



МАТЕРИАЛЫ
Международной научной конференции

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ
И РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ
В ПОЧВОВЕДЕНИИ

посвященной 90-летию со дня рождения
Заслуженного деятеля науки РФ,
доктора сельскохозяйственных наук,
профессора кафедры почвоведения и агрохимии
Алтайского ГАУ

Лидии Макаровны Бурлаковой



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА

**ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ И РАЗВИТИЕ
НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ**

**Международная научная конференция,
посвященная 90-летию со дня рождения
БУРЛАКОВОЙ ЛИДИИ МАКАРОВНЫ**

Сборник научных трудов

**SOIL EVOLUTION AND DEVELOPMENT OF
SCIENTIFIC IDEAS IN SOIL SCIENCE**

**International Scientific Conference
Dedicated to the 90th Anniversary
of LYDIA M. BURLAKOVA**

Proceedings

Барнаул 2022

УДК 001:63(571.15)

ББК 40.3

Э15

Рецензенты:

д.б.н., доцент кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ
А.Е. Кудрявцев;

к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ
Е.В. Кононцева;

к.х.н., доцент кафедры почвоведения и агрохимии университета ФГБОУ ВО Алтайский
ГАУ Е.В. Калюта.

Отв. редактор – д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Ал-
тайский ГАУ Е.Г. Пивоварова.

Э15 **Эволюция почв и развитие научных представлений в почвоведении:** сборник научных трудов / Международная научная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения Бурлаковой Лидии Макаровны (г. Барнаул, 16-21 августа 2022 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – 366 с. – 1 CD-R (9 МБ). – Систем. требования: Intel Pentium 1,6 GHz и более; 512 Мб (RAM); Microsoft Windows 7 и выше; Adobe Reader. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

Soil Evolution and Development of Scientific Ideas in Soil Science: Proceedings / International Scientific Conference Dedicated to the 90th Anniversary of Lydia M. Burlakova (Barnaul, 16-21 August 2022). – Barnaul: Editorial and Publishing Unit of Altai State Agricultural University, 2022. – 366 pp. – 1 CD-R (9 MB). – Hardware requirements: Intel Pentium 1.6 GHz and higher; 512 Mb (RAM); Microsoft Windows 7 and higher; Adobe Reader. – Caption from title screen. – Text: electronic.

ISBN 978-5-94485-266-3

Научное электронное издание

В научном электронном издании представлены работы ведущих учёных вузов России и зарубежных стран, научно-исследовательских учреждений, аспирантов, а также руководителей и специалистов Министерства сельского хозяйства и сельскохозяйственных предприятий Алтайского края. Рассмотрены вопросы теоретического почвоведения, касающиеся генезиса, эволюции и проблем классификация почв Алтайского края и других регионов Российской Федерации, методические подходы к оценке почвенных и земельных ресурсов, современные концепции сохранения почвенного покрова. Представлен опыт почвенно-геохимических исследований в зонах интенсивного природопользования, оценки свойств и экологического состояния природных и антропогенно-нарушенных почв, подходов исчисления размеров вреда, причиненного почвам. Отдельные статьи посвящены прикладным вопросам почвоведения: оптимизации минерального питания растений и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Освещены актуальные вопросы воспроизводства плодородия почв и современные задачи по предотвращению деградации почв и их охраны. Рассмотрены достижения современных технологий в области цифровизации почвенной информации и математического моделирования почвенных процессов. Некоторые статьи посвящены мультидисциплинарным подходам в почвоведении, связи методов почвоведения с другими науками и научно-производственными направлениями.

