражают уровень антропогенной нагрузки на территорию и в какой-то степени – её природный растительный потенциал. То есть, почвы под курганами (созданными людьми насыпями) зачастую эродированы именно из-за искусственного генезиса археологических памятников.

На сегодняшний день метод успешно развивается как в нашей стране, так и за рубежом, позволяя получать новые интересные, зачастую неожиданные результаты в познании почв. Хотелось бы подчеркнуть, что мировое почвенное сообщество стало использовать фитолитный анализ в своих работах для палеопочвенных и генетических исследований лишь начиная с середины XX века благодаря работам Е.И. Парфеновой и Е.А. Яриловой [23, 24, 32, 35, 47], то есть более, чем через 100 лет после российских ученых [34, 37, 38, 44].

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровский А.Л., Гольева А.А., Гунова В.С. Реконструкция палеоландшафтных условий формирования раннескифских почв Ставрополя // Почвоведение. 1997. № 5. С. 533–542.
2. Боброва Е.К. Биогенный кремнезем почв сложного генезиса. // Автореф. дис... канд. биол. наук. М. 1995. 16 с.
3. Гаврилов Д.А. Генезис второго гумусового горизонта почв Васюганской наклонной равнины // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2016. Вып. 85. С. 3–17.
4. Гаврилов Д.А., Лойко С.В. Фитолиты почв темнохвойных гемибореальных лесов юго-востока Западной Сибири // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2016. Т. 7. № 1(13). С. 41–53.
5. Гольева А.А. Биоморфный анализ как составная часть генетико-морфологического исследования почвы // Почвоведение. 1997. № 9. С. 1045–1055.
6. Гольева А.А. История фитолитного анализа в России (от истоков к XXI веку) // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2016. Т. 7. № 1(13). С. 63–68.
7. Гольева А.А. Микробиоморфные комплексы природных и антропогенных ландшафтов. Генезис, география, информационная роль. М. изд. Лки. 2008. 240 с.
8. Гольева А.А. Процессы трансформации и аккумуляции кремнезема в подзолистых почвах средней тайги // Почвы европейского северо-востока и их плодородие. Л.: Наука. 1989. С. 66–87.
9. Гольева А.А., Александровский А.Л. Использование фитолитного анализа при решении генетико-эволюционных вопросов почвоведения // Почвоведение. 1999. № 8. С. 257–263.
10. Гольева А.А., Александровский А.Л., Целищева Л.К. Фитолитный анализ голоценовых палеопочв // Почвоведение. 1994. № 3. С. 34–40.
11. Гольева А.А., Хохлова О.С. Особенности почв, погребенных под курганами на юге Оренбургской области (по данным биоморфного анализа) // Почвоведение. 2004. № 4. С. 415–423.
12. Гольева А.А., Хохлова О.С. Палеоэкологические условия периода миграции ранних гоминид в северной Армении по данным фитолитного анализа // Известия РАН, серия географическая. 2025 (в печати).
13. Докучаев В.В. Русский чернозем. СПб. 1883. 297 с.
14. Добровольский, Г.В., Шоба С.А. Растровая электронная микроскопия почв. М., Изд-во Моск. Ун-та. 1978. 144 с.
15. Ильичев Б. А., Гольева А.А. Палеокатены в почвенном покрове холмистых предгорий Восточной Грузии // Почвоведение. 1997. № 11. С. 1285–1292.
16. Калинин П.И., Занина О.Г., Панин П.Г., Кудреватых И.Ю. Фитолитные и палеоландшафтные свидетельства изменения окружающей среды на юге восточноевропейской равнины в плейстоцене // Почвоведение. 2024. № 1. С. 65–78. (Kalinin P.I., Zanina O.G., Panin A.V., Kudrevatykh I.Yu. Phytolithic and paleolandscape evidences of environmental

- change in the south of the East-European plain in the Pleistocene // Eurasian soil Science, 2024, v. 57, no. 1, pp 74–85. DOI: 10.1134/S1064229323602494.
17. Каманина И.З. Кремнеземистые фитолиты в почвах некоторых природных зон // Автореф. дис... канд. биол. наук. М. 1992. 17 с.
 18. Киселева Н.К., Ермолова Л.С. Использование фитолитов при изучении истории почв и растительности // Общие методы изучения истории современных экосистем. М.: Наука. 1979. 170–189.
 19. Климова Н.В., Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Реконструкция растительности и условий почвообразования по свойствам почв и данным микробиоморфного анализа // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2016. Т. 7. № 1(13). С. 76–84.
 20. Крылов А. Подзол Могилевской губ. и происхождение его и растительных биолитов Эренберга вообще. // Зап. имп. Мин. Об-ва. 2-я серия, ч. 8. 1873.
 21. Лада Н.Ю., Миронычева-Токарева Н.П. Микробиоморфы дерново-солоди и погребённой органо-аккумулятивной квазиглееватой почвы лесостепи Западной Сибири // Почвы и окружающая среда. – 2023. – Т. 6. – № 1. – С. 42–53. <https://doi.org/10.31251/pos.v6i1.192>.
 22. Лошакова Т.Н., Гаврилов Д.А. Микробиоморфные исследования культурного слоя поселения Айтман (плато Устюрт) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2015. № 2 (29). 183–191.
 23. Новороссова Л.Е. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах еловых лесов // Почвоведение. 1951. № 2. С. 115–118.
 24. Парфенова Е.И. Исследование примитивных горно-луговых почв на диоритах хребта Магишо (Северный Кавказ) // Выветривание и почвообразование. Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. 1950. Т. XXXIV. С. 49–110.
 25. Парфенова Е.И. Некоторые вторичные минеральные образования в растениях и почве. // Проблемы советского почвоведения. 1949. Сб 15. С. 71–79.
 26. Прокашев А.М., Гольева А.А., Соболева Е.С. Минеральные, органические и микробиоморфные компоненты почв с бинарным гумусовым профилем Вятских Увалов // Успехи современной биологии. 2019. т. 139. № 4. С. 376–390.
 27. Свирида Н.М., Гольева А.А. Возможности диагностики средневековой распашки при помощи фитолитного анализа на примере археологических памятников Куарки и Княжич Московской области // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2016. Т. 7. № 1(13). С. 116–132.
 28. Ташинова Л.Н., Цуцкин Е.В., Гольева А.А., Богун А.П., Чичагова О.А. Характеристика погребенных почв под разновозрастными курганами на Черных Землях Калмыкии // Почвоведение. 2005. № 2. С. 149–160.
 29. Тюрин И.В. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах // Проблемы советского почвоведения. 1937. Сб. 4. С. 9–48.
 30. Усов Н.И. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах // Почвоведение. 1943. № 9–10. С. 30–36.
 31. Фишкис О.В., Гольева А.А. Фитолитный профиль серых лесных почв со вторым гумусовым горизонтом как отражение их эволюции // Материалы по изучению русских почв. Вып. 3 (30). Изд-во СПбУ. 2002. С. 17–21.
 32. Хохлова О.С., Малашев В.Ю., Воронин К.В., Гольева А.А., Хохлов А.А. Слитогенез и эволюция почв Чеченской котловины Северного Кавказа // Почвоведение. 1998. № 10. С. 1184–1177.
 33. Ярилова Е.А. Преобразование минералов сиенита на первых стадиях почвообразования // Выветривание и почвообразование. Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. 1950. Т. XXXIV. С. 110–143.
 34. Abrantes F. 2003. A 340000 year continental climate record from tropical Africa – news from opal phytoliths from the equatorial Atlantic // Earth and Planetary Science Letters. Vol. 209, Iss. 1–2, 165–179.

35. *Baker G. and Leeper G.W.* Phytoliths in Victorian soils // *Australian Journal of Science*, 1958. Vol. 21, 84.
36. *Golyeva A., Svirida N.* Quantitative distribution of phytoliths as reliable diagnostical criteria of ancient arable lands // *Quaternary International*. 2017. T. 434, 51–57.
37. *Ishida S., Parker A.G., Kennet D., Hodson M.J.* Phytolith analysis from the archaeological site of Kush, Ras al-Khaimah, United Arab Emirates // *Quaternary Research*. 2003. Vol. 59, Is. 3, 310–321.
38. *Jones R.L. and Beavers A.H.* Variation of opal phytolith content among some great soil groups in Illinois. 1964. 711–712.
39. *Kanno I., Arimura Sh.* Plant Opal in Japanese soils // *Soil Science and Plant Nutrition*, 1958. 4:2, 62–67. DOI: 10.1080/00380768.1958.10430866.
40. *Lentfer C.J.* Tracing domestication and cultivation of bananas from phytoliths: an update from Papua New Guinea. *Ethnobot. Res.* 2009. App 7, 247–270.
41. *Makeev A., Rusakov A., Kurbanova F., Khokhlova O., Kust P., Lebedeva M., Milanovskiy E., Egli M., Denisova E., Aseyeva E. and Rusakova E.* Soils at archaeological monuments of the Bronze Age – A key to the Holocene landscape dynamics in the broadleaf forest area of the Russian Plain. *Quaternary international*, 2021. 590, 26–47.
42. *Meunier J.D., Colin F. and Alarcon C.* Biogenic silica storage in soils, *Geology*, 27, 1999. 835–838.
43. *Morris L.R., Ryel R.J., West N.E.* Can Soil Phytolith Analysis and Charcoal Be Used as Indicators of Historic Fire in the Pinyon-juniper and Sagebrush Steppe Ecosystem Types of the Great Basin Desert, USA? // *The Holocene*, 2010. 20 (1), 105–114.
44. *Riquier J.* Les Phytolithes de certains sols tropicaux et des podzols (International Congress of Soil Science, 7th, Madison, Wisconsin): International Society of Soil Science, 1960. v. 60, 425–431.
45. *Smithson F.* Silica particles in some British soils // *J. Soil Sci.* 1956. V. 7, n. 1, 122–129.
46. *Wilson S.M.* Phytolith analysis at Kuk, an early agricultural site in Papua New Guinea // *Archaeol. Ocean.* 1985. 20, 90–97.
47. *Sullivan K.A., Kealhofer L.* Identifying activity areas in archaeological soils from a colonial Virginia house lot using phytolith analysis and soil chemistry // *Journal of Archaeological Science*. 2004. Vol. 31, Is. 12, 1659–1673.

PHYTOLITHS AS OBJECT OF SOIL SCIENCE INVESTIGATIONS

A.A. Golyeva

Institute of Geography RAS, Moscow

The article provides a retrospective review of the use of phytolith analysis to solve a number of soil science issues in the field of soil genesis and evolution, their anthropogenic transformation, including controversial or debatable ones. The leading role of Russian scientists in developing the foundations of the method and its application in soil science is shown. As early as 1850, phytolith analysis was used in Russia to determine the genesis of chernozems, in 1873 the contribution of phytoliths to the genesis of podzols was discussed, and in 1937 – solods. The use of phytolith analysis in solving the issue of the genesis of second humus horizons showed that the morphological appearance of the horizon can be a consequence of different evolutionary processes. L.P. Novorossova proved that the podzolic horizon is formed not only due to eluvial processes, but also due to the accumulation of phytoliths. In the dissertation of I.Z. Kamanina mathematically substantiated the specificity of phytolith complexes of soils in most natural zones of the European part of the Russian Federation.

High preservation and specificity of phytolith complexes allows for paleosoil and paleolandscape reconstructions to be carried out hundreds of thousands and millions of years later. At the present stage, the main application of phytolith analysis is the study of soils buried under natural and artificial embankments in order to reconstruct the natural and climatic environment, as well as when working with anthropogenically transformed soils (cultural layers of settlements and ancient arable lands).

Thanks to the research of Russian enthusiasts, primarily E.I. Parfenova and E.A. Yarilova, the use of phytoliths to study soils has developed throughout the world.

Keywords: phytolith analysis, soil genesis and evolution, paleopedology, geoarchaeology.

ГОРОДСКАЯ ЭДАФОЛОГИЯ (КРАТКИЙ ОБЗОР)

М.А. Надпорожская¹, Е.А. Жукова²¹Санкт-Петербургский государственный университет²ФГБУК «Государственный Русский музей», Санкт-Петербург

В настоящее время доминирует представление о деградации биологического круговорота в урбоэкосистемах, необходимости компенсации потерь биогенных элементов. Почвы Исторических центров городов формируются на культурном слое, где запасы органического вещества повышены, содержание макроэлементов (N, P, K) может варьировать от дефицитного до очень высокого. Для оценки и оптимизации условий произрастания зеленых насаждений нужна новая научная специализация, учитывающая специфику фундамента урбанизированной среды, а именно – городская эдафология. Обязателен мониторинг качества почв.

Ключевые слова: почвы города, зеленые зоны общего пользования, урбоэкосистемы.

ВВЕДЕНИЕ

Специализация в науке – это формирование из фундаментальной дисциплины самостоятельного раздела, решающего вопросы изучения нового объекта или ранее не учтенных аспектов базового объекта. Новая специализация разрабатывает свои критерии оценки объекта, уточняет терминологию. Научные специализации возникают при проведении комплексных междисциплинарных исследований. Например, в процессе изучения городских экосистем в конце 20 века от генетического почвоведения, объектом изучения которого являются природные почвы, обособилось учение о почвах города, как антропогенно-измененном теле природы, где влияние хозяйственной деятельности человека стало приоритетным [7].

Для почвы как фундамента природной наземной экосистемы установлены стандарты субклиматического состояния, соответствующего устойчивому взаимодействию почвообразующих факторов. Сельскохозяйственное использование приводит к формированию агроэкосистем, в которых почвы либо повышают естественное плодородие, либо деградируют. Урбоэкосистема формируется в процессе градообразующей деятельности человека. По сравнению с природными экосистемами в агро- и урбо-экосистемах кардинально изменены микроклимат, растительность и животный мир, почвы. Часто рельеф адаптирован под хозяйственные нужды человека. Устойчивость природных экосистем длительно формируется в процессе эволюции. Изменения аграрных и городских ландшафтов происходят за значительно более короткое время. Агроэкосистемы специализированы для получения максимальной биомассы культурных растений. В городе состав растительности формируется либо случайным образом, либо травянистые и древесные растения подбирают по принципу сохранения исторического состава насаждений и/или по их декоративности и приживаемости. Актуальна инвентаризация соответствия требований растений и почвенных характеристик урбоэкосистем, способов ухода за городской почвой для оптимизации роста растительности.

В настоящее время как в научных, так и в прикладных работах еще недостаточно учтена специфичность экосистем города. Доминирует представление о нарушении биологического круговорота, выносе биогенных элементов и необходимости компенсации их потери. Эффективность применения удобрений в городских зеленых насаждениях оценивают, как в сельском хозяйстве – по скорости роста растений. В условиях города для обеспечения долговечности и декоративности зеленых зон общего пользования нужна не максимальная продуктивность, а оптимальная. Поскольку почвенные составляющие урбоэкосистем изменены кардинально, то именно их характеристики и надо учитывать в первую очередь при подборе видового состава растительности и при планировании мероприятий по уходу за зелеными насаждениями.

Эдафические факторы – это почвенные условия, то есть совокупность физических и химических свойств почв, определяющие жизнеспособность и распространение живых организмов в наземных экосистемах. Привлечь внимание научных сообществ и производствен-

ных организаций к вопросам учета уникальности урбоэкосистем, исправить формальный перенос приемов ухода за сельскохозяйственными почвами на почвы городские, организовать периодическое агрохимическое обследование почв зеленых зон города (хотя бы для начала – в Исторических городских центрах), доказать экономическую и экологическую эффективность пересмотра норм внесения удобрений поможет новая научная специализация – городская эдафология. Экология города в общественном сознании связана с вопросами загрязнения городской среды тяжелыми металлами, нефтепродуктами и т.д. Выделение новой научной специализации, городской эдафологии, поможет сместить акцент в экологических исследованиях на оценку почвенно-растительных систем и путей их оптимизации.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Цель городской эдафологии – контроль физико-химических и биологических характеристик почв города, оценка соответствия качества почв потребностям растений. Этим вопросам как в научных работах, так и в рекомендациях для городских организаций-озеленителей в настоящее время не уделяется должного внимания.

В зависимости от истории хозяйственного использования территорий может происходить как уменьшение, так и увеличение содержания макроэлементов (N, P, K). Дисбаланс элементов питания может приводить к видоспецифичному угнетению растительности. Также не один десяток лет тлеет дискуссия о несопоставимости нормативов загрязнения городских сельскохозяйственных почв [3, 4]. Это иногда приводит к абсурдным предписаниям контролирующих органов о замене поверхностных гумусовых горизонтов в исторических парках и скверах города на «чистую почву». Для научного обоснования стандартов и планирования городского зеленого хозяйства нужна новая научная специализация, а именно – городская эдафология, изучающая систему почва–растение, почвенные свойства и процессы, определяющие качество среды обитания человека.

Работы по проектированию и созданию городского ландшафта, по благоустройству и озеленению ведутся без учета качества почв. Почву часто рассматривают как грунт, а не как самостоятельное природное тело с характерными физическими, химическими и биологическими свойствами [10].

При этом описание мероприятий по уходу за почвами городских зеленых зон в нормативных документах представлено абстрактно и повторяется в нормативных документах в течение ряда лет без изменений.

В одной части руководства по содержанию территорий зеленых насаждений Санкт-Петербурга дано научное представление об особенностях урбоэкосистемы. «Садово-парковые насаждения представляют собой искусственно созданные экологически неуравновешенные сообщества, требующие для сохранения в первоначальном виде вмешательства, направленного на их поддержание» [8]. Отмечено, что должен быть проведен «подбор растений, подходящих для климатических и почвенных условий Санкт-Петербурга» (там же). Далее при описании почвенной составляющей урбоэкосистемы в цитируемом нормативном документе не выдерживается заданная концептуальная основа изложения. Приведем наиболее яркие примеры.

Раздел 1.1. назван «Требования к растительному грунту». Речь идет сначала про «улучшение плодородия растительного грунта», а затем приведены критерии «плодородных почв». Авторы используют термины «грунт» и «почва» как синонимы? Или грунт – это привозная почва, которую подсыпают на газон при его ремонте? «При ремонте газона с добавлением растительного грунта следует равномерно внести минеральные, органические (компост, перегной, торфогрунт) удобрения или органоминеральные смеси». В чем различие растительного грунта и торфогрунта?

Отмечено также, что «пригодность растительного грунта для озеленения должна быть установлена лабораторными анализами». Продаваемые органические удобрения имеют сертификаты качества. Анализ городских почв для оценки их потребности в удобрениях не проводится.