Предназначено для специалистов в области почвоведения, биологии, экологии, географии, сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

УДК 001:63(571.15)
ББК 40.3

ISBN 978-5-94485-266-3

© ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2022
© РИО Алтайского ГАУ, 2022

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ..... | 10 |
| Е.Г. Пивоварова ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУРЛАКОВОЙ ЛИДИИ МАКАРОВНЫ И РАЗВИТИЕ АЛТАЙСКОЙ ШКОЛЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ | 10 |
| И.С. Прохоров, Л.Н. Пирумова РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ НА СТРАНИЦАХ НАУЧНОЙ ПЕРИОДИКИ | 19 |
| П.М. Сапожников РАЗВИТИЕ ИДЕЙ Л.М. БУРЛАКОВОЙ В МЕТОДОЛОГИИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ | 32 |
| М.Г. Колокольцев ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛИДИИ МАКАРОВНЫ БУРЛАКОВОЙ: К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛТАЙСКОГО ПОЧВОВЕДА | 38 |
| ГЕОГРАФИЯ И КАРТОГРАФИЯ ПОЧВ, СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА | 46 |
| Т.Н. Азарёнок, Д.В. Матыченков НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОЧВЕННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ | 46 |
| Б.Ф. Апарин, Ю.Р. Моргач, Е.Ю. Сухачева, Б.В. Бабиков ВЛИЯНИЕ ТИПА И ВОЗРАСТА ДРЕВОСТОЕВ НА КИСЛОТНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ | 50 |
| Н.В. Гопп УГЛЕРОД В ПОЧВАХ КУЗНЕЦКО-САЛАЙРСКОЙ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ: БАЗА ДАННЫХ, ЦИФРОВОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ, ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ | 55 |
| Н.И. Добротворская НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИБСКОГО (НОВОСИБИРСКОГО) ПЛАТО | 59 |
| Д.Е. Золотухин, Б.Ф. Апарин АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ КОЗЛОВСКОГО И БЕЛОПРУДСКОГО ПОЛИГОНОВ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ | 63 |
| Е.С. Лобанова СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПЕРМСКОГО КРАЯ | 66 |

| | |
|---|-----------|
| Ю.Р. Моргач, Е.Ю. Сухачева, М.К. Захарова ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КАРЬЕРА ПО ДОБЫЧЕ БОКСИТОВ | 71 |
| И.А. Самофалова ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПОДГОЛЬЦОВОГО ПОЯСА (СРЕДНИЙ УРАЛ, ХРЕБЕТ БАСЕГИ)..... | 75 |
| И.А. Самофалова, М.А. Кондратьева ПОЧВЫ СРЕДНЕГО УРАЛА В СИСТЕМЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ РОССИИ | 79 |
| ЭВОЛЮЦИЯ, ГЕНЕЗИС И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ | 84 |
| <u>Д.А. Гаврилов</u> , Е.Н. Смоленцева, О.И. Сапрыкин ПЕДОЛИТОКОМПЛЕКСЫ В ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИНАХ СТЕПНОГО БИОМА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ КАК ИНДИКАТОРЫ ПАЛЕОКЛИМАТА | 84 |
| Л.И. Инишева ГЕНЕЗИС ТОРФЯНЫХ ПОЧВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПОСТРОЕНИЯ | 89 |
| А.А. Козлова, У.И. Людвиг, А.В. Николаев ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕЗИСА И ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ | 93 |
| М.А. Лазарева ИЗМЕНЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ | 97 |
| Т.А. Марон, А.В. Родикова, Е.В. Каллас ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НЕПОЛНОРАЗВИТЫХ ПРОФИЛЕЙ ПОЧВ ПЛАКОРОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ..... | 101 |
| А.Н. Никифоров, А.Г. Дюкарев, Н.В. Климова, С.Г. Копысов, Н.А. Чернов ДИНАМИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В КОРЕННЫХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСАХ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ..... | 105 |
| А.В. Родикова, С.П. Кулижский | 109 |
| СПЕЦИФИКА СТЕПНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ (ПОДНОЖИЕ ВОСТОЧНОГО МАКРОСКЛОНА КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ, ХАКАСИЯ)..... | 109 |
| О.И. Сапрыкин ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ МИКРОЗАПАДИН В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ | 113 |
| Е.Н. Смоленцева ПОЧВЕННЫЕ КАТЕНЫ НА ПРОДУКТАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ПЛОТНЫХ ПОРОД В СТЕПНОМ АЛТАЕ | 117 |