Читаем дальше: «Улучшение плодородия растительного грунта следует осуществлять введением минеральных и органических удобрений, проведением известкования, гипсования, промывки, осушения в зависимости от характера и состояния почв» [8]. Не понятно, эти мероприятия предложено провести с городской почвой или с ввозимым грунтом? Следует ли проводить известкование городских почв и вносимых в них грунтов, если известно, что для большей части газонов селитебных зон города характерны нейтральные и щелочные pH (табл. 1) [11]. Еще остаются вопросы к приведенной выше цитате: нуждаются ли почвы нашего города в гипсовании, производилась ли когда-либо промывка почв?

Следующая цитата. «Вносимые минеральные удобрения должны быть сбалансированы по составу, так как чем больше в почве содержится азота, тем больше должно быть фосфора и калия, иначе питательные элементы окажутся недоступными для растений. Действие азотных удобрений продолжается в течение 3–4 лет, фосфорных и калийных – 5–8 лет» [8]. Это утверждение в целом верно, хотя и слишком общее. Есть ли данные по содержанию элементов питания в почве с учетом биологической потребности растений? Обсудим этот вопрос ниже.

Читаем далее: «Точные дозы удобрений можно установить только на основании полного анализа почвы, однако, существуют усредненные оценки обеспечения почв минеральными и органическими веществами, на основании которых даются рекомендации по применению удобрений» [8]. Фактически данная фраза означает следующее: несмотря на то, что урбоэкосистемы значительно изменены по сравнению с природными, регулярного обследования почв города не производится, то для всех зеленых зон общего пользования Санкт-Петербурга рекомендованы нормативы для пахотных почв таежной зоны. А именно: «Норма внесения минеральных удобрений (по действующему веществу) на подзолистых почвах, суглинистых и тяжелосуглинистых почвах: N – 40–50, P – 60–90, K – 40–60 кг/га; на слабоподзолистых и легкосуглинистых почвах: N – 20–30, P – 40–60, K – 30–40 кг/га [8].

Первые аналитические характеристики для почв нашего города в научных исследованиях были получены более 50 лет назад, с ними в целом согласуются более поздние данные (табл. 1). Отмечены смещение pH в щелочной диапазон, для большей части изученных почв – повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия и, как следствие, отсутствие потребности почв в минеральных удобрениях, содержащих эти элементы. Но встречаются и почвы, дефицитные по доступным растениям фосфору и калию (чаще).

Таблица 1. Сравнительная характеристика природных и городских почв (Ленинград – Санкт-Петербург).

Автор, год	Почвы	pH	Подвижные, мг/100 г		N общ., %
			P ₂ O ₅	K ₂ O	
Машинский, 1973*	Природные	3.4–4.6	2–23	6–24	0.10–0.15
	Городские	6.5–7.6	25–175	10–60	0.15–0.30
Фролов, 1998	Городские	6.5–8.3	3–178	22–49	0.45–0.68
Мельничук и др., 2017	Летний сад	6.3–7.2	4–18	5–22	н/о
Матинян и др., 2017	Летний сад	6.7–8.1	6–33	14	н/о

*цит. по Фролов, 1998, с. 24; н/о – не определяли

Содержание и качество органического вещества в городских почвах центральных и периферийных районов Санкт-Петербурга могут значительно варьировать. Чаще отмечено высокое содержание углерода органических соединений (Сорг. 4.0–7.9 % за счет внесения торфа) и валового азота (0.45–0.68 %), обеспеченность подвижным азотом может быть от низкой до очень высокой по критериям для сельскохозяйственных почв. По классификации обеспеченности подвижным азотом, разработанной А.Ф. Ивановым в 1970 году для древесных пород, все почвы характеризуются избыточным его содержанием [9].

Почвы Санкт-Петербурга считаются плодородными, если содержат от 4 % гумуса, доступных растениям форм: азота не меньше 6 мг/100 г, фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) более 10 мг/100 г. Обозначены нижние пределы степени обеспеченности почв, гумусом – менее

1 %, подвижных соединений P_2O_5 и K_2O менее 3 мг/100 г и азота менее 4 мг/100 г [8]. То есть для почв нашего города даны оптимальные и минимальные значения содержания макроэлементов. Вопросы возможного эвтрофирования почв и водных систем города при избыточном внесении удобрений не обсуждаются. Нет рекомендаций по коррекции норм и состава вносимых минеральных и органических удобрений из-за отсутствия аналитических данных по качеству почв. Также нет экономической оценки эффективности или экологического вреда от избыточного внесения удобрений. Возможное решение уже было найдено в Москве, где была предложена система показателей допустимого диапазона содержания элементов питания растений в верхней толще (20 см) городских почв: минеральный азот 5–60 мг/кг, подвижные формы фосфора 20–400 мг/кг, растворимые формы калия 10–350 мг/кг [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В более поздних обобщающих публикациях отмечено, что почвы Санкт-Петербурга как комплекс разновозрастных гетерогенных антропогенных горизонтов и погребенных природных почв представляют собой единую почвенную систему. Для большей части почвенного покрова характерны относительно небольшая насыпная толща (до 2 м), легкий гранулометрический состав, промывной режим, способствующий миграции растворенных веществ по профилю [1]. Антропогенные почвы не только селитебных районов, но и многих парков, характеризуются нейтральной или щелочной реакцией, повышенным содержанием органического вещества и элементов питания растений, особенно фосфора [2, 5, 6].

Сложилась абсурдная ситуация. На протяжении последних десятилетий в научных работах по исследованию Санкт-Петербурга, как и других городов, зафиксированы в многочисленных публикациях подщелачивание и эвтрофикация почв. Встречаются исключения, вероятно, в районах новостроек, связанные с подсыпкой или обнажением минерального грунта. Возможно, к таким исключениям приводит и внесение грунтов (олиготрофного торфа или неплодородной почвы) в исторических районах города. Несбалансированное ни по качеству почв, ни по биологическим потребностям растений внесение удобрений приводит к экономическому и экологическому ущербу.

Требуются новые научные разработки на новой концептуальной базе. Экология города занята решением проблем загрязнения городской среды. Выделение новой научной специализации, городской эдафологии, посвященной изучению системы растение-почва с акцентом на самую актуальную проблему – оптимизацию мероприятий по уходу за почвой, может решить массу горячих вопросов, которые пока игнорируют управляющие городские структуры. И только совместные усилия научных коллективов (агрохимиков, почвоведов, геоботаников), предприятий, озеленяющих городские территории и управляющих ими, Комитета по благоустройству Санкт-Петербурга и Комитета по природопользованию Санкт-Петербурга, позволят не только поставить и решить срочные задачи городской эдафологии, но и оперативно внедрить их в жизнь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахматова К.А., Матинян Н.Н. Изучение почв Санкт-Петербурга и его окрестностей: от В.В. Докучаева до наших дней // Живые и биокосные системы. 2016. № 16. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-16/article-4>.
2. Бахматова К.А., Матинян Н.Н., Шешукова А.А. Антропогенные почвы городских парков (обзор) // Почвоведение. 2022. № 1. С. 77–95.
3. Капелькина Л.П. Загрязняющие вещества в почвах мегаполисов. Проблемы и парадоксы нормирования // Экология урбанизированных территорий. 2010. № 3. С. 13–19.
4. Капелькина Л.П. Особенности почвообразования и функционирования почв в городских экосистемах // Изв. Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2010. Вып. 190. С. 47–54.
5. Матинян Н.Н., Бахматова К.А., Коренцвит В.А. Почвы летнего сада // Почвоведение. 2017. № 6. С. 643–651.

6. Мельничук И.А., Йассин М.С., Черданцева О.А. Проблемы формирования почвенного покрова Летнего сада и его современное состояние // Вестник РУДН. Сер. Агрономия и животноводство. 2013. № 5. С. 28–36.
7. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.И. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1155–1164.
8. Технологический регламент производства работ по содержанию территорий зеленых насаждений и ремонту расположенных на них объектов зеленых насаждений. 2024. 161 с. <https://www.gov.spb.ru> (Дата обращения 18.02.2025).
9. Фролов А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем. СПб.: Наука, 1998. 328 с.
10. Яковлев А.С., Решетина Т.В., Сизов А.П. Прокофьева Т.В., Луковская Т.С., Самухина Т.М., Евдокимова М.В. Управление качеством городских почв (Методическое пособие) Под общ. ред. С.А. Шобы и А.С. Яковлева. М.: МАКС Пресс, 2010. 96 с.
11. Suleymanov A., Abakumov E., Polyakov V., Kozlov A., Saby N. P.A., Kuzmenko P., Telyagissov S., Coblinski J.A. Estimation and mapping of soil pH in urban landscapes. *Geoderma Regional*, Volume 40, 2025, e00919, <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2025.e00919>.

URBAN EDAPHOLOGY (SHORT REVIEW)

М.А. Nadporozhskaya¹, Е.А. Zhukova²

¹St. Petersburg State University

²State Russian Museum, St. Petersburg

At present, the idea of degradation disruption of the biological cycle in urban ecosystems and the need to compensate for the loss of biogenic elements is dominant. The soils of the historical centers of the city form a cultural layer with increased pools of organic carbon (C) compounds, and the content of macro-elements (N, P, K) varies from deficient to very high. In order to study and optimize the growing conditions of green areas, a new scientific specialization is needed that takes into account the specificity of the urbanized environment, namely Urban Edaphology.

Keywords: urban soils, public green spaces, urban ecosystems.

УДК 631.481 (470)

ПОЧВЫ КРЫМА КАК ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ

Е.И. Ергина

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Россия

Географическое положение Крымского полуострова привело к формированию на его территории, под воздействием разнообразных факторов почвообразования, разновозрастных почв с уникальными свойствами. Что позволяет применить метод почвенных хронорядов для моделирования процессов почвообразования во времени. В работе рассмотрены примеры использования исторической и географической информации для изучения почв, в том числе и для реконструкции условий их формирования. Отмечено, что в настоящее время эволюционные процессы происходят на территории постирригационных ландшафтов, в основном, равнинного Крыма.

Ключевые слова: уникальные почвы, эволюция, постирригационные ландшафты, Крымский полуостров.

ВВЕДЕНИЕ

Среди категории редких почв, которые входят в Красную книгу почв России [9], значительная роль уделяется исследованию уникальных почв. Они были сформированы под влия-

Исследование выполнено при поддержке РФФ, грант № 24-17-20020

© Е.И. Ергина, 2025

нием необычных факторов почвообразования, но в современных естественных условиях, что дает основание отнести их к природным, а не антропогенным объектам. Такие почвы имеют важное научное значение, в связи, с чем нуждаются в строгой охране, для чего участки с таким почвенным покровом должны быть изъяты из хозяйственного использования.

Длительная и насыщенная событиями история освоения равнинного Крыма, оставившая после себя материальные свидетельства в виде курганов, валов, остатков древних городищ и крепостей предоставляет нам возможность изучать вновь сформированные на них почвы как уникальные педологические объекты.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Крымский полуостров расположен в центре Причерноморья, на юге Восточно-Европейской равнины. Омывается водами Черного и Азовского морей. На востоке Керченский пролив шириной 4–15 км отделяет Крым от Кавказа. Узкая и длинная песчано-глинистая коса Арабатской стрелки отделяет от Азовского моря его мелководный залив Сиваш [1, 14]. По рельефу Крымский полуостров разделяют на три неравные части: равнинный Крым, Керченский полуостров со своеобразной грядово-волнисто-равнинной поверхностью и горный Крым [14]. Климат Крымского полуострова характеризуется значительным числом часов солнечного сияния, относительно мягкой зимой и жарким летом при дефиците, практически на всей территории, атмосферной влаги. Годовое изменение температуры воздуха почти совпадает с изменением притока солнечной радиации. Закономерно, что в соответствии с географическим положением Крыма, средняя месячная температура воздуха в основном изменяется с севера на юг, за исключением Южного берега Крыма (ЮБК), где изменение происходит не в меридиональном направлении, а в широтном с запада на восток [14]. Количество осадков за год изменяется от 250–300 мм в степных районах до 1000 мм и более в горах, где создаются специфические условия увлажнения. Большинство районов полуострова относятся к зоне недостаточного увлажнения, особенно западное и восточное морское побережье, где осадков выпадает на 100–150 мм меньше, чем в центральных районах степного Крыма [14]. Равнинный Крым занимают холмистые степи, по большей части распаханые в настоящий момент и утратившие естественный облик. В предгорье (до высоты 350 м над уровнем моря) степи сменяются лесостепью. К югу лесостепь постепенно сменяется поясом дубовых лесов простирающегося до высоты 350–700 м, которые занимают 60 % всех лесов Крыма. С набором высоты (700–1300 м), пояс дубовых лесов сменяется буковыми и грабовыми лесами. Растительность яйл представляет собой луговые и степные сообщества. На Южном берегу Крыма, пояс сосновых лесов сменяет приморский шибляковый пояс [14].

Крымский полуостров характеризуется значительным почвенным разнообразием [4], обусловленным комплексом факторов почвообразования: геоморфологическим строением, климатом. Создается уникальное сочетание растительности и почв. Ранее, на основе почвенно-картографических исследований сельскохозяйственных земель, крымскими почвоведомы выделялось свыше 440 видов и разновидностей почв [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В современных условиях происходит процесс эволюции и формирования почв в новых условиях среды, обусловленных антропогенным воздействием, современными климатическими изменениями, а на значительных территориях равнинного Крыма трансформацией вещественно-энергетических потоков. Поэтому для теоретических и практических аспектов почвоведения важно определить почвообразующий потенциал природных факторов, при сочетании которых, происходят эти процессы [16]. Ранее нами предпринята попытка оценки этого показателя с использованием биоэнергетического подхода [3]. Общий пространственный фон почвообразующего потенциала природных факторов создается биоклиматическими условиями: условиями увлажнения, термическим режимом, интенсивностью биологического круговорота, но структура почвенного покрова формируется при наборе большего количе-

ства факторов (почвообразующие породы, экспозиция склонов, морфология склонов, микро-рельеф, использование территории и т. д.), которые определяют почвенное разнообразие [4].

Особенности исторического освоения полуострова привели к формированию почв, которые являются источником информации о процессах почвообразования, их интенсивности и специфики. В системе классификации Красной книги почв, они относятся к категории «редкие или уникальные» [9]. Это почвы, сформированные при сочетании достаточно редких, не свойственных зональным, факторов почвообразования. В основном это почвы, сформированные на антропогенных объектах, среди которых преобладают разновозрастные почвы, сформированные на археологических объектах, представленные в Крыму повсеместно и в широком хронологическом диапазоне. Это создает редкие возможности для получения пространственно-временных моделей почвообразования, информационную основу, которых составляют датированные наземные археологические памятники (древние оборонительные, жилые, хозяйственные, культовые и погребальные сооружения и многие другие материальные свидетельства прошлой человеческой жизни) и современные разновозрастные антропогенные объекты, на которых формируются почвы. Почвенно-хронологическая информация, фиксируемая почвами историко-культурного наследия, представлена тремя основными типами: 1) информация о природной обстановке, предшествующей антропогенному преобразованию (погребённые почвы); 2) информация о режиме ренатурации после завершения антропогенного функционирования объекта (дневные почвы); 3) многослойная информация полигенетичных антропогенно модифицированных почв, в памяти которых записано несколько режимов их функционирования – предшествующих, синхронных и последующих по отношению к одному или нескольким периодам антропогенной трансформации [3, 5].

Нами создана база данных таких почв, включающая более сотни объектов (рис. 1).

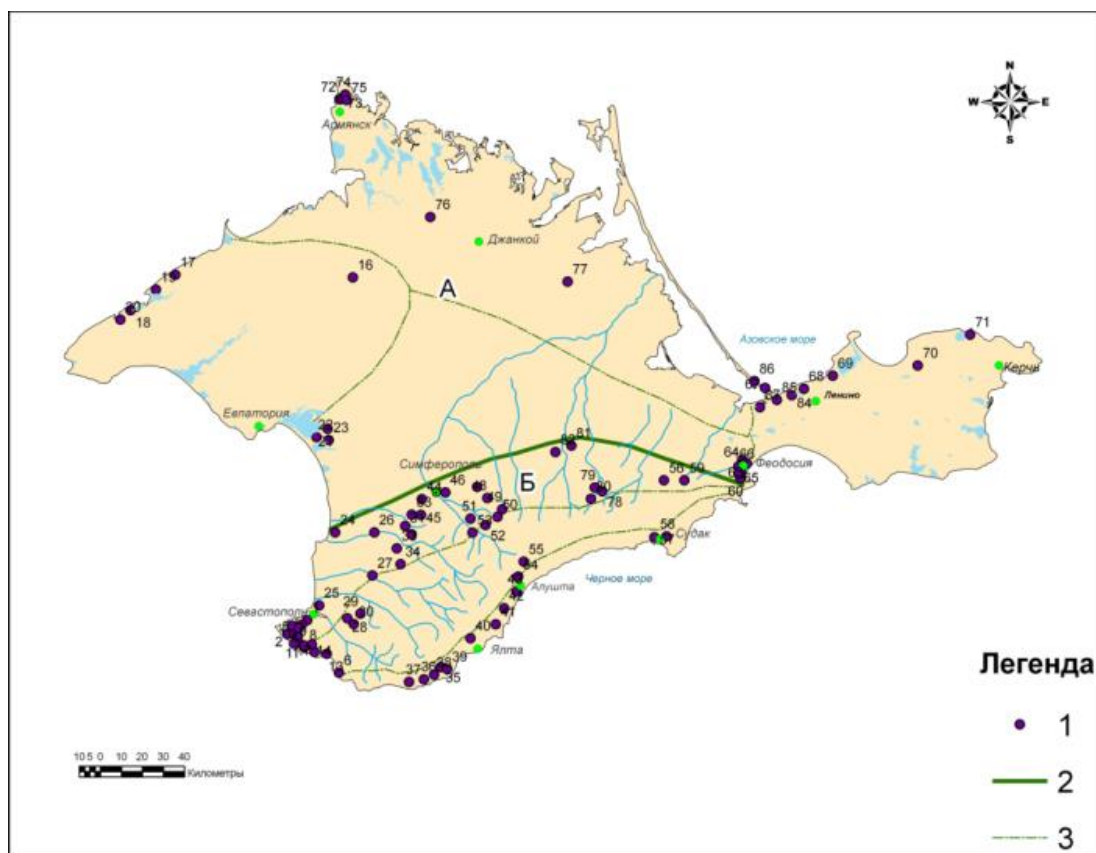


Рисунок. 1. Объекты почвенно-хронологических исследований: (цифрами указаны разновозрастные почвы на датированных поверхностях). 1 – почвы на археологических памятниках, на поверхностях антропогенных нарушений и других датированных поверхностях; 2 – границы физико-географических краев; 3 – границы физико-географических областей [11]. Объекты исследований: 1. Объекты почвенно-хронологических исследований (здесь и далее показаны кружками). Цифрами