| | |
|--|------------|
| В.З. Спирина, Т.Н. Белкина СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЧЕРНОЗЕМАХ КОЙБАЛЬСКОЙ СТЕПИ | 122 |
| А.С. Стребкова, Е.Г. Пивоварова РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭТАЛОНЫ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ | 126 |
| В.С. Цховребов, Ал-Дарраджи Марван Мохаммед ЭВОЛЮЦИЯ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬЯ В ПОЗДНИЙ ПЕРИОД ГОЛОЦЕНА | 133 |
| ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ПОЧВОВЕДЕНИИ, АГРОХИМИИ И ЭКОЛОГИИ | 136 |
| Ю.В. Аксенова ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ | 136 |
| О.С. Безуглова, В.Э. Болдырева, Ю.А. Литвинов, А.А. Меженков, И.В. Морозов ПРИНЦИПЫ ОЦИФРОВКИ И ВЕРИФИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ В ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЕ ДАННЫХ | 140 |
| И.Г. Брыкина ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЛЮВИАЛЬНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ В ПОЙМЕ РЕКИ АЛЕЙ | 143 |
| В.А. Голубцов, А.А. Черкашина, Ю.В. Вантеева, Э.П. Зазовская ВНУТРИПРОФИЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА | 150 |
| А.В. Гаврилова, А.А. Козлова, Д.А. Заец, А.А. Никитина, Т.С. Иванова, А.Е. Куклина ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЧАСТИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ | 154 |
| В.А. Кириллова, И.О. Алябина ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИС | 158 |
| А.Е. Кудрявцев ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ В РАЗНОПЛАНОВЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ СОХРАНЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ..... | 162 |
| В.В. Лапа, Д.В. Матыченков, О.В. Матыченкова, С.В. Дыдышко, Е.Д. Ананько КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ | 166 |

| | |
|--|-----|
| Е.С. Лобанова СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПЕРМСКОГО КРАЯ | 171 |
| О.В. Матыченкова, Т.Н. Азаренок, С.В. Дыдышко, Е.Д. Ананько ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР | 175 |
| П.М. Сапожников, Н.И. Данилова КАДАСТРОВАЯ СТОИМОСТЬ ЗЕМЕЛЬ АГРОЛАНДШАФТОВ СИБИРИ | 179 |
| Ж.Г. Хлуденцов КОМПЛЕКСНАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ | 185 |
| А.А. Черкашина ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЧВ ГОРНО-КОТЛОВИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ) | 190 |
| А.А. Шпедт, В.В. Злотникова ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЧАСТИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ..... | 194 |
| АНТРОПОГЕННЫЕ ПОЧВЫ. МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ 199 | |
| Ф.Д. Иванов, В.В. Зинченко, А.В. Горовцов, Д.Г. Невидомская, Т.М. Минкина, К.А. Казарян БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ УГЛЕПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ..... | 199 |
| Е.В. Каллас ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ ОБЬ-ШЕГАРСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ | 204 |
| Н.В. Митракова, А.А. Перминова, Н.В. Порошина СВОЙСТВА ПОЧВ, СФОРМИРОВАННЫХ НА ИЗЛИВАХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА ПЕРМСКОГО КРАЯ | 208 |
| В.Ю. Патрушев, С.В. Макарычев ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ЗЕМЛЯНИКИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ..... | 212 |
| Т.А. Петрова, О.А. Некрасова, А.П. Учаев ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗОЛОТВАЛАХ ВЕРХНЕТАГИЛЬСКОЙ ГРЭС (СРЕДНИЙ УРАЛ)..... | 216 |
| Е.П. Пуликова, Д.Г. Невидомская, Т.М. Минкина, К.А. Казарян ДЕНИТРИФИЦИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ В ПОЧВАХ УГЛЕПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА..... | 220 |