указаны разновозрастные почвы на датированных поверхностях: 1 – насыпь артиллерийской батареи XVIII в.; 2 – крепость Чембало XV в.; 3 – Херсонес, руины X в.; 4 – Гераклеяский п-ов, зональная почва; 5 – почвообразующая порода Гераклеяский п-ов; 6 – мыс Айя; 7 – 14 – Гераклеяский п-ов, клеры V–IV вв. до н.э.; 15 – Гераклеяский п-ов, пашня; 16 – с. Гришино, отвалы карьера конец XX в.; 17 – Межводное, поселение V–IV вв. до н.э.; 18 – Поселение Панское IV–III вв. до н.э.; 19 – Ярилгачское поселение IV–III вв. до н.э.; 20 – Калос – Лимен, городище I в. н.э.; 21 – Гаршино, поселение IV–III вв. до н.э.; 22 – Кара-Тобе, городище II в. н.э.; 23 – окрестности Евпатории, дот ВОВ; 24 – Усть-Альминское поселение III в. н.э.; 25 – Херсонес, стена дома XV в.; 26 – Алма-Кермен, поселение II–III в. н.э.; 27 – Сюйреньская крепость XV в. н.э.; 28 – село Холмовка, окопы ВОВ; 29 – Эски-Кермен, пещерный город III в. н.э.; 30 – Мангуп, пещерный город XV в. н.э.; 31 – Бакла, пещерный город XV в. н.э.; 32 – Таш-Джарган, поселение II–III в. до н.э.; 33 – Чуфут-Кале, пещерный город XV в.; 34 – Кыз-Кермен, пещерный город XV в.; 35 – гора Крестовая X в.; 36 – Ай-Тодор, монастырь XV в.; 37 – Иссар-Кая, крепость XV в.; 38 – Харакс, римская стена I в. н.э.; 39 – Харакс, «Таврская» стена V–IV в. до н.э.; 40 – Гелин-Кая, крепость XV в.; 41 – Артек, поселение X в.; 42 – мыс Плака, остатки церкви XV в.; 43 – Алустон, крепость, XV в.; 44 – Красное, поселение V – IV в. до н.э.; 45 – Неаполь скифский, городище III в. н.э.; 46 – Симферополь, отвалы сер. XX в.; 47 – отвалы на окраине Симферополя конец XX в.; 48 – Джалман, поселение XV в.; 49 – Долгоруковская яйла, поселение V – IV в. до н.э.; 50 – село Дружное, Долгоруковская яйла V – IV в. до н.э.; 51 – Пионерское, поселение XV в.; 52 – Кизилкобинское урочище, поселение VII в. н.э.; 53 – Мамут-Султан, поселение III в. н.э.; 54 – Фуна, крепость XV в.; 55 – Демерджи, окопы ВОВ; 56 – Троице-Параскевиевский монастырь, руины нач. XX в.; 57 – Судак, крепость XIV в.; 58 – Судакская крепость, развалины казармы XVIII в.; 59 – Сурб-Хач, монастырь XVIII в.; 60 – Феодосия: Каффа, крепостная стена XV в.; 61 – Айвазовское, остатки системы водоснабжения XVIII в.; 62 – Северные склоны г. Тепе-Оба, руины XIX в.; 63 – Феодосия, руины моста нач. XX в.; 64 – г. Тепе Оба, руины XIX в.; 65 – Руины склепа XIX в.; 66 – Карантин, руины XV в.; 67 – Арабатская крепость, руины XVIII в.; 68 – Семисотка, противотанковый ров ВОВ; 69 – Семеновка, поселение XVIII в.; 70 – Узунларский оборонительный вал I в. н.э.; 71 – м. Зюк, Зенонов Херсонес, городище II в. н.э.; 72 – Перекопский Вал, земляная крепость Ор-Капу нач. XIX в.; 73 – каменная крепость на берегу Каркинитского залива нач. XIX в.; 74 – остатки ДОТа на берегу Каркинитского залива ВОВ; 75 – отвалы окопов «Армянского плацдарма» ВОВ; 76 – насыпь Северо-Крымского канала; 77 – насыпь Северо-Крымского канала; 78 – остатки партизанской землянки ВОВ; 79 – остатки зданий с. Кока-сан сер. XX в.; 80 – Руины лесосушки сер. XX в.; 81 – отвалы карьера «Провал» конец XX в.; 82 – отвалы карьера на г. Ак-Кая конец XX в.; 83 – антропогенные лесотехнические террасы сер XX в.; 84 – остатки ДОТа (Арабатская стрелка) ВОВ; 85 – отвалы карьера конец XX в.; 86 – Бар Арабатской стрелки; 87 – Акмонайский вал VII в. до н.э. А – Крымский степной край: I – Присивашско-Крымская низменная область; II – Тарханкутская возвышенная область; III – Центральнокрымская возвышенная область; IV – Керченская холмисто-грядовая область. Б – Крымский горный край: I – Предгорная – Крымская область; II – Горно-Крымская область; III – Южнобережно-Крымская область.

Остановимся на некоторых из них. В Крыму со второй половины IV – начала III тысячелетия до н.э. В эпоху ранних металлов – энеолита, затем – меди и бронзы, появляются антропогенно-преобразованные территории с культурным слоем (например, стоянки, так называемых «ракушечных куч», энеолитического времени). После эпохи раннего железа, когда в VIII в. до н.э. – IV в. н.э. существовали киммерийская, кизилкобинская, таврская, скифская и античная культуры, наступает эпоха Средневековья (V–XVII вв.). На каждом из этих этапов человек в различной степени преобразовывал природные ландшафты. После прекращения бытования на этом объекте возникали условия для формирования разновозрастных уникальных почв под действием природных факторов почвообразования (табл. 1).

Проведенные нами исследования уникальных почв включали, прежде всего, выбор объектов (поселений, оборонительных валов, курганов), надежно датированных археологическими и историческими методами в диапазоне дат от XIV в. до н.э. до IX в. н.э., а также задернованных поверхностей, относящихся к XV–XX вв. (жилые и хозяйственные постройки, окопы военного времени, техногенные отвалы горных пород и др.) на поверхности которых формируются почвы. Большинство объектов, на которых формируются разновозрастные почвы, составляющие основу уникальных почв, сосредоточены в предгорной и горной

части полуострова, что обусловлено географическими и социально-историческими особенностями освоения территории полуострова.

Чрезвычайно информативными объектами могут стать курганы разного возраста, которые распространены преимущественно на территории равнинного Крыма. Курганы появляются в позднем энеолите, когда возникает традиция создания погребальных объектов. В Крыму, по данным П.Д. Подгородецкого с соавторами, их насчитывается 11000 [12]. По информации авторов геоинформационной базы археологических памятников присивашского региона [6], в Крымском низменном историко-географическом районе еще в прошлом веке находилось 1386 курганов; в Краснопереконском районе и на землях г. Армянска на государственном учете находится 219 курганов, в Джанкойском районе – 196 таких памятников. На государственном учете в Нижнегорском районе, на сегодняшний день, находится 39 курганов, в Советском районе – 121 курган. Причем в северной части Советского района количество курганов невелико, а на территориях к югу от реки Салгир их количество растет. Количество курганов снова увеличивается на территории Кировского района, и в западной части Ак-Монайского перешейка, где на государственном учете находится 232 кургана [6]. Конечно, необходимо проведение дополнительных археологических исследований, при которых, несомненно, будут обнаружены новые памятники. Как видим, регион очень перспективен для проведения почвенно-хронологических исследований, но большинство курганов были распаханы в результате сельскохозяйственного освоения территории, или находятся в стадии изучения археологами, поэтому их крайне трудно идентифицировать, а уникальные почвы после трансформации навсегда утрачивают свою информативность.

Таблица 1. Общая характеристика потенциальных объектов с уникальными почвами на территории Крымского полуострова.

Время	Характеристика периода	Потенциальная возможность для формирования почв
Энеолит 3.2–1.9 тыс. л. до н.э.	Строительство курганов энеолитической эпохи	Большинство, в неудовлетворительном состоянии из-за распашки и повреждений в результате разорения черными археологами
Эпоха бронзы 1.9–0.9 тыс. л. до н.э.	Обустройство курганов кеминской, катакомбной, многоваликовой керамики и срубной культур	
Эпоха раннего железа VIII в. до н.э. – IV в. н.э.	Поселения киммерийцев и тавров, племен кизил-кобинской культуры, захоронения скифские, сарматские. Поселения греков	В предгорном Крыму поселения скифов, на побережье морей значительное количество остатков греческих городов и поселений Херсонеса, Боспорского царства)
Средневековье IV–XV вв.	Возникновение феодальных княжеств, позже Крымского ханства	Остатки пещерных городов, поселений, монастырей
Новое время XIII–XVIII вв.	Интенсификация освоения территории Крыма	Фортификационные сооружения периода Крымской войны
Новейшее время XVIII–XX вв.	Появление современных городов, развитие курортов	Остатки сооружений, отвалы заброшенных карьеров, старые дороги, мосты и др.

Объектами исследований тысячелетнего возраста стали следы бытования скифских племен и древних греков, населявших Крымский полуостров. Среди них необходимо выделить группу объектов на территории Керченского полуострова – остатки поселений Боспорского царства, (Мысовое, Семеновка, остатки Узунларского вала и др.). И группу поселений сельскохозяйственной округи Херсонеса – хоры (хора – «пространство на поверхности земли»). В состав хоры в начале III века до н.э. входили города Херсонес, Керкинитида, Калос-Лимен.

Большой интерес представляют почвы, сформировавшиеся на культурном слое и элементах фортификационного назначения – бelligеративных ландшафтах. Бelligеративные ландшафты (от лат. *Belligero* – вести войну) обязаны своим возникновением военным действиям.

Бelligеративные ландшафты Крыма представлены земляными валами, рвами, крепостями, окопами, воронками и др. Они имеют нечёткие контуры, поросшие типичной для данной местности травянистой растительностью, состоящей, как правило, из полыни крымской, типчака, житняка т.д. К таким объектам можно отнести остатки крепостей на территории Перекопского вала. Благодаря выгодному географическому положению Перекопский перешеек практически во все эпохи был в гуще исторических событий. Здесь изучены многочисленные поселения эпохи бронзы, Средневековья, представленные самим Перекопским (Турецким) валом и рвом, хорошо сохранившейся крепости Ор-Капу, выдающимися памятниками археологии и фортификации XX века, а также укреплениями периода Гражданской и Великой Отечественной войн. Такая насыщенность разновозрастными техногенными объектами даёт прекрасный материал для почвенно-хронологических исследований, но в то же время предъявляет особые требования к датировке отложений.

Для получения исходного эмпирического материала для исследования генезиса и морфологии уникальных почв, также использовались данные почвенно-хронологических исследований почв, сформированных на разновозрастных датированных поверхностях территории южной части Арабатской стрелки. Объектами для изучения стали: основа южной части бара Арабатской стрелки; остатки Акмонайского вала (VII в. до н.э.); руины Арабатской крепости, которая была возведена около трехсот пятидесяти лет назад и разрушена в 1855 году.

К уникальным почвам следует отнести и такие образования как золистые почвы. Золистые почвы и зольники, выделяемые крымскими почвоведом в региональной классификации почв Крыма [13], образовались на месте старых поселений и занимают площадь 14,2 тыс. га. (позже в классификации почв [7, 8] золистые почвы не отмечены, а зольники отнесены к выходам пород). Нами найдены такие почвы, в погребенных горизонтах на месте поселения II века до н.э. Кара-Тобе. Почвы, сформированные непосредственно на зольниках, имеют по прошествии 11–17 веков темно серый аккумулятивный горизонт мощностью 21–28 см и светло-серый переходный. Реакция почвенного раствора в аккумулятивном горизонте щелочная (pH = 8,2–8,8), а в исходном субстрате – сильнощелочная. Содержание гумуса в аккумулятивном горизонте достигает 6–7 %, но не весь углерод имеет гумусовую природу [10].

Современный этап эволюции почв можно проследить в настоящее время на участках постирригационных земель – это территории сельскохозяйственного использования в условиях орошения с середины 20 века до 2014 года, когда в силу известных причин орошение днепровскими водами, поступавшими на равнинную часть полуострова по Северо-Крымскому каналу, прекращено.

В настоящее время отмечается динамика свойств почв, формирование которых имеет незначительные «характерные времена». Это изменения морфологических особенностей профиля почв, физических свойств, солевого режима и гумусового состояния [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди категорий редких почв в Крыму, значительную роль мы уделяем исследованию уникальных почв. Они были сформированы под влиянием необычных факторов почвообразования, но в современных естественных условиях, что дает основание отнести их к природным, а не антропогенным объектам. Такие почвы имеют важное научное значение, в связи, с чем нуждаются в строгой охране, для чего участки с таким почвенным покровом должны быть изъяты из хозяйственного использования. Длительная и насыщенная событиями история освоения равнинного Крыма, оставившая после себя материальные свидетельства в виде курганов, валов, остатков древних городищ и крепостей предоставляет нам возможность изучать вновь сформированные на них почвы как уникальные педологические объекты. Уникальные почвы на территории Республики Крым представлены погребенными под ис-

кусственными насыпями, водохранилищами и др. антропогенными объектами, а также новообразованными почвами археологических и исторических памятников.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Атлас: Автономная Республика Крым*. Под ред. Н.В. Багрова, Н.Г. Руденко. Симферополь: ТНУ им. В.И. Вернадского, Крымский науч. центр НАН и МОН Украины. Ин-т географии НАН Украины. 2003. 78 с.
2. *Драган Н.А.* Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: ДОЛЯ, 2004. 208 с.
3. *Ергина Е.И.* Пространственно-временные закономерности процессов современного почвообразования на Крымском полуострове. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. 224 с.
4. *Ергина Е.И., Горбунов Р.В., Табуницкий В.А., Петлюкова Е.А.* Почвенное разнообразие территории Крымского полуострова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2023. № 1 (217). С. 61–69.
5. *Ергина Е.И., Горбунов Р.В., Щербина А.Д.* Почвенные эталоны и редкие почвы Равнинного Крыма Симферополь. ООО «Издательство Типография «Ариал». 2018 168 с.
6. *Кайданский В.В., Колотухин В.А., Колтухов С.Г.* Использование ГИС-технологий как необходимый этап создания кадастра памятников археологии на примере Сивашского региона // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. 2006. – Т. 9(58). № 2. Серия: География. С. 30–37.
7. *Классификация и диагностика почв России*. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
8. *Классификация и диагностика почв СССР*. М.: Колос, 1977. 223 с.
9. *Красная книга почв России: Объекты Красной книги и кадастра особо ценных почв* / под ред. Г.В. Добровольского, Е.Д. Никитина. – М.: МАКС Пресс, 2009. 576 с.
10. *Лисецкий Ф.Н., Ергина Е.И.* Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене // Почвоведение. 2010. № 6. С. 643–657.
11. *Маринич О.М., Пархоменко Г.О., Петренко О.М., Шищенко П.Г.* Удосконалена схема фізико-географічного районування України // Український географічний журнал. 2003. № 1. С. 16–20.
12. *Подгородецкий П.Д.* Крым: Природа: Справ. изд. – Симферополь: изд-во «Таврия» 1988 г.
13. *Половицкий И.Я., Гусев П.Г.* Почвы Крыма и повышение их плодородия Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
14. *Современные ландшафты Крыма и сопредельных территорий*. Под науч. ред. Позаченюк Е.А. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
15. *Хитров Н.Б., Роговнева Л.В., Дунаева Е.А., Попович В.Ф., Паштецкий В.С., Клименко О.Е.* Постирригационное состояние пахотных почв степного Крыма Таврический вестник аграрной науки. № 1(5). 2016. – С. 91–110.
16. *Шоба С.А., Герасимова М.И., Таргульян В.О., Урусевская И.С., Алябина И.О., Макеев А.О.* Почвообразующий потенциал природных факторов // Генезис, география и экология почв: сб. науч. труд. Междунар. конф. Львов. 1999. С. 90–92.

CRIMEAN SOILS AS A SOURCE OF INFORMATION

E.I. Ergina

Vernadsky Crimean Federal University, Russia

The geographical location of the Crimean peninsula has led to the formation of soils of different ages with unique properties on its territory, under the influence of various factors of soil formation. This makes it possible to apply the method of soil chronographs to simulate soil formation processes over time. The paper considers examples of the use of historical and geographical information for studying soils, including for reconstructing the conditions of their formation. It is noted that at present, evolutionary processes are taking place in the territory of post-irrigation landscapes, mainly in the flat Crimea.

Keywords: unique soils, evolution, post-irrigation landscapes, Crimean peninsula.

ИНТЕРЕСНО, ДОСТУПНО, ПОЗНАВАТЕЛЬНО О ПОЧВАХ
В РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Н.Л. Каменных, В.Д. Наумов, К.А. Шмакова

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

В статье рассмотрена роль кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения и Почвенно-агрономического музея имени В.О. Вильямса в популяризации знаний о почвах, в образовании, проведении полевых практик.

Ключевые слова: Кафедра почвоведения, геологии и ландшафтоведения, Вильямс В.Р., почвенная экспедиция, полевая практика.

Кафедра почвоведения, геологии и ландшафтоведения в Российском государственном аграрном университете – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева берет свое начало в далеком 1984 году, когда была организована кафедра почвоведения и общего земледелия, а с 1912 года из состава этой кафедры была выделена самостоятельная кафедра почвоведения. Все эти годы и вплоть до 1939 года кафедрой заведовал Василий Робертович Вильямс и с этих времен не только серьезные научные исследования в области почвоведения проводили сотрудники кафедры, но всевозможные мероприятия, связанные с популяризацией знаний о почве [1, 4].

Многие годы деятельности В.Р. Вильямс потратил на то, чтобы основательно ознакомиться с природными и хозяйственными условиями отдельных областей, как в России, так и за границей. Из своих многочисленных поездок он собирал материал по почвам, геологии и растительности. На кафедре накопился большой ценный научный материал. Систематизируя его, Вильямс создал богатейшие коллекции почв, растительности и горных пород по основным почвенно-климатическим зонам, с научно разработанной их характеристикой. Весь этот материал и послужил в дальнейшем основой для организации музея, ныне это крупнейший в мире Почвенно-агрономический музей имени В.Р. Вильямса [1, 4].

В последующие годы силами сотрудников кафедры, музея, почвенной экспедиции, а также аспирантов и студентов фонды музея многократно преумножались. В 20 столетии при активном участии почвоведов Тимирязевки с целью изучения генезиса, свойств и режимов почв и решения важнейших задач вовлечения почв обширных территорий в сельское хозяйство были обследованы почвенный покров самых разнообразных регионов. Большие почвенные исследования проводились на территории Советского Союза: Дальний Восток, Якутия, Коми АССР, Удмуртия, Архангельская, Смоленская, Волгоградская, Московская, Калининская, Рязанская, Тульская, Курская, Ростовская, Запорожская, Крымская, Ульяновская, Куйбышевская области, Красноярский край, Тува и другие регионы страны, а также за рубежом почвенные работы охватили территории таких стран как: Ливия, Гвинея, Мексика, Монголия, Куба, Норвегия, Камбоджа, Вьетнам, Ирак и др. [3].

Сотрудники из экспедиций привозили материал для пополнения учебных коллекций монолитов почв, минералов, горных пород, натуральных экспонатов, наглядных материалов [5]. В 1934 г. вся эта богатейшая коллекция получила официальный статус музея, в 1938 г. началось строительство отдельного здания Почвенно-агрономического музея. В настоящее время на площади 1500 м² собрана одна из самых крупных почвенных коллекций в мире. В музее находится 3.5 тыс. монолитов почв и более 30 тыс. рассыпных почвенных образцов из различных генетических горизонтов. Коллекция музея демонстрирует всё многообразие почв от Северного Ледовитого океана до экватора и дает представление не только о разнообразии почв России, но и зарубежных стран. В сборе экспонатов вместе принимали участие многие известные в будущем почвоведы, географы и геоботаники: А.Н. Соколовский, В.П. Бушинский, Н.М. Тулайков, Н.А. Мантейфель, Н.И. Савинов, В.А. Францессон и др. [3].

Такой богатый экспозиционный материал, как на кафедре, так и в стенах музея, научный потенциал и опыт преподавательской деятельности, накопленный за многие десятилетия, в полной мере позволяют в настоящее время вести не только научную, учебную, образовательную, но и просветительскую деятельность среди широких масс слушателей.

При кафедре работает геолого-минералогический музей, он был открыт в год основания Петровской Земледельческой и лесной академии в 1865 году, благодаря трудам заведующего кафедрой минералогии и геогнозии И.Б. Ауэрбаха, первые экспонаты были собраны еще до официального открытия Петровки. Изначальное название музея – «Геолого-минералогический кабинет». Цель создания подобных кабинетов в то время заключалась в возможности практического обучения студентов в свободное время с возможностью углубления знаний и навыков.

С почвами и почвенным покровом сотрудники кафедры знакомят не только студентов, но и школьников и дошкольников, студентов и аспирантов других ВУЗов.

Несомненно, что в каждой возрастной аудитории свои особенности восприятия почвы. Дошкольники изучают состав лесных подстилок и дернины, под лупой рассматривая частицы опада и обитателей почвы, почвенными красками рисуют и раскрашивают любимых героев мультфильмов. В этот период необходимо формировать навыки наблюдательности и экологической заинтересованности. На занятиях дети имеют возможность непосредственно познакомиться с образцами почв, используя чувственное восприятие. Ребенок узнает о таких важных свойствах почвы, как цвет, влажность, липкость, пористость, водопроницаемость не теоретически, а на наглядных экспонатах, во время лабораторных опытов [5]. А с каким восторгом и воодушевлением дети сажают на клумбы и в кашпо цветы в детском саду совместно с воспитателями и сотрудниками кафедры! И кто знает, может именно на этих занятиях удалось посеять зерно любви к природе, к родной земле и к Родине.

Ученики младшей школы с почвой знакомятся на уроках по «Окружающему миру». Сейчас очень многие сетуют на то, что дети много времени проводят за телефонами и планшетами, их не интересует чтение книг, они редко находятся на улице и мало знакомятся с природой. Работая с детьми, обучающимися в младшей и средней школе, мы отмечаем их заинтересованность именно в выполнении практических заданий. Изучая многообразие почв в природе, на занятиях знакомим ребят с ландшафтами, показываем монолиты почвы этих ландшафтов, изучаем гербарий растительности, а в завершении предлагаем изготовить клеевые почвенные монолиты зональных типов почв. Любимое занятие у школьников – это определение гранулометрического состава почв полевым методом. Тут интересно и познавательно не только детям и учителям, но и родителям. Такие занятия позволяют детям ближе познакомиться не только с почвой, но и ландшафтами родной страны.

Ученики старшей школы не только приходят на кафедру и в музей на экскурсии и самые разнообразные мастер классы, но и активно вовлекаются в проектную деятельность [7]. За последнее десятилетие школьники под руководством учителей и преподавателей кафедры выполняли научные работы и проекты, с которыми выступали на самых разных конкурсах и становились призерами и победителями, в том числе и Всероссийской Олимпиады Школьников (ВОШ). Тематика работ самая разнообразная. Школьники выполняют полевые, лабораторные исследования почв, грунтов, а в испытательном центре почвенно-экологических исследований ребята работают на современном оборудовании: атомно-абсорбционном спектрометре, рентгенофлуоресцентном (РФА) спектрометре, фотоколориметре, ионометре.

Кафедра работает не только со школьной, но и со взрослой аудиторией. Еще в 90-е годы профессор Н.Ф. Ганжара разработал программу и вел практические занятия на кафедре с садоводами огородниками и дачниками. Все желающие на курсах могли познакомиться с физико-химическими свойствами почв, рассматривались вопросы улучшения почв садово-огородных участков и многие другие вопросы практического характера. В настоящее время на кафедре разработаны программы дополнительного профессионального образования (ДПО) для дачников по оценке почв приусадебных и дачных участков, эта же программа занятий была представлена в рамках проекта Мэра Москвы «Московское долголетие» [6].

В декабре 2016 в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева широко отмечался Всемирный день почв. Была проведена конференция, в которой принимали участие как российские, так и зарубежные ученые. В обширную программу празднования Всемирного дня почв была включена презентация Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса. Богатейшая коллекция музея вызвала огромный интерес у представителей ФАО и Глобального почвенного партнерства [6].

В 2020–2021 годах был осуществлен Проект модернизации почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Была сформирована электронная база данных по разделам экспозиции, созданы портреты и паспорта почв. Итоговые материалы прошли согласование с международными порталами (почвенными, экологическими, географическими, а также сельскохозяйственными). В реализации проекта приняли участие эксперты из Нидерландов, Италии, Испании, Китая, США. Созданная электронная база почв доступна для изучения школьниками, студентам высших учебных заведений и профильными специалистами [6].

С 2016 года на кафедре проводится ежегодная Всероссийская молодежная конференция с международным участием «Вильямсовские чтения», а с 2020 года в рамках этой конференции успешно работает школьная секция.

С 2022 года кафедра проводит предметную олимпиаду по почвоведению для студентов 1 и 2 курса разных направлений подготовки с целью развития интереса к научным исследованиям в области почвоведения, геологии и ландшафтоведения. Состязания проходят в течение недели, имеют несколько этапов, как теоретических, так и практических, вызывают большой интерес у обучающихся, способствуют сплочению студенческих групп, имеют познавательное, научное и просветительское значение [6].

Сотрудники кафедры активно используют коллекции Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса, геолого-минералогического музея в процессе обучения студентов. По ряду дисциплин, таких как «Структура почвенного покрова», «Зональные и провинциальные особенности почвенного покрова», «География почв», «Геология» студенты имеют возможность выполнять практические работы, непосредственно используя натурные экспонаты, а также данные научных и производственных отчетов.

Но не только в стенах кафедры и музеев работают наши преподаватели. В Москве проводятся самые разные курсы, интерактивные занятия, мастер-классы по естественным, агрономическим наукам и по изучению почв и почвенного покрова.

В рамках курса «Рассада зоосада», организованного Московским зоопарком, преподаватели кафедры читают лекции по агрономической характеристике почв. В ходе занятия слушатели знакомятся с основными аспектами оценки почвенных условий приусадебных и дачных участков, способами окультуривания почв и оценкой почвенного плодородия.

Несколько лет в академии реализуется цикл семинаров под председательством Межведомственной комиссии по вопросам образования монашествующих Русской Православной Церкви. Преподаватели кафедры, совместно с другими кафедрами академии не только читают лекции, но и дают ответы на многочисленные вопросы выращивания сельскохозяйственных культур как открытого, так и закрытого грунта.

Интересные циклы занятий для жителей города Москвы предлагают эколого-просветительские центры. Преподаватели кафедры читают лекции в рамках работы таких центров и проводят интерактивные занятия, что так же является одним из способов продвижения знаний о почве и формирования эколого-патриотического воспитания молодежи.

Большой образовательный проект «Школа фермера» реализует АО «Россельхозбанк» совместно с Министерством сельского хозяйства Российской Федерации на базе ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Выпускники проекта получают дипломы о профессиональной переподготовке государственного образца, необходимый для последующей грантовой поддержки при открытии собственного дела. И в рамках данного проекта так же были организованы мастер-классы и прочитаны лекции сотрудниками кафедры.

Ежегодно кафедра принимает слушателей на индивидуальную стажировку, на переподготовку по программам ДПО, в рамках образовательных проектов и учебных визитов как граждан России, так и зарубежных государств.

Важным средством освещения информации о глобальных функциях и значении почвенного покрова, взаимодействия представителей научного сообщества и широкой аудитории являются социальные сети, на кафедре представителями студенческого научного общества (СНО) были созданы группы кафедры в таких социальных сетях, как Вконтакте, Telegram.

Большую роль в подготовке специалистов играют полевые практики. В летний период проходят практики по почвоведению, ландшафтоведению, геологии [2]. Самой значимой и интересной является зональная практика для направления подготовки «Агрохимия и агропочвоведение», направленности Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов. В ходе практики студенты изучают особенности почвенного покрова по маршруту от Московской до Волгоградской области, непосредственно в ландшафтах знакомятся с зональными и интразональными почвами таежно-лесной зоны, зонами лесостепей, степей, сухих степей.

Таким образом, интересно доступно, познавательно о почвах в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева сотрудники кафедры рассказывают самым широким аудиториям слушателей – от дошкольников до специалистов сельского хозяйства, от студенческих масс до широкой аудитории горожан. Занятия проходят в форме лекций, интерактивных занятий, мастер-классов, круглых столов. При широкой популяризации знаний о почве кафедра продолжает вести научную работу, внедрять достижения науки в практику сельского, аграрного и лесного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Каменных Н.Л.* Василий Робертович Вильямс человек. Ученый. Гражданин // 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, 30 ноября – 02 декабря 2023 года. Москва: Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. С. 9–14. EDN AUWVIW.
2. *Каменных Н.Л., Шмакова К.А.* Организации полевых практик студентов по почвоведению направлений: «Экология и природопользование», «Землеустройство и кадастры» и «Лесное дело» // Опыт проведения полевых выездных практик: сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 27 октября 2022 года. Москва, Киров: ООО «Издательство "Радуга-ПРЕСС"», 2022. С. 77–80. EDN INUQSA.
3. *Наумов В.Д., Каменных Н.Л.* Тимирязевская школа почвоведов // Агрохимический вестник. – 2023. – № 1. – С. 87–94. – DOI 10.24412/1029-2551-2023-1-014. – EDN WGQFZW.
4. *Наумов В.Д., Каменных Н.Л.* Академик В.Р. Вильямс и его вклад в генетическое и агрономическое почвоведение // Агрохимический вестник. 2023. № 6. С. 89–96. DOI 10.24412/1029-2551-2023-6-017. EDN YTDJKQ.
5. *Поветкина Н.Л., Филатова А.И.* Особенности формирования экологического сознания при подготовке специалистов в области охраны окружающей среды на примере почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса // Человек и природа: Материалы XXVII Международной междисциплинарной конференции и Международной междисциплинарной молодежной школы, Крым, 18–22 сентября 2017 года / Под редакцией Н.О. Ковалевой, С.К. Костовска, А.С. Некрич, О.А. Салимгареевой. Крым: ООО «МАКС Пресс», 2017. С. 116. EDN ZVPDHD.
6. *Поветкина Н.Л.* Роль кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения в популяризации знаний о почве // Сборник трудов Всероссийской научной конференции с междуна-

родным участием, Москва, 24–25 октября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. С. 16–19. EDN KTUDUW.

7. Поветкина Н.Л., Филатова А.И., Копейкина И.Н., Бакланова А.А. Роль Почвенно-агрономического музея имени В.Р. Вильямса в формировании экологического сознания общества // Природа и общество: технологии обеспечения продовольственной и экологической безопасности / Под редакцией Н.О. Ковалевой, С.К. Костовска, Е.А. Борисовой. – Москва: ООО «МАКС Пресс», 2016. С. 135–140. EDN XBMWDD.

INTERESTING, ACCESSIBLE, EDUCATIONAL ABOUT SOILS IN THE RUSSIAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY – MOSCOW TIMIRYAZEV AGRICULTURAL ACADEMY

N.L. Kamennykh, V.D. Naumov, K.A. Shmakova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

The article examines the role of the Department of Soil Science, Geology and Landscape Science and the V.O. Williams Soil and Agronomic Museum in popularizing knowledge about soils, in education, and conducting field practices.

Keywords: Department of Soil Science, Geology and Landscape Science, Williams V.R., soil expedition, field practice.

УДК 631.4

ПОЧВА И ВОЗРОЖДЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МУЗЕЯ РОССИИ

Д.М. Хомяков

ФГБУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Прообраз музея существовал с конца 18 века при Вольном экономическом обществе. Затем он был преобразован в Отечественный музей сельскохозяйственных произведений (1859), а в 1881 году – это уже «Императорский Сельскохозяйственный музей» с масштабной и разносторонней деятельностью. В его составе есть отдел I – «почвы и удобрения», состоящий из трех подразделов: «почвы и приборы для их исследования»; «средства к возвышению плодородия почв»; «земледобрительные вещества, происхождения органического и минерального». Коллекция образцов и монолитов различных почв подарена профессором В.В. Докучаевым. В СССР аграрный музей просуществовал до 1952 года. Отсутствие отечественного сельскохозяйственного музея в современной России – ситуация исключительная среди экономически развитых стран мира.

Ключевые слова: национальный сельскохозяйственный музей, почва, агротехнологии.

ВВЕДЕНИЕ

Многообразие России и мира – это, прежде всего, разнообразие условий для ведения земледелия и сельского хозяйства в целом. Богатство народов во многом формируется за счет использования почв, как возобновимых или частично возобновимых природных ресурсов. Расчеты показали, что 95–97 % продовольствия человечество получает за счет ведения агропроизводства, и не более 5 % приходится на долю мирового океана и иных объектов гидросферы.

Разнообразие стран и регионов, особенности их исторического и социально-экономического развития, специфика культурного кода, прежде всего, обусловлены разнообразием природных условий и возможностями народов вести сельскохозяйственное производство. Это – или земледелие с определенным набором культур, или кочевое скотоводство, или охота и т.д. Основой является плодородие почв и их возможность обеспечить народонаселение продуктами питания должного объема и качества. Оно определяет и потребность в трудовых ресурсах, какая часть населения сможет, работая на земле, прокормить себя и остальных, останется ли сырье и продукты для товарообмена или торговли с соседями.

Естественные уголья, леса – источник сырья для хозяйственной деятельности и транспорта. Их разнообразие корреспондирует с разнообразием почвенного покрова, который иногда называют «благородной ржавчиной Земли», учитывая его происхождение и свойства.

Таким образом, почва определяет естественнoисторический путь развития народов, а агротехнологии – возможность реализации конкретного сценария в историческом контексте, включая разрушение и возникновение цивилизаций, исчезновение и появления народов, утрату самостоятельности государствами и возникновение новых, смены хозяйственных укладов, войны и революции. Многообразие мира – это многообразие его почв.

Вопрос «о земле» не утратил своей актуальности и сейчас. В настоящее время ценность территории и почвенного покрова растет по экспоненциальной зависимости. Этому способствует рост населения, требований к качеству его жизни, экономическое развитие, стремительное увеличение отходов производства и потребления, антропогенного прессинга на окружающую среду, а также развитие науки и осознания значимости и незаменимости почвенного покрова для человечества.

Великий русский писатель Ф.М. Достоевский (30.10.1821, Москва – 28.01.1881, Санкт-Петербург) издавал ежемесячный журнал философско-литературной публицистики (1876–1877 и 1880–1881 гг.) – «Дневник Писателя». Под тем же названием он вел рубрику в еженедельнике «Гражданин» в 1873 году. По его концепции, широкому кругу освещаемых злободневных проблем, это реальная «энциклопедия русской жизни». В эпоху аграрных преобразований, проводимых в России, писатель много внимания уделял основному вопросу – вопросу о земле. При этом опирался на современные взгляды о роли и месте почвы в сельском хозяйстве. Характерна цитата из рассуждений Ф.М. Достоевского. «В земле, в почве есть нечто сакральное. Если хотите переродить человечество к лучшему, почти что из зверей поделайте людей, то наделите их землею – и достигнете цели.

По крайней мере, у нас земля и община в сквернейшем виде, согласен, – но всё же огромное зерно для будущей идеи, а в этом и штука. По-моему, порядок в земле и из земли, и это везде, во всем человечестве. Весь порядок в каждой стране – политический, гражданский, всякий – всегда связан с почвой и с характером землевладения в стране. В каком характере сложилось землевладение, в таком характере сложилось и всё остальное.

Если есть в чем у нас в России наиболее теперь беспорядка, так это в владении землею, в отношениях владельцев к рабочим и между собою, в самом характере обработки земли. И покамест это всё не устроится, не ждите твердого устройства и во всем остальном» [3].

В начале 21 века Россия вновь переживает период трансформации экономики, в том числе и в сфере аграрно-промышленного комплекса (АПК). Страна прошла большой путь от импортера продовольствия до важнейшего мирового экспортера зерна и другой сельскохозяйственной продукции. Объем его в 2024 году второй раз подряд достиг 44 млрд \$. По планам в 2030 году экспорт должен превысить 55 млрд \$.

В 2025 году стартовал национальный проект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Распоряжением Правительства Российской Федерации от 07.02.2025 N 253-р «О внесении изменений в Стратегию развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, утв. Распоряжением Правительства РФ от 08.09.2022 N 2567-р», она была существенно обновлена и скорректирована.

Еще в период подготовки документа пояснялось, что в рамках разрабатываемой Стратегии предусмотрены два варианта развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов – базовый и консервативный. Базовый предполагает рост объемов производства продукции АПК к 2030 году не менее чем на 25 % по сравнению с уровнем 2021 года и увеличение к 2030 году экспорта продукции АПК не менее чем в полтора раза по сравнению с уровнем 2021 года (Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»). Консервативный вариант подразумевает среднегодовой рост объемов производства продукции агропромышленного комплекса на уровне 1.5 % при реализации текущих программ Минсельхоза России.