| | |
|--|------------|
| Н.В. Семендяева, А.А.Морозова НИКЕЛЬ (NI) В ПОЧВАХ ЗАСОЛЕННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ БАРАБИНСКОЙ РАВНИНЫ..... | 224 |
| Ф.Д. Микаилсой ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СУБСТРАТА НА КАТАЛАЗНУЮ РЕАКЦИЮ В СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ (ПРОВИНЦИЯ ЫГДЫР, ТУРЦИЯ) | 228 |
| ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР | 235 |
| В.С. Бойко, В.Н. Якименко, А.Ю. Тимохин ЭФФЕКТИВНОЕ ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПРИ ИХ ДЛИТЕЛЬНОМ ИНТЕНСИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ..... | 235 |
| В.А. Волкова, Н.А. Цыганова, Н.Ф. Балабанова, Н.А. Воронкова ФОЛИАРНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА В СОЧЕТАНИИ С ВНЕСЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ КАК ПРИЕМ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ | 239 |
| Л.П. Галеева ВЛИЯНИЕ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ..... | 243 |
| В.Г. Исакова, Н.И. Оруджева ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА И ЦЕОЛИТА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВО-СЕРЫХ ПОЧВ..... | 247 |
| В.С. Курсакова СОЛОНЦЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ОПЫТ ИХ МЕЛИОРАЦИИ..... | 251 |
| М.И. Мальцев, Е.В. Калюта ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ, НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ | 258 |
| И.Б. Сорокин, Е.А. Валетова, Т.А. Воровченко ВЛИЯНИЕ БИОРЕСУРСОВ АГРОЦЕНОЗА НА УРОЖАЙНОСТЬ В СЕВООБОРОТЕ ЗА 20 ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ..... | 262 |
| Л.А. Ступина, В.С. Курсакова ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЕФЕКТА ПОД ЗЕРНОВЫМИ И ЗЕРНОБОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ | 266 |

| | |
|--|------------|
| А.Ю. Тимохин, Б.В. Зырянов, В.С. Бойко ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН СОРГО САХАРНОГО В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ..... | 272 |
| М.В. Царёва ОЦЕНКА ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ КУРИНОГО ПОМЕТА | 275 |
| СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ПОЧВОВЕДЕНИЯ | 282 |
| О.И. Антонова, К.Р. Вепрынцева, А.В. Яковлев К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР..... | 282 |
| А.А. Кокорева, М.А. Никитина, Н.В. Клебанович, В.Н. Колупаева, А.И. Гасина, М.А. Бутылкина, П.А. Плетенев ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ В ЭЛЮВИАЛЬНО-ИЛЛЮВИАЛЬНОМ ПОЧВЕННОМ ПРОФИЛЕ | 289 |
| А.В. Дембовецкий ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МИГРАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ | 292 |
| А.А. Приставка, А.А. Козлова, А.Д. Уткина ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ | 297 |
| И.А. Самофалова МЕТОДОЛОГИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ..... | 301 |
| Т.В. Терещенко, А.В. Тиньгаев МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВЕННЫХ СТРУКТУР НА УЧАСТКЕ РЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО ПОЛИГОНА ТКО..... | 305 |
| А.Л. Федченко, Е.Г. Пивоварова ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМА ВЫБОРОЧНОЙ СОВОКУПНОСТИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЗОНАЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ ПОЧВ..... | 311 |
| Е.В. Шамрикова, Е.В. Ванчикова, Б.М. Кондратёнок, Е.М. Лаптева ГАРМОНИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ – ПУТЬ К ГЛОБАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ. ПОЧВЕННОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО..... | 315 |
| Е.В. Шеин НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ПОЧВОВЕДЕНИИ | 319 |

**ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
И ОХРАНА ПОЧВ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ..... 324**

| | |
|--|-----|
| А.Б. Александрова, В.В. Маланин, А.А. Марасов, Р.Р. Хасанов, Э.Е. Паймикина ПОЧВЫ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ОЗЕР САРАЛИНСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА .. | 324 |
| Ю.А. Азаренко МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ | 328 |
| С.М. Горохова, А.А. Васильев ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РОРЕНШТЕЙНОВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ | 332 |
| А.П. Жидкин, Д.В. Фомичева, Н.Н.Иванова, Е.Н.Шамшурина ВАРЬИРОВАНИЕ БАЛАНСА НАНОСОВ И СТРУКТУРЫ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ КОНФИГУРАЦИИ ПАШНИ (МАЛОГО ВОДОСБОРА В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ) | 335 |
| Е.В. Кононцева ТИПИЗАЦИЯ И РЕЖИМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ | 340 |
| С.В. Овсянникова, В.П. Середина СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ КУЗБАССА | 347 |
| Е.В. Пятина, М.К. Захарова, Е.В. Мингареева, М.Е. Федорова СТРУКТУРА ПОЧВЕННОЙ МАКРОФАУНЫ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС СТЕПНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ | 351 |
| В.П. Середина, М.В. Носова ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТАЕЖНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПРОДУКТАМИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ | 355 |
| Е.Ю. Сухачева, Б.Ф. Апарин, Е.В. Мингареева БИОРЕСУРСНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОГО МУЗЕЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА | 359 |
| О.В. Чернова ЭТАЛОННЫЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ | 363 |