Считается, что с начала нашего века АПК – один из самых быстрорастущих секторов глобального рынка, на него приходится около 10 % мирового валового внутреннего продукта (ВВП), к 2050 году спрос на еду по прогнозу увеличится на 70 %, при трехкратном росте дефицита земельных и почвенных ресурсов. Вызывает недоумение тот факт, что в России в 21 веке пока нет национального сельскохозяйственного музея, имеющего в своем составе, в том числе, раздела (блока) почв и раздела (блока) агротехнологий в самом широком представлении: селекция, генетика, биотехнология, агро- и биоинформатика, цифровые решения, робототехника и т.д. Анализу исторических предпосылок для возрождения и формирования на современном уровне научных знаний и экспозиционных возможностей национального сельскохозяйственного музея посвящено данное исследование.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Методология проведения работы заключается в сборе, обобщении, анализе и оценке аналитических и теоретических исследований, а также нормативных правовых актов и методических документов по рассматриваемой теме. В исследовании применялся сравнительный анализ, статистические и общенаучные методы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

К настоящему времени сложился ряд определений понятия «Музей». Классическое определение музея (с греческого – храм муз) – это исторически обусловленный многофункциональный институт социальной памяти, посредством которого реализуется общественная потребность в отборе, сохранении и репрезентации специфических групп культурных и природных объектов (музейных предметов), осознаваемых обществом как ценность, подлежащая изъятию из среды бытования и передаче из поколения в поколение.

Прообраз аграрного и технологического музея существовал с конца 18 века при Вольном экономическом обществе (ВЭО), созданном в 1765 году по указу Екатерины II «для распространения в государстве полезных для земледелия и промышленности сведений». В его собрания входили коллекции моделей сельхозорудий и машин, а также образцы почв, минералогические и зоологические коллекции. Музей моделей сельскохозяйственных машин стал первым в мире учреждением подобного профиля. Музей носил закрытый характер: в его фонды, так называемую модель камеру, допускались только члены общества с целью изучения экспонатов. Коллекции стали доступны для публики с 1803 года. Открыт музей прикладного естествознания и музей моделей и машин. Знакомиться с экспозицией могли только жители столицы и столичного региона, провинция о нем не знала [1, 2, 6, 7]. Для музея лучшие образцы оборудования выписывались и привозились из-за границы. В 1835 году при ВЭО были организованы мастерские, где изготавливались машины и орудия по проектам народных умельцев. Музей рассматривал изобретения, чертежи и рисунки, поступавшие от людей различных сословий, многие публиковались в трудах ВЭО. Среди рассмотренных, – молотилка крестьянина Ивана Могилкина, паровой плуг Белецкого-Носенко, 32 изобретения механика Г.А. Чаплыгина [7].

В 1859 году в Санкт-Петербурге на основе музея моделей сельскохозяйственных машин ВЭО был учрежден «Отечественный музей сельскохозяйственных произведений».

Еще в 1859 году Н.В. Черняев подал мысль министру графу М.Н. Муравьеву о таком музее. Была составлена подробная докладная записка, представленная императору Александру I. Предлагалось организовать семь отделов, которые бы представляли полную картину русского хозяйства и знакомили «с сельскими произведениями нашего отечества» [2, 4, 6, 9].

Первоначально под музей было отведено помещение в главном здании Лесного института в пригороде Санкт-Петербурга. В октябре 1859 года «было отдано департаментом сельского хозяйства распоряжение Лесному институту об очищении «барака», в который могли бы быть перевезены машины и оборудование». В следующем году вышло правительственное распоряжение «О приобретении за границей на известных тамошних заводах и преимущественно на предстоящей в Париже сельскохозяйственной выставке наиболее усовершенство-

ванных орудий и машин, которые могли бы служить не только для хозяев, но и для русских фабрикантов». Они стали началом формирования музейных фондов. Кроме техники, фонды пополнялись и образцами сельскохозяйственной продукции: ботаник В.М. Черняев подарил гербарий кормовых трав, почвовед В.В. Докучаев – образцы типичных российских почв. К 1863 году фонды музея составили два отдела: сельского хозяйства и сельскохозяйственной механики и архитектуры; возник дефицит площадей для размещения экспонатов и хранения коллекций.

В 1864 году музею было выделено помещение в Санкт-Петербурге – здание дворцового эзерциргауза на углу Миллионной улицы, а 12 января 1865 года было утверждено Положение «о сельскохозяйственном музее Министерства государственных имуществ», в котором особо указывалось выполнение просветительских задач. Публичные лекции в музее начались ещё в мае 1861 года: их читал профессор А.В. Советов (известный российский ученый-агроном), практическим же объяснением орудий и машин и производством опытов занимался директор музея Н.В. Черняев. Одновременно читались лекции В.В. Пашкевичем (по плодоводству), Я.О. Шнейдером (по сельскохозяйственным вредителям), П.Г. Алтуховым (по ветеринарии) и др.

При следующем директоре – Н.М. Сольском – к началу 1870-х годов в музее действовало уже 25 отделов. В 1874 году под строительство нового здания музея была выделена территория в северной части бывшего Соляного городка. Здесь по проекту И.С. Китнера и инженеров О.Е. Креля и С.Б. Лукашевича в 1876–1879 гг. был построен настоящий дворец. Почти два года после окончания строительства проводились отделочные работы и оформление экспозиций, прежде чем, 25 июня 1881 года состоялось официальное открытие обновлённого учреждения под названием «Императорский сельскохозяйственный музей».

В его состав впервые был введён рыбоводный отдел, куда на правах отделения входил старейший в России Никольский рыбоводный завод. Дополнительно началось строительство лекционного зала на 450 человек и помещения для публичной библиотеки.

Главные задачи музея: а) доставлять средства к наглядному изучению тех предметов из области сельскохозяйственной промышленности и прикладных наук, с которыми земледельцу приходится иметь дело на практике; б) распространять в России, при помощи выставленных в музее образцов, улучшенные земледельческие машины и орудия; в) доставлять русским механикам и мастерам возможность снимать чертежи с сельскохозяйственных машин и получать на время образцы для подражания; г) служить рассадником научных и практических сведений в области сельского хозяйства и сельскохозяйственной механики, посредством публичных чтений и наглядных объяснений предметов, находящихся в музее, и д) служить учебным пособием для изучающих сельское хозяйство [4–6]. (Заметим, что все эти положения актуальны и сейчас).

Для реализации этих целей, в состав музея постепенно вошли собрания предметов и систематических коллекций по различным отраслям сельского хозяйства и с ним соприкосновенных прикладных наук, расположенные в 12-ти отделах, количеством около 6000 инвентарных записей. Под одним номером этих записей порой скрывались целые коллекции. Так, например, в группе зерен, одни пшеницы заключают в себе свыше 600 образцов разных видов и происхождения; разновидностей картофеля около 350 экземпляров; лесных пород около 600 обрубков; овечьей шерсти более 1500 образцов; плугов разных систем и устройств около 200 экземпляров; ульев до 150 экземпляров и т.д.

Все эти предметы, в виде натуральных образцов, слепков, анатомических и других препаратов, моделей, картин, стенных рисунков и чертежей, фотографических и иных снимков, с пояснительными таблицами и прочим, приобретены в России и за границей или собраны на разных (всемирных, международных, местных, сельскохозяйственных и специальных) выставках. Часть принесена в дар музею, как русскими, так и заграничными агропроизводителями, специалистами, учеными, спонсорами и иными заинтересованными лицами.

Временно в музее выставлялись экземпляры изобретений и усовершенствований и некоторые другие предметы, принадлежащие частным лицам или обществам. Состав коллек-

ций музея по отделам и их подразделениям на классы включал 12 отделов. В том числе, отдел I «Почвы и удобрения», делящийся на 3 класса.

Класс 1. Почвы и приборы для их исследования. При коллекции почв, включающей около 70 образцов, вывешены картины почвенных толщ, почвенная карта и таблицы классификации почв и их анализов.

В собрании приборов для механического исследования почв имеются приборы для отмучивания (определения гранулометрического состава), для отсеивания (определения структуры и почвенных агрегатов), для определения извести в почве, лопатки для отбора образцов почв, буры, щупы.

Класс 2. Средства к возвышению плодородия почв представлены моделями разных систем орошения, устройствами дренажа и пр. Тут же выставлены: коллекция дренажных труб и принадлежностей по орошению, накладные рельефные карты и картины произведенных осушительных работ в Полесье и Окском бассейне.

Класс 3. Землеудобрительные вещества, происхождения органического и минерального, представлены образцами (около 250) в натуральном их виде и переработанными, – с показаниями их анализа или с приложением самих составных частей, в пропорциональных количествах. Здесь выставлены также русские и иностранные торговые пробы туков (удобрений), в виде образцов муки костяной и из фосфоритов, гуано, чилийской селитры.

Географические карты распространенности в России навозного (органического) удобрения, модели навозохранилищ разных систем; ареометр для навозной жижи.

Перечислим только названия других подразделений музея. Несомненно, каждое из них исчерпывающе (на текущем уровне развития знаний и агротехнологии) представляло свой раздел или подотрасль аграрного дела.

Отдел II. Произведения царства растительного.

Класс 1. Произведения полеводства и луговодства;

Класс 2. Произведения садоводства и огородничества;

Класс 3. Произведения лесоводства;

Класс 4. Болезни растений, полезные и вредные для растений животные.

Отдел III. Произведения царства животных.

Класс 1. Произведения скотоводства, коневодства, свиноводства.

Класс 2. Произведения овцеводства;

Класс 3. Произведения птицеводства, пчеловодства, шелководства, рыбоводства;

Класс 4. Промысловые животные.

Отдел IV. Вещества, служащие в пищу человеку и домашним животным.

Класс 1. Вещества, служащие в пищу человеку;

Класс 2. Вещества, служащие в пищу домашних животных;

Класс 3. Приборы и снаряды для испытания питательных веществ.

Отдел V. Орудия, машины и приборы, служащие для добывания растительных произведений.

Класс 1. Орудия для подготовки почвы, для осушения (дренажа), для расчистки вырубленных участков, с целью обращения их в пашню, для приспособления полей и лугов к подъему их плугом, для правильной работы косилками и жнеями; сюда относятся разнообразные дренажные орудия с нивелиром и землемерной измерительной тачкой, кирпичи, заступы, лопаты (луговые, дерновые торфяные), крючья или когти для выдергивания древесных корней, и вообще корчевальные машины, резцы, ручные и конные, для дерна, лугов, кочек и корней, плуги для резки дерна и освежения лугов.

Класс 2. Орудия для механической обработки почвы, состоящей в вспашке земли, т.е. отрезании, переворачивании и дроблении ее пластов, в поверхностном их разрыхлении и перемешивании между собой составных ее частей, в углублении пахотного слоя и разрыхлении подпочв или нижнего слоя, в уравнивании почвы и измельчении комьев, в уплотнении рыхлой почвы для задержания в ней влаги. Таковы: русские сохи и косули; плуги для всякого рода почв и глубины. Для измерения глубины пахотного слоя имеется в коллекциях и осо-

бый прибор. пахания, простые, многокорпусные, оборотные, с сиденьем, виноградниковые; почвоуглубители; скоропашки или рала (экстирпаторы, грубберы, скарификаторы); бороны разного рода (около 40 экземпляров) – луговые, обыкновенные, рычажные, пружинные, дисковые или тарелочные; катки и глыбодобы.

Класс 3. Орудия и машины для удобрения и посева, из которых первые предназначены для раскидывания соломистого навоза или для машинного разбрасывания по полю навозной жижи и минеральных, порошкообразных удобрений, а вторые – для обсеменения полей, посредством ручных или конных орудий, хлебными и другими семенами, иногда одновременно с высыпкой тука, или же для выбрасывания только последнего.

Класс 4. Орудия для ухода за растениями, с целью предохранения их от развития сорняков;

Класс 5. Орудия и машины для косьбы, жатвы и уборки;

Класс 6. Орудия и машины для молотбы и отделки зерна;

Класс 7. Орудия для садоводства и огородничества.

Отдел VI. Орудия, машины и приборы для ухода за животными и добывания их произведений.

Класс 1. По скотоводству, коневодству, овцеводству, свиноводству;

Класс 2. По молочному хозяйству;

Класс 3. По птицеводству, пчеловодству, шелководству и рыбоводству.

Отдел VII. Орудия, машины и приборы хозяйственной техники и экономии, имеющие прямое или косвенное отношение к работе двигателей, равно как по обработке сырых продуктов и некоторых других материалов, а также по уходу за полученными произведениями и иными изделиями.

Отдел VIII. Машины и приборы вододействующие.

Отдел IX. Машины и приборы для перевозки сельскохозяйственных продуктов и других материалов и предметов, упряжные и ручные; сельские экипажи и разные иные, относящиеся к этим коллекциям приборы перемещения и их принадлежности.

Отдел X. Хозяйственные постройки представлены довольно значительной коллекцией моделей целых хозяйств, т.е. разных необходимых в хозяйстве строений.

Отдел XI. Метеорологические приборы. Почвенные термометры, самопишущие барометр, термограф и гигрометр; прибор для определения плотности снега; рейки: водомерная и для измерения толщины снежного покрова; приборы для определения влажности почвы и степени испарения; росомер и дождемеры; флюгеры и т.д.

Отдел XII. Школьный отдел, открытый в 1898 году, имеет целью наглядное ознакомление с устройством сельскохозяйственных учебных заведений, подведомственных департаменту земледелия. В этот отдел вошли пока следующие группы: а) общие графические изображения различных сторон учебного дела в сельскохозяйственных школах: диаграммы и таблицы статистического характера, карты распространения профильных учебных заведений в России; б) печатные издания и учебные пособия департамента земледелия; уставы школ, садоводства, молочного хозяйства, учебники и руководства, наглядные учебные пособия; в) экспонаты учебных заведений: планы, фотографические виды зданий, угодий, образцы письменных и графических работ учеников, гербарии; предметы, относящиеся к содержанию и обмундированию учеников.

Собрание руководств и справочных пособий по предметам, входящим в состав музея и по всем его отделам, а также атласы, альбомы и отдельные рисунки, равно как периодические издания и специальные сочинения, на русском и иностранных языках составили обширную библиотеку музея, постоянно пополняемую.

В 1907–1908 годах, обязанности директора выполнял П.Н. Елагин, который передал из своей личной библиотеки более двух тысяч книг. Следующим директором был назначен В.Д. Батюшков. При нём заметно усилилась лекционная и просветительская деятельность. В 1913–1914 годах лекции посетили более двух тысяч человек. Большинство из них были, говоря современным языком, – отечественные сельхозтоваропроизводители. Они хотели по-

лучить самую последнюю информацию для устройства своих хозяйств и обновить технологии. Музей участвовал в самых разнообразных отечественных и зарубежных выставках, происходил обмен информацией и демонстрация новых подходов в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции [1, 2, 4–8].

Музей много содействовал изучению агропроцессов, популяризации и пропаганде научных и практических вопросов. Вел обширную переписку, письменно отвечал на поступавшие запросы. Устраивал публичные чтения и лекции. Во время экскурсий посетителям музея объяснялось предназначения и работа выставочных предметов и экспонатов. В результате при посредничестве музея в России было введено в употребление и было налажено изготовление многих усовершенствованных сельскохозяйственных машин, орудий и приборов. Музеем предпринято издание «Конструкторских чертежей сельскохозяйственных машин, орудий и приборов», составляемых помощником директора музея, С.И. Кулешовым, еще с 1864 года [7, 9].

С этого времени вышло в свет собрание 51 листа чертежей, с приложением подробного описательного к ним текста. Предоставлена возможность желающим получать машины или приборы на известный срок, под обеспечение взносом, пропорциональным стоимости отпускаемого им музеем предмета [4].

В конце 19 века доля продукции сельского хозяйства составляла около 85 % всего экспорта России. Государство осознавало важность площадки для демонстрации и внедрения лучших практик и приемов в аграрной сфере. К 1913 году ежегодное число посетителей превысило сто тысяч человек. Музей стал, примером для подражания и создания аналогичных учреждений в европейских странах (в Берлине, Будапеште и т.д.).

В новой России 15 июля 1917 года директором стал М.В. Новорусский [1, 2, 6].

После революции музей оставался базой для научных исследований и включал 4 отдела (общий, растениеводства, животноводства, сельскохозяйственных машин и орудий). С 1919 года в структуре ставшего Государственным музеем социалистического сельского хозяйства, создан и начал функционировать специальный отдел живых коллекций. Он имел различные породы сельскохозяйственных животных, пасеку, плодовый сад, огород и метеостанцию. В этом подразделении (учебно-показательном питомнике) экспонировались растения на открытых делянках, проводились агрономические опыты, демонстрировались сельскохозяйственные животные. То, о чем только мечтали основатели дореволюционного музея – собственная земля, где проводились бы испытания техники, сооружались в оригинале сельскохозяйственные постройки, проводились полевые опыты, – теперь стало реальностью.

Находился этот отдел на Крестовском острове (недалеко от стадиона им. С.М. Кирова). По меркам того времени, это было очень хорошее здание, расположенное в прекрасном парке, в бывшем имении князя А. Белосельского-Белозерского. В момент выделения территории усадьба была заброшена и разорена. С 1919 по 1929 год во дворце разместились аудитории и кабинеты коллекционной станции («Живой сельскохозяйственный музей») [1].

Осенью 1929 года при активном содействии С.М. Кирова, в бывшем дворце князей Белосельских-Белозерских, открыл свои двери первый в СССР техникум Целлюлозно-бумажной промышленности, включающий общежитие для старшекурсников. В 1941 году при бомбежке от здания остались одни развалины, в 1960-х годах оно было разобрано, а в настоящее время возведено заново.

Что касается смены названия музея, отметим, что в 1918–1926 годах – это Государственный музей социалистического сельского хозяйства. Далее: Всероссийский сельскохозяйственный музей (1926–1930), Государственный сельскохозяйственный музей (1930–1934), Центральный музей социалистической реконструкции сельского хозяйства (1934–1937), Государственный музей социалистической реконструкции сельского хозяйства (1937–1941) [6–9].

В 1930–1940 годах музей пропагандировал преимущества социалистической системы хозяйства, роль машинно-тракторной станции (МТС), достижения колхозов, совхозов и научно-исследовательских профильных учреждений СССР. В 1943 году часть его помещений передана под создание Музея обороны и блокады Ленинграда, обновленная экспозиция

которого была, после длительного перерыва, вновь открыта в только 2019 году. Аграрный музей просуществовал до 1952 года, остатки фондов в 1953 году поступили в Ленинградский сельскохозяйственный институт, ставший впоследствии Петербургским государственным аграрным университетом [1, 2, 4–9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По сути дела, выше была приведена возможная структура экспозиции музея почв и агротехнологий в настоящее время, учитывающая его историческую часть. Нужно дополнить ее материалами по современному периоду развития сельского хозяйства и уже очерченными тенденциями на среднесрочную перспективу. Россия остается державой, имеющей значительный аграрный сектор и обеспечивающей продовольственную безопасность во всем мире.