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.4

ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУРЛАКОВОЙ ЛИДИИ МАКАРОВНЫ И РАЗВИТИЕ АЛТАЙСКОЙ ШКОЛЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Е.Г. Пивоварова

Алтайский ГАУ, Барнаул, pilegri@mail.ru

Аннотация. В работе проанализированы основные направления научно-исследовательской и педагогической деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры почвоведения и агрохимии АГАУ.

LIDIYA MAKAROVNA BURLAKOVA – A GENERATOR OF SCIENTIFIC IDEAS AND A TEACHER OF A SCIENTIFIC SCHOOL

E.G. Pivovarova

Altai state agrarian university, Barnaul, pilegri@mail.ru

Abstract. The main directions of research and pedagogical activity of the Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Soil Science and Agrochemistry of the ASAU in this paper has been analyzed.

«Одни умы склонны к почитанию древности, другие увлечены любовью к новизне. Но немногие могут соблюсти такую меру, чтобы и не отбрасывать то, что справедливо установлено древними, и не пренебречь тем, что верно предложено новыми»
Фрэнсис Бэкон

Становление Алтайского государственного аграрного университета и его научного потенциала связано с двумя основными школами – Ленинградским

сельскохозяйственным институтом (на базе которого он и образовался) и Томским государственным университетом, молодое поколение которого пополнило многочисленные вновь открывающиеся образовательные учреждения в Алтайском крае после Великой Отечественной войны. Две научных школы – это не только кадры, но и классическое базовое образование, методологические основы, а также научная этика специалистов. Что касается деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры почвоведения и агрохимии АГАУ Бурлаковой Лидии Макаровны, можно перечислить ее многочисленные работы, а можно, обобщая весь жизненный опыт, сделать выводы о том, что такое настоящий ученый в современном мире.

Бурлакова Лидия Макаровна является ярким примером становления ученого с большой буквы. Ей удалось сохранить и продолжить традиции своих учителей, выдающихся почвоведов (Н.Ф. Тюменцева, Е.М. Непряхина, Н.В. Орловского, Т.П. Славниной, С.А. Коляго и др.), не только в науке, но и педагогической деятельности.

В области естествознания любая научная деятельность начитается с накопления знаний о предмете исследований. Ее научная деятельность началась в поле: Томск-Минусинск-Абакан-Кызыл-Красноярск, почвы Кузнецкой котловины Кузбасса. Все эти почвенные экспедиции вошли в копилку представлений о физических и физико-химических свойствах почв, их генезисе, географическом распространении и классификации. Знакомство с почвами Алтайского края и проблемами сельскохозяйственного производства явились еще одним стимулом к познанию закономерностей агрогенной трансформации черноземов и поиску путей оптимизации плодородия почв.

К этому же периоду относится знакомство Л.М. Бурлаковой с работами Владимира Марковича Фридланда [1, 2], а в последствие и с ним лично. В.М. Фридланд разработал учение о структурах почвенного покрова на основании всестороннего и глубокого обобщения идей о его неоднородности. Первые его работы касались СПП южной тайги (в Приокско-Террасном заповеднике) и Прикаспийской низменности, а также особенностей комплексности почвенного

покрова полярных и аридных территорий. Ядро учения было разработано им достаточно детально, и это позволило Бурлаковой Л.М. применить данный подход к оценке СПП агрогенных почв. Ее многочисленные работы, а затем и диссертации ее учеников (С.И. Грибова, В.А. Мерецкого, Н.Ф. Кудрявцевой и др.) посвящены СПП пахотных угодий степной и лесостепной зон, предгорных зон Алтайского края, бассейна реки Алей [3, 4]. Она считала себя провинциалкой, но ее работы были всегда современны, актуальны и злободневны. Это еще один признак настоящего ученого – видеть перспективу, прогнозировать актуальные направления исследований и находить свои индивидуальные подходы к решению поставленных задач.