Например, за 2022–2026 годы доля сельского хозяйства в структуре компонентов производства ВВП оценивается в 3.5–3.9 % («Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов» (разработан Минэкономразвития России), внесен в Государственную Думу ФС РФ вместе проектом бюджета на соответствующий период).

Национальный проект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» включает пять направлений: селекция и генетика; развитие биотехнологий; разработка ветеринарных препаратов и вакцин; сельхозтехника и оборудование; кадровое обеспечение отрасли. Его реализация потребует финансирования в объеме 260 млрд руб. Согласно документу, в 2030 году уровень технологической независимости России в сфере продовольственной безопасности должен составлять 66.7 %. По итогам 2023 года он оценивался в 45.8 %, на 2025 год заложен показатель 47.6 %. Для обеспечения технологической независимости и формирования новых рынков по направлению продовольственной безопасности будет привлечено более 10 квалифицированных заказчиков, более 10 ответственных исполнителей и разработано более 10 технологий.

Производительность труда в секторе «Сельское, лесное хозяйство, рыболовство и рыбоводство» в 2025 г. должна вырасти на 1.5 %, а к 2030 г. – на 15.8 % нарастающим итогом к уровню 2023 г. Инвестиции, в основной капитал отрасли, согласно плану, к 2030 г. должны увеличиться на 20 % относительно 2020 г.

Нужно понимать, что, предоставляя участок земель сельскохозяйственного назначения для ведения агропроизводства хозяйствующему субъекту, автоматически предоставляются права на использование почвенных ресурсов. По данным Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 г. на 01.01.2024 площадь земель сельскохозяйственного назначения составила 374 967.5 тыс. га.

Создание музея – это шаг к реализации стратегии устойчивого сельскохозяйственного производства и технологического обеспечения продовольственной безопасности. На наш взгляд, агроэкологию можно определить, как отрасль экологии, изучающей взаимодействие людей между собой и с окружающей средой в процессе ведения сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности. Основной объект исследований – экосистемы, функционирование которых поддерживается агрономическими мероприятиями. Частью таких систем являются: почва (почвенный покров) и человек (население во всем многообразии деятельности и возникающих отношений – экономических, социальных, правовых, технологических, научных и т.д.). Цель агроэкологических исследований – определение возможности и прогнозирование последствий достижения продовольственной безопасности, а также, применения разных видов, способов и технологий сельскохозяйственного производства для природно-территориальных комплексов различного уровня, компонентов окружающей среды и биосферы в целом.

Такой подход соответствует десяти выделенным компонентам агроэкологии, утвержденным Советом ФАО в 2019 году [10].

Большинство исследователей рассматривают музей как социальный институт, поскольку он выполняет именно социальные функции.

Можно классифицировать музей как постоянное учреждение, призванное служить обществу и способствовать его развитию, доступное широкой публике, занимающееся приобретением, хранением, исследованием, популяризацией и экспонированием материальных свидетельств о человеке и среде его обитания. В 21 веке, в связи с развитием цифровых технологий, стираются четкие грани между образованием и развлечением, а основным посылом становится возбудить интерес, увлечь и дать информацию по предмету или проблеме, познакомиться с инновациями, помочь с выбором будущей профессии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вехов Н.В.* Императорский сельскохозяйственный музей // Московский журнал. 2014. № 2. С. 29–45.
2. *Девейкис М.В.* Императорский сельскохозяйственный музей: исторический опыт и новая концепция возрождения // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12 (54) Часть 2. с. 102–104. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.54.157> (дата обращения 15.02.2025).
3. *Достоевский Ф.М.* Дневник писателя. – Федор Достоевский. Антология жизни и творчества. [Электрон. ресурс] URL: <https://fedordostoevsky.ru/works/diary> (дата обращения 15.02.2025).
4. *Кулешов С.И.* Сельскохозяйственный Императорский музей // Энциклопедический словарь. – СПб: Типография Акционерного общества «Издательское дело», Брокгауз-Ефрон, 1990. Т. 29 (57). с. 406–413. [Электрон. ресурс] URL: https://ru.wikisource.org/wiki/Файл:Encyclopedicheskii_slovar_tom_29.djvu (дата обращения 15.02.2025).
5. *Мягтина Н.В.* Профильные группы музеев: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 072300 – музеология и охрана объектов культурного и природного наследия. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 212 с.
6. *Николаенко В.А.* Императорский Сельскохозяйственный музей в Санкт-Петербурге и некоторые вопросы аграрной истории России второй половины XIX и начала XX вв. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата исторических наук по специальности 07.00.02 Отечественная история. СПб, 2000. 21 с.
7. *Попов В.Д., Брюханов А.Ю.* История агроинженерной науки в Санкт-Петербурге. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2024. № 18(1). С. 13–20. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2024-18-1-13-20>.
8. *Хомяков Д.М.* Опыт Вольного экономического общества и Московского общества сельского хозяйства в вопросах возрождения Национального сельскохозяйственного музея в России // Научные труды Вольного экономического общества России. 202. Том: 226. № 6. С. 187–203. DOI: 10.38197/2072-2060-2020-226-6-187-203.
9. *Черепов В.П.* Возродить государственный сельскохозяйственный музей. Еще об одной национальной утрате. – СПб.: Ленинградское правление НТО сельского хозяйства, 1996. 30 с.
10. *FAO 2025.* Центр знаний об агроэкологии. Десять компонентов агроэкологии. [Электрон. ресурс] URL: <https://www.fao.org/agroecology/overview/10-elements/ru> (дата обращения 15.02.2025).

THE SOIL AND THE REVIVAL OF THE NATIONAL AGRICULTURAL MUSEUM OF RUSSIA

D.M. Khomiakov

Lomonosov Moscow State University

The prototype of the museum has existed since the end of the 18th century under the Free Economic Society. Then it was transformed into the National Museum of Agricultural Products (1859), and in 1881 it became the «Imperi-

al Agricultural Museum» with large-scale and diverse activities. It also includes department I – «soils and fertilizers» from three sub-departments: «soils and devices for their research»; «means to increase soil fertility»; «fertilizers, organic and mineral origin». The collection of samples and monoliths of various soils was donated by Professor V.V. Dokuchaev. In the USSR, the agrarian museum existed until 1952. The absence of a domestic agricultural museum in modern Russia is an exceptional situation among the economically developed countries of the world.

Keywords: National Agricultural Museum, soil, agrotechnology.

УДК 631/635

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ СЕВЕРА СИБИРИ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.А. Шпедт¹, Д.В. Емельянов²

¹Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского
отделения Российской академии наук», г. Красноярск

²Институт биофизики СО РАН, Красноярск

В статье рассматривается история, современное состояние и перспективы развития земледелия на Севере Сибири. Анализируются изменения границ земледелия с XVI века до наших дней, включая влияние климатических факторов. Приводятся данные о росте среднегодовой температуры и осадков за последние 50 лет, что создаёт условия для расширения сельскохозяйственного производства. Рассматривается возможность освоения пойменных лугов и применения минеральных удобрений. Основные препятствия развития земледелия на севере связаны с социально-экономическими факторами, такими как нехватка специалистов, инфраструктуры и рынков сбыта. Подчеркивается необходимость государственной поддержки для восстановления и развития земледелия в северных регионах.

Ключевые слова: северная граница земледелия, сельскохозяйственные культуры, урожайность, изменение климата, перспективы северного земледелия.

Создание русским народом в XVI–XVII веках сибирского пахотного земледелия стало ключевым событием в освоении Сибири. Это позволило впоследствии превратить сибирский край в одну из житниц России, способствовало укреплению государства и обеспечило его стабильность.

Для оценки урожайности зерновых культур применительно к Красноярскому краю рассчитан её тренд с 1790 года по настоящее время (рис. 1). График показывает, что во все периоды с различными системами земледелия урожайность имела положительную динамику. Наибольший рост наблюдается в последние десятилетия, когда произошёл переход к высокоинтенсивной системе, с увеличением продуктивности на 0.0639 т/га в год. При сохранении текущих тенденций средняя урожайность в Красноярском крае достигнет 3.0–3.5 т/га к 2030 г.

К концу XVII века земледелие распространилось по всей Сибири с запада на восток. Менее чем за столетие на протяжении более 5000 км возникли крупные центры земледельческой культуры. Пашни распахивались вдоль главного пути в Сибирь, который пролегал от Соликамска до Верхотурья, далее через реки Туру, Тобол, Иртыш, Обь, Кеть, затем через Маковский волок на Енисей, Ангара, Илим и Лену, достигая южных районов вплоть до Амура. Вдоль этого пути появлялись русские деревни, активно велись посевы зерновых культур.

К концу XVII века Сибирь уже обеспечивала себя хлебом, и в 1685 году было отменено обязательство северных городов, таких как Великий Устюг и Сольвычегодск, поставлять хлеб в регион. Оставалось лишь распределять урожай внутри самой Сибири.

Одним из крупнейших центров земледелия стал Енисейский район. Наибольшее число поселений появилось в среднем течении Енисея, между Енисейском и Красноярском, а также по рекам Верхняя Тунгуска, Ангара и Илим. Пашни доходили на север до поселка Ворогово (61°01' с.ш.). Здесь в 1636 году крестьянин Осип Цыпаль-Григорьев-Голубев основал пашню, получив на это десятилетнюю царскую грамоту от Михаила Федоровича. Согласно этому документу, он имел право распахивать земли, привлекать свободных людей и основывать

слободу. В поселении было 16 крестьянских дворов и церковь. Здесь выращивали рожь, ячмень и овес, однако пшеница не вызревала.

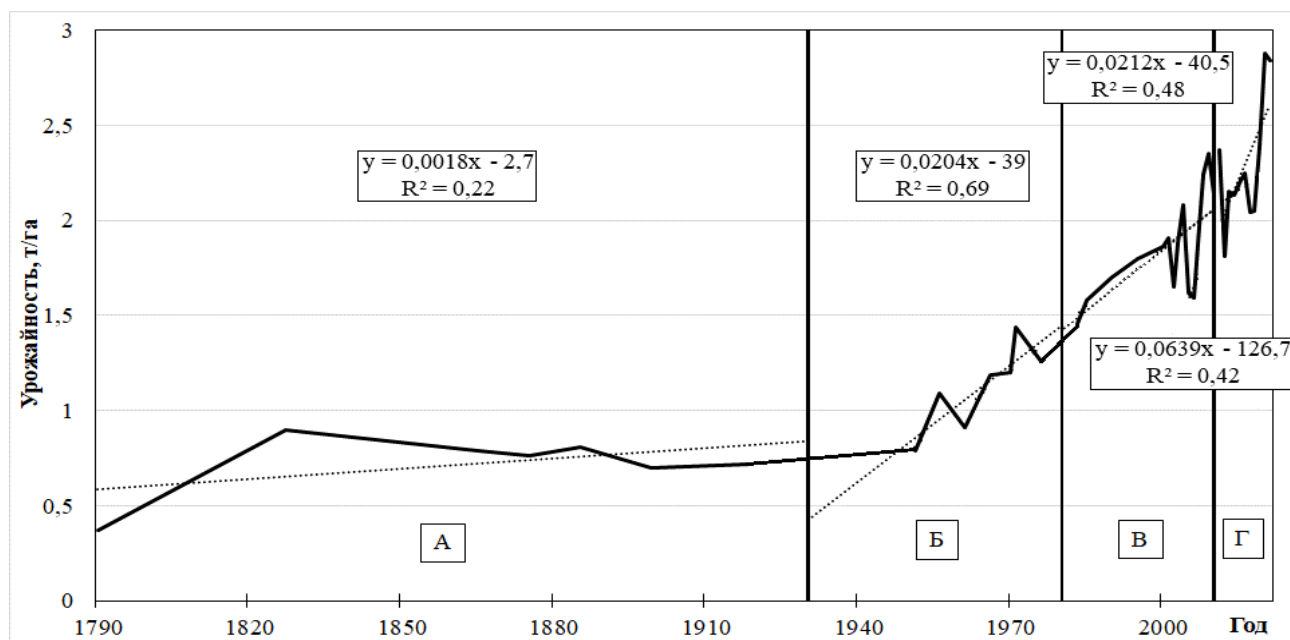


Рисунок 1. Урожайность зерновых культур в Енисейской губернии и Красноярском крае с 1790 по 2021 гг. Система земледелия: А – экстенсивная (1790–1930 гг.), Б – ординарная (1930–1980 гг.), В – интенсивная (1980–2010 гг.), Г – высокоинтенсивная (с 2010 г. по н. в.).

На тот момент пашни под Ворогово считались самыми северными в регионе. Вопрос о том, насколько далеко на север распространялось земледелие, остается актуальным как с исторической, так и с практической современной точки зрения. По мнению Н.И. Вавилова (1931), «Большинство овощных культур, включая картофель, как показал нам весь мировой опыт, практически не знает северных пределов» [2].

Одним из наиболее значимых исследований в данной области является работа Н.А. Новоселова, опубликованная в 1934 году (рис. 2) [3]. В своем очерке он привел карту границ земледелия (рис. 3), а также подробно описал распространение полеводства и огородничества (рис. 4) в районах Крайнего Севера Восточной Сибири, учитывая зонирование территории. В тот период этот регион включал современные Красноярский край, Иркутскую и Читинскую области, а также республику Бурятия.

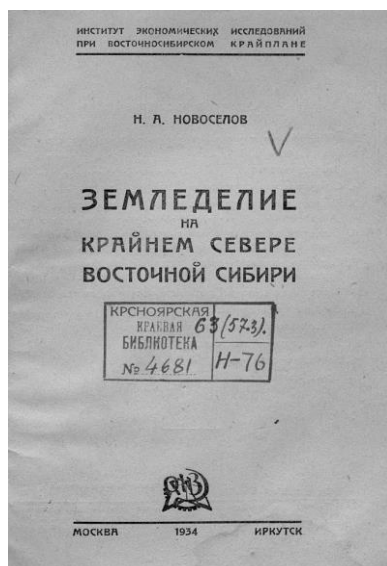


Рисунок 2. Титульный лист обзора «Земледелие на Крайнем Севере Восточной Сибири».

Н.А. Новоселов не только проанализировал размещение сельскохозяйственных культур, но и представил детальные карты: границ земледелия, распространения огородничества и полеводства. Согласно его данным, на севере Енисея возможно возделывание овса и ячменя вплоть до поселка Подкаменная Тунгуска ($61^{\circ}36'$ с.ш.), тогда как коноплю и лен на семена можно выращивать до поселка Лебедь ($62^{\circ}05'$ с.ш.), а на волокно – до поселка Мироедиха ($65^{\circ}35'$ с.ш.). Вдоль Подкаменной Тунгуски полеводство возможно в верховьях реки, а также в отдельных районах до Таимбы ($60^{\circ}17'$ с.ш.) и в наиболее благоприятных точках южнее Бодайбо ($57^{\circ}51'$ с.ш.).

Эти исследования стали важным вкладом в понимание возможностей и ограничений сельского хозяйства в экстремальных условиях Севера. Они подтверждают, что даже в суровом климате возможно развитие полеводства и огородничества при грамотном подходе к выбору культур и агротехнологий.

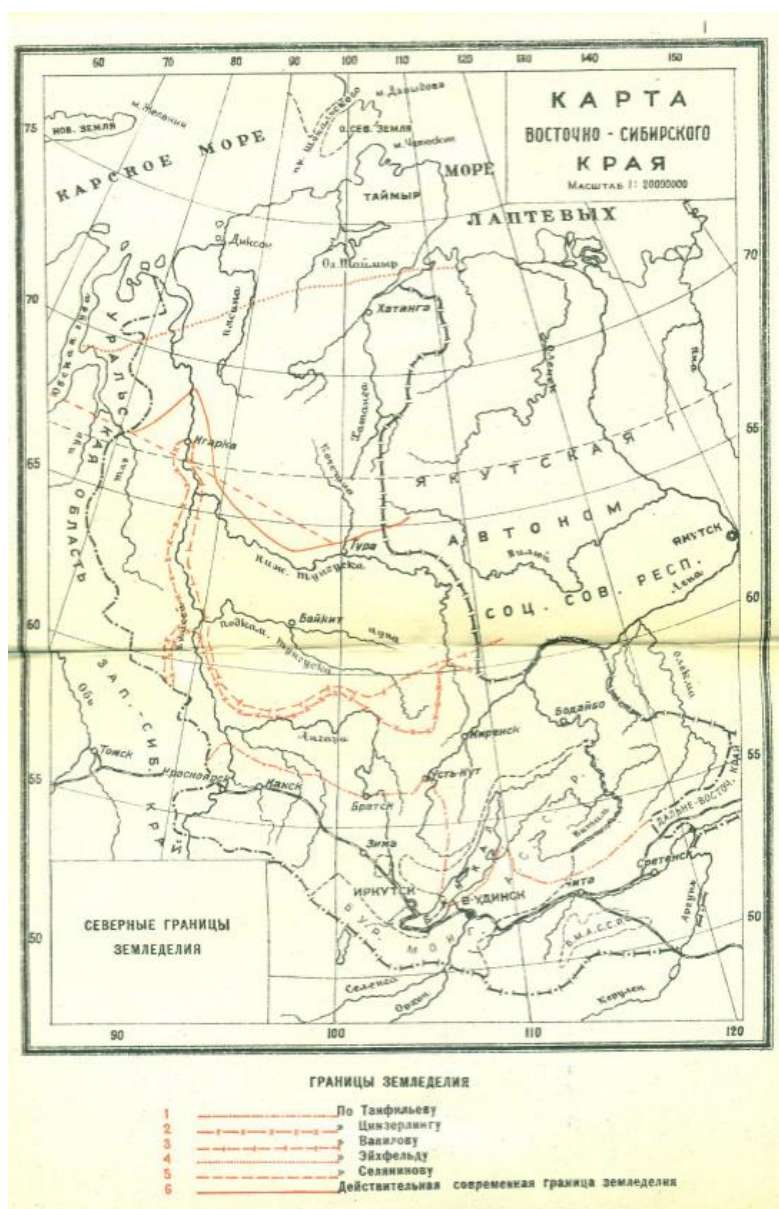


Рисунок 3. Карта границ земледелия в Восточно-Сибирском крае.

Граница существующего на тот момент времени (1934 г.) или существовавшего раньше овощеводства проходит значительно севернее, чем граница земледелия. В западной части региона она доходит до поселка Потапово ($68^{\circ}41'$ с.ш.), затем спускается по долине Енисея до Нижней Тунгуски ($65^{\circ}47'$ с.ш.), т.е. до Туруханска, и продолжается дальше на восток по

правому берегу реки вплоть до границы с Якутией. В районе Ярцево ($60^{\circ}14'$ с.ш.) – Ворогово ($61^{\circ}01'$ с.ш.) в 1929 г. агрономом Беляевым [5] было заложено 59 опытных участков с овощными культурами, такими как свекла, морковь, огурцы «Муромские», капуста «Дитмар» и «Копенгагенская», редька, помидоры, сельдерей, турнепс, брюква. Опыты показали хорошие результаты: вилки белокочанной капусты достигали 5 кг, цветной – 1.2 кг, брюквы – 5 кг. Отдельные корнеплоды турнепса доходили до 6 кг.



Рисунок 4. Карта распространения огородных культур и картофеля в Восточно-Сибирском крае.

В очерке также приводится подробное «объяснение к картам», описывая пять различных границ земледелия по разным авторам и приводя шестую, действительную современную на 1934 год. Южную границу зерновых хлебов по Г.И. Танфильеву автор очерка считает неверной, так как земледелие распространилось гораздо севернее: «Как видно из карты, она в пределах нашего края начинается на Енисее, примерно, около 58° с.ш., т.е. не захватывает даже Енисейска. Отсюда она еще более спускается к югу, проходя по таким районам, как Тасеевский, Абанский, Шиткинский и Братский, о невозможности земледелия, в которых сейчас смешно говорить...». Граница, проведенная В.В. Цинзерлингом и Н.И. Вавиловым, идет значительно севернее, но автор считает её «значительно устаревшей». Граница, обозначенная российским климатологом Г.Т. Селяниновым, представляет собой прямую линию в направлении юго-востока, начинаясь на побережье Обской губы немного севернее Полярного круга и упираясь в эвенкийский поселок Тура. По мнению автора очерка: «...эта граница

пока более или менее соответствует фактическому положению дел». Граница земледелия по Г.Т. Селянинову более всего совпадала с фактической на тот момент границей распространения земледелия в регионе.

По поводу самой северной границы земледелия автор заметил: «Граница возможного возделывания огородной зелени в открытом грунте, проведенная по И.Г. Эйхфельду, в нашем крае фактически еще не достигнута, но это очевидно только потому, что севернее Потаповского до настоящего времени не проводилось еще ни одного опыта по выращиванию овощей. И ясно, что, если потребности социалистического строительства заставят продвигнуть земледелие далее на север, будет достигнута и эта граница».

Доходность земледелия в северных районах неизменно ниже, чем в степной и лесостепной зонах, что объясняется особенностями климата и сортов растений. Культуры с более длительным периодом вегетации дают значительно больший урожай, а узкий рынок сбыта сельскохозяйственной продукции делает развитие земледелия в условиях Севера экономически сомнительным. Логичнее производить продукцию на юге и доставлять её потребителю, чем организовывать сельскохозяйственное производство в регионах, где ощущается нехватка рабочих рук и капитала.

Современная граница земледелия фактически проходит между границами, обозначенными Г.И. Танфильевым и В.В. Цинзерлингом. Однако объёмы освоенных сельскохозяйственных земель остаются крайне незначительными. Согласно данным Росреестра и Красноярскстата, в 2020 году в Туруханском районе было распаханно всего 100 га пашни, в Северо-Енисейском – 36 га, в Мотыгинском – 150 га, в Богучанском – 460 га, в Кежемском – 310 га, в Бирилюсском – 200 га. В огромной Эвенкии этот показатель составил лишь 200 га.

Для сравнения, в 1948 году площадь пашни в Эвенкийском автономном округе составляла 750 га, в Игарке в 1955 году – 855 га, а в Туруханском районе – 1831 га [4]. Очевидно, что за последние десятилетия наблюдается существенное сокращение сельскохозяйственного освоения северных территорий, несмотря на наличие природно-климатических условий, позволяющих хотя бы частично возродить земледелие в этом регионе.

Таблица 1. Изменения среднегодовой температуры воздуха и осадков в пределах Севера Красноярского края за период 1971–2022 гг.

Зона	1971	2022	Δ
Западная (до Енисея) часть Красноярского края			
Среднегодовая температура, °C			
Лесотундра	–9.8	–6.8	3.0
Северная тайга	–6.6	–3.9	2.7
Средняя тайга	–4.1	–1.7	2.4
Южная тайга	–1.7	0.5	2.2
Годовая сумма осадков, мм			
Лесотундра	395.2	562.4	167.2
Северная тайга	495.5	696.3	200.8
Средняя тайга	488.3	607.7	119.4
Южная тайга	475.4	547.8	72.4
Восточная (за Енисеем) часть Красноярского края			
Среднегодовая температура, °C			
Лесотундра	–13.6	–9.8	3.8
Северная тайга	–8.6	–6.2	2.4
Средняя тайга	–7.3	–4.9	2.4
Южная тайга	–3.8	–1.5	2.3
Годовая сумма осадков, мм			
Лесотундра	285.7	336.9	51.2
Северная тайга	491.5	495.8	4.3
Средняя тайга	385.0	494.6	109.6
Южная тайга	300.2	434.8	134.5

Анализ агроклиматических изменений в Красноярском крае за последние десятилетия свидетельствует о значительном потеплении климата и изменении условий влагообеспеченности. В выборке, охватывающей метеостанции лесотундры, северной, средней и южной тайги, за период 1971–2022 гг. отмечен рост среднегодовой температуры воздуха (табл. 1). В западной части края (западнее Енисея) температура повысилась на 2.2–3.0 °С, а в восточной – ещё сильнее. Наиболее выраженное потепление зафиксировано в лесотундровой зоне, где оно составило 3.0–3.8 °С.

Особенно заметны изменения в теплообеспеченности тёплого периода (>0 °С), периода вегетации (>5 °С) и активной вегетации (>10 °С) (табл. 2). В восточной части региона суммы температур увеличились на 220–322 °С, 184–351 °С и 158–310 °С, соответственно. В западной части края эти изменения ещё более выражены, что создаёт благоприятные условия для развития земледелия.

Существенно возросла и сумма осадков. В западной части края их годовое количество увеличилось на 72–201 мм, а в тёплый период – на 81–143 мм. Осадки за период вегетации выросли на 55–99 мм, а за активный вегетационный период – на 46–82 мм. В восточной части края эти изменения выражены слабее – в 1.5–2 раза. Тем не менее, общий тренд показывает, что за 51 год условия тепло- и влагообеспеченности в северных районах края улучшились, расширяя возможности для возделывания сельскохозяйственных культур.

Долгосрочные климатические наблюдения за период 1920–2020 гг. подтверждают эти тенденции. За 100 лет среднегодовая температура воздуха в Красноярском крае увеличилась на 2.17 °С (тренд +0.0217 °С/год), а сумма осадков возросла на 85.8 мм (+0.86 мм/год). В результате северная граница лесотундры сместилась на 160–170 км к северу, что приводит к изменению природных зон и расширению переходных полос. На юге края границы природных зон также переместились на десятки километров, открывая новые возможности для земледелия и использования природных ресурсов.

В настоящее время сумма активных температур в средней тайге составляет 1506–1691 °С, а в южной тайге – 1770–1860 °С. Эти показатели позволяют успешно выращивать основные зерновые культуры, включая яровую мягкую пшеницу, для созревания которой требуется 1300–1700 °С. Таким образом, современные климатические условия создают предпосылки для расширения сельскохозяйственного производства в северных районах края.

Разработки Института сельского хозяйства и экологии Арктики (г. Норильск) позволили адаптировать технологии возделывания сельскохозяйственных культур к условиям северных территорий. В частности, были созданы методы освоения пойменных лугов с использованием плавучих кормозаготовительных комплексов и производства брикетированных кормов искусственной сушки. Также проведены исследования по расчистке пойменных лугов от кустарниковой растительности и изучены закономерности влияния минеральных удобрений на продуктивность травостоев.

Стоит отметить и более ранние исследования, выполненные в Магаданской области. В 1958 году Магаданское книжное издательство выпустило монографию Константина Георгиевича Шульмейстера «Растениеводство Северо-Востока» (тираж 2000 экз.) (рис. 5) [6], где подробно описаны географические и климатические условия региона, а также технологии возделывания широкого спектра сельскохозяйственных культур, включая овощи, картофель, белокочанную и цветную капусту в открытом и закрытом грунте. В условиях меняющегося климата эти научные труды могут вновь обрести актуальность.

Распространение земледелия на север будет в первую очередь зависеть от социально-экономических факторов: нехватки населения, аграрных специалистов, техники, транспортной инфраструктуры, а также трудностей со сбытом продукции и сравнительно низкой доходностью сельского хозяйства в северных условиях. Агроклиматические ограничения станут второстепенными по мере изменения климата. Для развития сельского хозяйства на Севере Сибири необходимы целенаправленная государственная политика и программа восстановления и освоения северных земель.

Таблица 2. Изменение агроклиматических значений в пределах Севера Красноярского края за период 1971–2022 гг.

Зона	Сумма температур за период, °С									Сумма осадков за период, мм								
	>0°			>5°			>10°			>0°			>5°			>10°		
	1971	2022	Δ	1971	2022	Δ	1971	2022	Δ	1971	2022	Δ	1971	2022	Δ	1971	2022	Δ
Западная (до Енисея) часть Красноярского края																		
Лесотундра	1141.1	1421.8	280.7	1076.4	1338.4	262.0	838.4	1110.4	272.0	168.1	253.5	85.4	129.4	183.9	54.5	62.4	108.6	46.2
Северная тайга	1460.0	1778.7	318.7	1386.8	1687.2	300.4	1149.6	1452.8	303.2	217.6	360.2	142.6	170.9	269.7	98.8	102.2	184.3	82.1
Средняя тайга	1658.5	2053.2	394.7	1585.1	1935.9	350.8	1340.6	1691.2	350.6	265.2	346.3	81.1	204.2	268.9	64.7	136.6	197.5	60.9
Южная тайга	1923.9	2281.4	357.5	1837.7	2173.8	336.1	1565.4	1860.5	295.1	261.1	366.1	105.0	212.6	287.6	75.0	149.4	215.9	66.5
Восточная (за Енисеем) часть Красноярского края																		
Лесотундра	865.7	1179.6	313.9	789.0	1102.4	313.4	533.2	835.0	301.8	132.8	153.3	20.5	73.0	112.3	39.3	22.3	52.5	30.2
Северная тайга	1482.8	1702.8	220.0	1048.8	1592.8	184.0	1165.8	1323.9	158.1	250.5	298.4	47.9	203.4	229.0	25.6	133.7	162.2	28.5
Средняя тайга	1523.7	1821.3	297.6	1444.6	1727.5	282.9	1195.5	1505.6	310.1	211.5	291.2	79.7	159.8	227.0	67.2	102.0	166.2	64.2
Южная тайга	1855.4	2176.9	321.5	1767.1	2071.8	304.7	1539.9	1770.1	230.2	182.7	266.0	83.3	153.2	213.2	60.0	113.2	163.5	50.3



Рисунок 5. Обложка монографии К.Г. Шульмейстера «Растениеводство Северо-Востока».

Одним из перспективных направлений может стать использование пойменных лугов Енисея в качестве сенокосов. По данным исследований, проведённых сотрудниками Института сельского хозяйства и экологии Арктики в 1981–1987 гг., общая площадь пойменных лугов, свободных от кустарников, на Енисейском Севере составляет 102.3 тыс. га [1]. Урожайность сухой массы здесь достигает 2.4–5.3 т/га, что свидетельствует о высокой продуктивности этих угодий. Наличие водных путей решает проблему доставки кормов потребителю. Реализация подобных проектов может стать первым шагом к возрождению северного земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зеленский В.М.* Проблемы сельскохозяйственного освоения Северных территорий Красноярского края. Рукопись. 2023. 45 с.
2. *Вавилов Н.И.* Задания агрономической науке // Проблема северного земледелия. Материалы Ленинградской чрезвычайной сессии Академии наук СССР. 25–30 XI 1931 г. Л.: Изд-во АН СССР, 1931. 15 с.
3. *Новоселов Н.А.* Земледелие на Крайнем Севере Восточной Сибири. Москва; Иркутск: ОГИЗА треста «Полиграфкнига», 1934. 92 с.
4. *Степенова Л.* Многолетние травы в Заполярье. Сельское хозяйство Сибири. Омск, 1957. № 2. С. 55–57.
5. *Тарасенков Г.Н.* Туруханский край: экономический обзор с историческим очерком. Красноярск: Издание Туруханского РИКа, 1930. 480 с.
6. *Шульмейстер К.Г.* Растениеводство на Северо-Востоке. Магадан: Магаданское кн. изд-во, 1958. 144 с.

AGRICULTURE OF NORTHERN SIBERIA: HISTORY, CURRENT STATE, AND PROSPECTS

A.A. Shpedt¹, D.V. Emelyanov²

¹Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Krasnoyarsk

²Institute of Biophysics Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk

The article examines the history, current state, and prospects for the development of agriculture in Northern Siberia. It analyzes changes in the boundaries of agriculture from the 16th century to the present, including the impact of climate factors. Data on the increase in average annual temperature and precipitation over the past 50 years are presented, creating conditions for the expansion of agricultural production. The potential for utilizing floodplain meadows and applying mineral fertilizers is considered. The main obstacles to development in the North are linked to socio-economic factors such as a shortage of specialists, infrastructure, and market access. The necessity of government support for the restoration and development of agriculture in northern regions is emphasized.

Keywords: northern agricultural boundary, agricultural crops, yield, climate change, prospects for northern agriculture.

УДК 631.4

ЛЕСОСТЕПЬ КАК ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ ПРИРОДНО-КУЛЬТУРНОГО МИРА РОССИИ – ВОПРОСЫ ЕЕ ЗАЩИТЫ И СОХРАНЕНИЯ

А.С. Яковлев¹, Д.А. Алексеев², А.А. Кокорева¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

²Ответственный редактор научно-образовательного альманаха «Надежда»

Не только человек воздействует на природу, но природа формирует духовные и культурные его начала. Ярким регионом, демонстрирующим эту связь, является лесостепь, ставшая родиной известных писателей, художников, композиторов и святых. Тем не менее, здесь же особенно остро проявляются проблемы землепользования, связанные с деградацией почвенного покрова, сохранением лесных насаждений, контролем за использованием земельных ресурсов. В то же время, развиваются инициативы людей связавших свою жизнь и жизнь своих семей с трудом на сельских территориях, сохранением природы и культурных традиций края.

Ключевые слова: историческое наследие, состояние природы, духовно-культурный мир лесостепи.

ВВЕДЕНИЕ

В этой статье нам бы хотелось поговорить о том, как природа формирует духовно-культурный мир нашей страны. Увидеть конкретные регионы, где особенно ярко проявилось это природно-культурное начало.

Определенным поводом к этому разговору послужило празднование юбилея Музея почвоведения имени В.В. Докучаева, проходившее недавно в Санкт-Петербурге под лозунгом «Почвы как объект и источник вдохновения».

В развитии этой замечательной темы мы назвали наше сообщение «Лесостепь, как золотое сечение природно-культурного мира России – вопросы ее защиты и сохранения».

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В средней полосе России встречаются две основные природные стихии: Лес и Степь. Лесостепь сочетает в себе лучшие природные качества и красоты и разнообразие этих стихий. Так, это единение нашло яркое выражение на территории зоны лесостепи Тульской области.

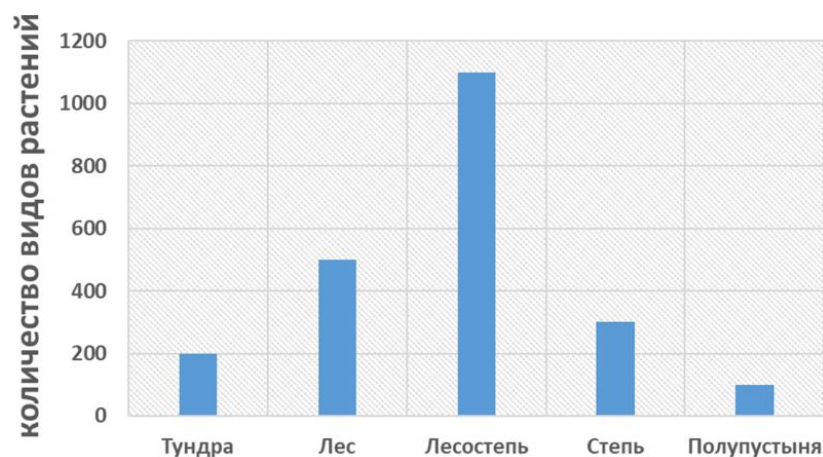


Рисунок 1. Биоразнообразие различных типов ландшафтов России (абсолютная величина локальной флоры, количество видов растений на 100 км²).

В лесостепи в результате встречи и взаимного обогащения двух стихий происходит существенное увеличение биоразнообразия как растительного, так и животного мира территории (рис. 1) [16]. Основой «экологического оптимума» в этой природной зоне страны является равновесие атмосферных процессов. Особенно, это касается насыщения земли влагой, атмосферными осадками и их испарением (рис. 2).

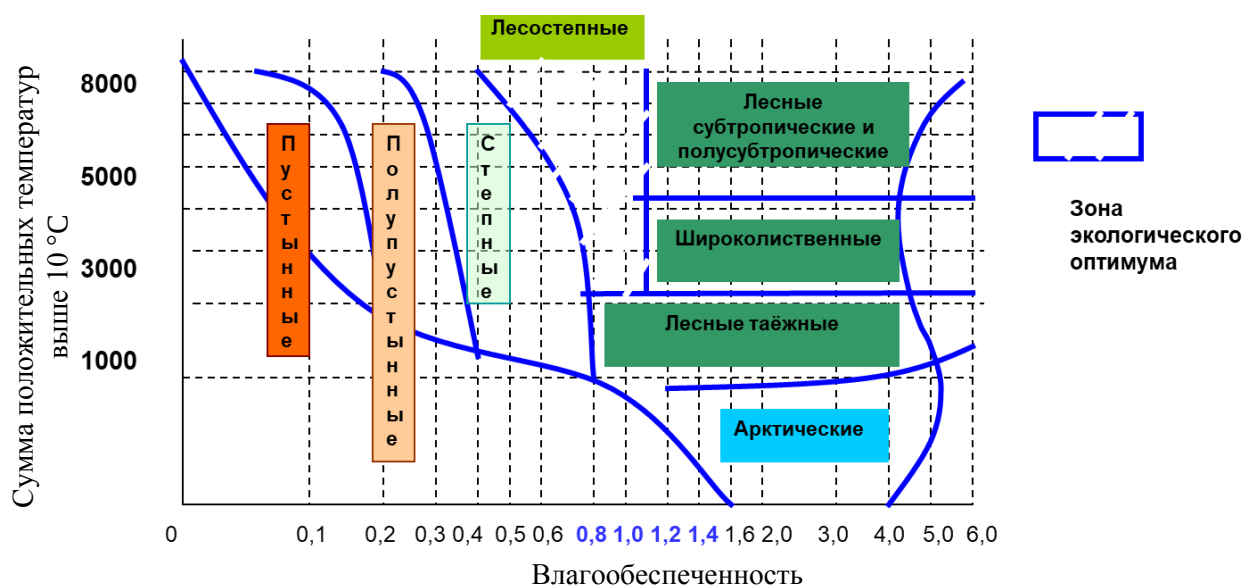


Рисунок 2. Типы ландшафтов в связи с теплообеспеченностью и увлажнением [5].

В качестве символа, подчеркивающего равновесие и гармонию природы, служит известный гидрологический коэффициент Иванова [10]. В лесостепи он равен единице. Т.е. сколько осадков выпадает – столько и испаряется. Севернее он больше единицы, там встречаются заболоченные земли, южнее – меньше единицы – засушливые, засоленные земли. Черноземная земля здесь плодородная, летом сухая и теплая, как уютная русская печка.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Почему в нашей статье рассматривается лесостепь Тульской области? Ответ в том, что именно здесь наблюдается наиболее яркое слияние ландшафтного разнообразия и культурного наследия лесостепных территорий нашей страны.



Рисунок 3. Тульская область и граница природных зон.

Тульская область, с ее высоким ландшафтным разнообразием, как в миниатюре, представляет собой основной природный мир Европейской части страны (рис. 3). В тоже время, она может служить определенным природным эталоном лесостепи, распространившейся с западных до восточных границ России (рис. 4).



Рисунок 4. «Золотое сечение» лесостепей России.

Это и есть то золотое природно-культурное сечение, о котором идет речь в названии нашей публикации. Необыкновенный природный потенциал области проявлялся во все времена в симфоническом сочетании духа и культурного творчества народа.

Духовным символом территории, области и Страны в целом служит поле битвы – Куликово Поле. Куликово Поле – место рождения Государства Российского. Воины пришедшие на Куликово Поле из разных, часто враждующих княжеств, вернулись домой одним

народом Большого Государства Российского. В добатыевский период, Руси не хватало для полного духовно-культурного равновесия и крепости государства второго степного плеча.

После его обретения в победе на Куликовом поле, равновесие и гармония наступили и делятся до наших дней. Основными хранителями природного разнообразия и духовного наследия служат священные урочища Тульского края и Куликова поля, увенчанные часовнями святых Дмитрия Донского, Матушки Матроны и др. [9]. Эстетика природы гармонично вписана в народный быт и вдохновляет его творчество на протяжении всей истории страны (рис. 5) [9, 11].

Нельзя забывать, что на границе леса и степи, в период формирования государственности, созидался наш могучий великорусский язык. Содержание и красота которого многократно умножились вместе с богатым природным и культурным разнообразием мира лесостепи [8, 12]. Разнообразие языка любовно собиралось выдающимися фольклористами России – Киреевским, Афанасьевым, Сахаровым.

Отечественная проза золотого века излюбленным местом действия выбирала именно лесостепь. Так богатая симфония природного многоцветия находит свое выражение в гармонии слова, звука, красок, которые нам дарят гениальные писатели, поэты, музыканты и художники тульского края: Толстой, Тургенев, Бунин, Лесков, Жуковский, Даргомыжский, Поленов, Болотов и др.

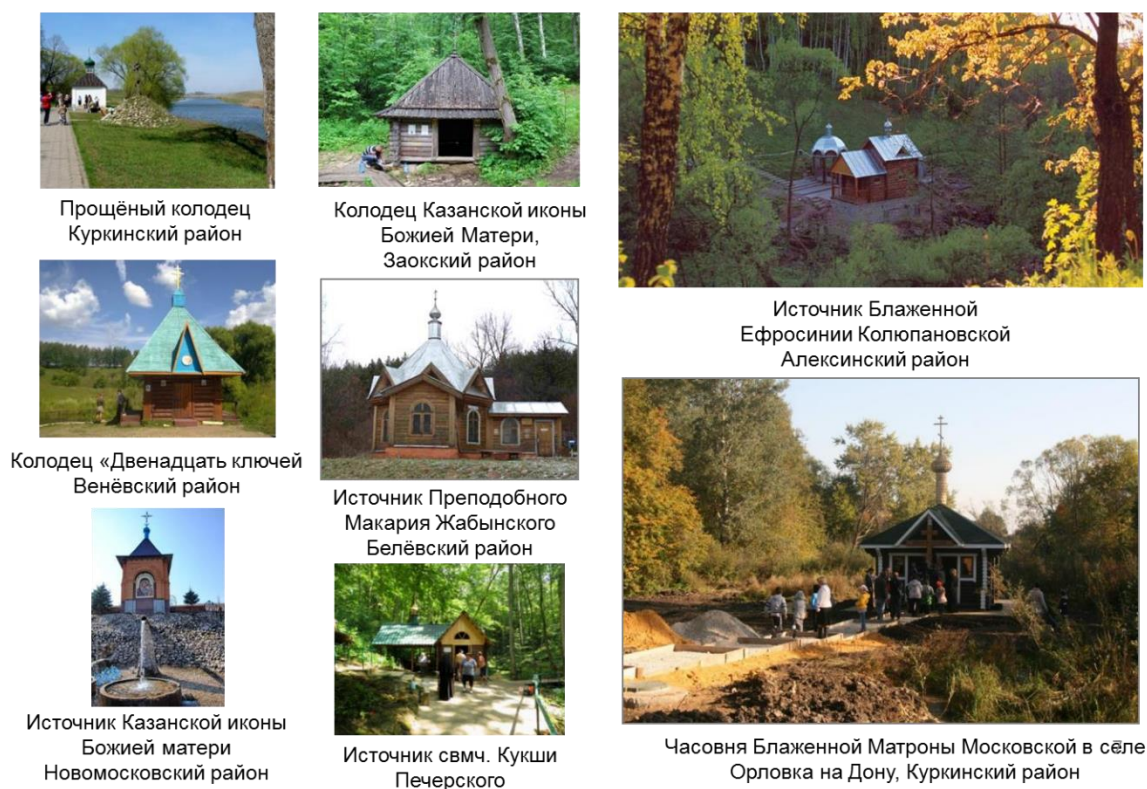


Рисунок 5. Священные урочища, родники и колодцы Тульского края.

Выдающийся русский философ, Иван Ильин, как никто лучше почувствовал и высказал обобщающую мысль о значении среднерусской природы в рождении нашей государственности и культуры. Он писал: «Это она, наша средняя земледельческая полоса подарила русскому народу столько замечательных талантов. Веками, происходил здесь своеобразный национальный, сословный, душевно-духовный и культурный отбор тонких и даровитых натур. Тут всё соединилось: и этот крепкий, строгий климат с его большими колебаниями и бурными порывами; и ласковый мечтательно-просторный ландшафт; и столетний отбор крови и культуры; и непосредственная близость простонародной крестьянской стихии, к дыханию земли; и досуг помещичьей усадьбы с её культом родовой, наследственной традицией служения» [4].

Вот они ключевые слова Ивана Ильина – свойственная нашему народу ТРАДИЦИЯ СЛУЖЕНИЯ. В тоже время, мы не можем не отметить, что традиция служения природе и культурным традициям сельских территорий страны, в том числе лесостепи, в настоящее время проходит период серьезных испытаний. За последние годы сельская территория России обезлюдела. В одном только районе Куликова Поля за последние лет утрачены десятки деревень [3]. В виду отсутствия населения закрылись школы, библиотеки, сельские клубы.

В определенном отношении, это можно объяснить бурным развитием сельскохозяйственной техники, когда один комплексный агрегат может заменить работу жителей целой деревни. Соответственно людям ничего не остается, как перебираться туда где есть работа и комфортные условия жизни. В итоге, они и их дети отрываются от гармоничного мира природы и свой сопричастности с ней, теряется представление о ее духовной и исторической ценности, и необходимости ее защиты и сохранения для потомков.

Как следствие, в отдельных направлениях природопользования наблюдается тенденция максимального извлечения природных ресурсов без учета надлежащей реабилитации природы и восстановления земель. В частности, этим грешат особенно крупные компании, занимающие лучшие земли лесостепной зоны России. Сотрудники этих компаний работают в режиме, так называемого «вахтового метода», т.е. не связывают личную жизнь и жизнь своей семьи с природными и культурными традициями края и потому бережному отношению к его судьбе.

Очевидно, что наступило время переосмысления использования и охраны природных богатств и мира культуры лесостепных и других территорий крестьянской России. Таким образом, природопользование и жизнь на сельской территории пребывает сейчас на определенном перепутье, сложившемся в новых реалиях природного, социально-экономического и культурного использования земель [14].

Так, например, потребительское отношение наблюдается на примере сбережения лесополос, в свое время обоснованных и организованных нашим главным исследователем и хранителем почв России В.В. Докучаевым [7]. Сейчас лесополосы активно деградируют [2]. Соответственно, эффективное служение лесополос снижено, а, главное, современные землепользователи, к которым они по закону перешли в пользование, до конца не понимают их экологического назначения.

Можно привести другие примеры деградации и загрязнения почв, выражающиеся в потере гумуса, нарушения и потере водоустойчивой структуры почвы, переуплотнения, явлениях эрозии, загрязнения почв пестицидами и другими загрязняющими веществами [1, 14]. Примером могут служить данные о сокращении содержания гумуса в почвах на 13 % (черноземы России потеряли до 1/3 объема гумуса) [17]; явная недостаточность защитных лесонасаждений, площадь всех типов которых сейчас составляет менее 30 % необходимой [15]; массовые потери продуктов в производственно-бытовой сфере (до 20–30 %) [6] и т. д.

В тоже время, необходимо отметить, что несмотря на современные проблемы развития сельских территорий страны, наметились отдельные позитивные примеры возрождения культурных и природных традиций лесостепного края, заложенные еще В.В. Докучаевым и культурной элитой прошлого века.

Примером может служить формирование малого и среднего семейного предпринимательства в сельских регионах России, направленное: на укрепление родовых традиций семьи в сочетании с искренним служением Родному краю и его культурным основам. Именно этот круг крепких сельские предприниматели, переживших перестройку, строят большие семьи, организуют свою жизнь, тесно связанную с сельскими территориями России.

Потянулись к исторически Родным местам и горожане способствующие организации духовных, образовательных и производственных центров на территории своей Малой Родины. Общими усилиями они поддерживают земледельческие традиции, сохраняя уникальное природное разнообразие и культуру в лесостепной и других природных зонах страны.

И эта народная инициатива снизу нуждается в должной поддержке на государственном уровне с опорой на исторический, природно-культурный опыт развития «золотого сечения», как сберегающей основы и эталона Природы и Духа России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«О! светло светлая и красно украшенная земля Русская!» С этих возвышенных слов начиналось предисловие к житию Святого Александра Невского [13]. Мы, вслед за средневековым писателем, невольно задумываемся о базовых национальных природных и культурных ценностях, которыми одарила нас Родина.

Глубинное духовное начало, живущее в былинных сказаниях, извека обогащается гармонией природного мира страны призывая нас к его сбережению и защите.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия*. Сборник докладов научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2012. – 97 с.
2. *Белюченко И.В.* Деградация почв и роль лесополос в мелиорации земель. Научный журнал КубГАУ. 2015. № 110.
3. *В Тульской области насчитали 466 вымерших сел*. [Электронный ресурс] – Обновляется в течение суток. URL: <https://tulapressa.ru/2022/09/v-tulskoj-oblasti-naschitali-466-vymershih-sel-4612/> (дата обращения 25.12.2024). – Текст: электронный.
4. *Ильин И.А.* О тьме и просветлении: кн. худож. критики: Бунин, Ремизов, Шмелев. Собрание сочинений: в 10 т. – М., 1996. – Т. 6. – Кн. I. – С. 210–270.
5. *Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991.
6. *Ким В.В., Галактионова Е.А., Антонец К.В.* Продовольственные потери и пищевые отходы на потребительском рынке РФ. ИАСЖ. 2020. № 4.
7. *Левыкин С.В., Казачков Г.В., Яковлев И.Г., Грудинин Д.А., Нореика С.Ю.* В.В. Докучаев и план преобразования природы степей: идейное и практическое наследие, перспективы развития. Известия ОГАУ, 2018. № 4 (72).
8. *Очерки из истории Куркинского края*. авт.-сост. Э.В. Сизова [и др.], Тула: Левша, 2004.
9. *Памятники природы Тульской области: книга-альбом* / Правительство Тульской области, Министерство природных ресурсов и экологии Тульской области; редколлегия: председатель Панфилов Юрий Юрьевич и другие, 2016.
10. *Почвоведение в 2 ч.*: учебник для студентов почвенных и географических специальностей университетов. Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Типы почв, их география и использование. М: Высшая школа, 1988. 367 с.
11. *Проблемы культурно-природного синтеза*. Сборник материалов конференции. Российская академия наук, Научный совет по изучению и охране культурного и природного наследия, рук. академик Е.П. Челышев, академик Г.В. Добровольский; науч. ред. АХ. Вафа, В.Н. Расторгуев. М.: Изд-во Института иностр. языков, 2009. 240 с.
12. *Русский чернозем*. Сборник всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией Г.В. Добровольского – ООО «ОМЕГА-РИЧ» Москва, 2001.
13. *Слово о гибели Русской земли*. Под ред. Д.С. Лихачёва, Л.А. Дмитриева, А.А. Алексеева, Н.В. Поньрко. М.: Наука, 2005, Т. 5. 528 с.
14. *Состояние почвенно-земельных ресурсов в зоне влияния промышленных предприятий Тульской области*. Ред. Г.В. Добровольский, С.А. Шоба М., 1999.
15. *Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года*, переработанная и дополненная. К.Н. Кулик [и др.]; ФНЦ агроэкологии РАН. – Волгоград, 2018. – 36 с.

16. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Титова С.В., Царевская Н.Г. Степи России в мировой сводке по граcсландам земли. Материалы IX международного симпозиума Степи Северной Евразии, 2021 (дата обращения: 25.12.2024).
17. Федотова А.В., Умарова А.Б., Шваров А.П., Яковлева Л.В. Динамика физических свойств почв и запасов гумуса в засоленных почвах в условиях опустынивания. Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2023. Вып. 115. С. 107–128.

FOREST-STEPPE AS THE GOLDEN SECTION OF THE NATURAL AND CULTURAL WORLD OF RUSSIA – ISSUES OF ITS PROTECTION AND PRESERVATION

A.S. Yakovlev¹, D.A. Alekseev², A.A. Kokoreva¹

¹Lomonosov Moscow State University

²Editor-in-Chief of the scientific and educational almanac «Nadezda»

Abstract: Not only does man influence nature, but nature shapes his spiritual and cultural principles. A striking region demonstrating this connection is the forest-steppe, which has become the birthplace of famous writers, artists, composers and saints. However, here the problems of land use associated with the degradation of the soil cover, the preservation of forest plantations, control over the use of land resources, etc. are especially acute, at the same time, the initiatives of people who have linked their lives and the lives of their families with labor in rural areas, the preservation of nature and cultural traditions of the region are developing.

Keywords: historical heritage, state of nature, spiritual and cultural world of the forest-steppe.

СОДЕРЖАНИЕ

Международная научная конференция «Докучаевские молодежные чтения»	3
<i>Лазарева М.А., Мингареева Е.В. XXVII Докучаевские молодежные чтения.....</i>	<i>4</i>
<i>Лазарева М.А., Мингареева Е.В. XXVIII Докучаевские молодежные чтения</i>	<i>11</i>
<i>Бархатова О.А. Оценка состояния сообществ микроорганизмов урбанизированных почв</i>	<i>18</i>
<i>Борисова С.А., Карпухин М.М., Демин В.В., Кадулин М.С. Характеристика лизиметрических вод в условиях модельных фитоценозов почвенного стационара факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова.....</i>	<i>25</i>
<i>Государева Е.А. Статистические распределения размеров западин на территории Трубчевского ополья</i>	<i>31</i>
<i>Дущанова К.С. Изменение трофической структуры микробных сообществ черноземов и серых почв на склонах разной экспозиции под воздействием распашки.....</i>	<i>36</i>
<i>Майбах К.Н., Бемянская О.В. Оценка состояния городских почв в условиях снегоотвалов на примере г. Новосибирск.....</i>	<i>42</i>
<i>Мартынова П.Н., Шмакова К.А., Каменных Н.Л. Валовое содержание и подвижные формы тяжелых металлов в лесных подстилках Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.....</i>	<i>47</i>
Всероссийская научная конференция с Международным участием «Почва как объект познания и источник вдохновение»	55
<i>Лазарева М.А., Пятин Е.В. Всероссийская научная конференция с международным участием «Почва как объект познания и источник вдохновения».....</i>	<i>56</i>
<i>Апарин Б.Ф., Савельева Т.С., Мингареева Е.В. Почвы юга Чардаринской степи долины р. Сырдарья (эволюционный аспект)</i>	<i>62</i>
<i>Гольева А.А. Фитолиты как объект познания почв</i>	<i>67</i>
<i>Надпорожская М.А., Жукова Е.А. Городская эдафология (краткий обзор).....</i>	<i>73</i>
<i>Ергина Е.И. Почвы Крыма как источник информации</i>	<i>77</i>
<i>Каменных Н.Л., Наумов В.Д., Шмакова К.А. Интересно, доступно, познавательно о почвах в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева</i>	<i>84</i>
<i>Хомяков Д.М. Почва и возрождение национального сельскохозяйственного музея России</i>	<i>88</i>
<i>Шпедт А.А., Емельянов Д.В. Земледелие Севера Сибири: история, современное состояние и перспективы</i>	<i>97</i>
<i>Яковлев А.С., Алексеев Д.А., Кокорева А.А. Лесостепь как золотое сечение природно- культурного мира России – вопросы ее защиты и сохранения</i>	<i>105</i>

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ РУССКИХ ПОЧВ
Выпуск 15 (42)

Компьютерная верстка А.Г. Рюмина

Подписано в печать 07.07.2025.
Формат 60х84 ¹/₈. Усл. печ. л. 10,16.
Тираж 70 экз. Заказ № ____

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ООО «Издательство “ЛЕМА”»
199004, Россия, Санкт-Петербург, 1-я линия В.О., д. 28
Тел.: (812) 323-30-50, тел./факс: (812) 323-67-74
e-mail: izd_leva@mail.ru
<https://levaprint.ru>