Сейчас назначение ученого получает огромное значение не только для науки, но и для всего общества. Что же делает Л.М. Бурлакову настоящим современным ученым? Для этого необходимо обладать способностью к **генерации идей**. Для достижения успеха в исследовательской деятельности (например, в области почвоведения) учёный должен овладеть «секретом» метода и обладать эвристической технологией научного мышления. Далекое не каждый исследователь может создать собственную, оригинальную методологию научного исследования, у которой нашлось бы достаточно последователей, чтобы он мог заявить с полным основанием о создании собственной научной школы. Среди таких идей можно назвать подход Л.М. Бурлаковой к бонитировке почв через математическое моделирование их плодородия.

В целом математическое моделирование – это высший пилотаж в науке. Как говорил Пифагор: познание гармонии мира (мира почв) через гармонию чисел.

Сегодня математическое моделирование глубоко проникает в теоретическое мышление. Важная познавательная функция моделирования состоит в том, чтобы служить импульсом, источником новых теорий. Нередко бывает так, что теория первоначально возникает в виде модели, дающей приближённое, упрощённое объяснение явления. В дальнейшем в процессе моделирования возникают новые идеи и формы эксперимента, происходит открытие ранее неизвест-

ных фактов. Такое «переплетение» теоретического и экспериментального моделирования особенно характерно для развития физических теорий. Применяясь в органическом единстве с другими методами познания, моделирование выступает как процесс углубления познания, его движения от относительно бедных информацией моделей к моделям более содержательным, полнее раскрывающим сущность исследуемых явлений действительности.

Толчок к развитию ее научных идей в математическом моделировании сыграло знакомство с Л.О. Карпочевским и Ю.Г. Пузаченко и их совместными статьями по использованию математических методов в почвоведении. К тому времени по числу цитирования статья *«Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях»* уже стала классической [6]. В сотнях опубликованных позднее работах многих авторов постулаты информационно-логического анализа используются для решения различных задач, в основном в области моделирования почвенных свойств и процессов. Лидия Макаровна использовала этот метод для бонитировки почв.

Понимая недостатки существующих местных методик бонитировки на начало 70-х годов прошлого столетия, а именно, неравнозначность свойств почв в формировании плодородия, нелинейность их связи с плодородием, более сложные связи и взаимодействия факторов, их неаддитивность в оценке почв, она предложила информационно-логический анализ для решения проблемы бонитировки почв. Эта работа послужила основой ее докторской диссертации и обобщением результатов в монографии *«Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза»*. Продолжением данного научного направления стали работы В.А. Рассыпнова, Е.Я. Ожгибицевой, В.В. Топтыгина, Ю.Н. Трубникова и др. [7,8].

Лидию Макаровну можно смело назвать генератором идей. Это способность и умение, обобщая и интегрируя чужие идеи, вырабатывать свои, оригинальные. Перерабатывая информацию, учитывая ее, генератор идей выдает новые, поднимающие прежние ранее на более высокую ступень. Математический подход в оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур

через основные законы земледелия (законы максимума, минимума и оптимума) позволил продолжить оригинальный метод. Разработка метода оптимизации, через обоснование оптимальных уровней питательных веществ в почвах для различных культур с учетом запасов питательных веществ в почве – пример теоретически обоснованного подхода и экологического решения проблем сельскохозяйственного производства. Единственная работа, где была изложена эта методика [9], прошла незамеченной, а потому не оценена по достоинству. Суть ее заключается в том, что максимальная урожайность возможна только в результате того, что все факторы урожайности находятся в максимуме. Если хотя бы один из них лимитирует урожайность – она будет формироваться по уровню лимитирующего фактора. Ни одна из ныне существующих методик определения нормы удобрения этого не учитывает.

Многочисленные работы сотрудников кафедры почвоведения и агрохимии АГАУ (О.И. Антоновой, С.В. Жандаровой, А.И. Хурчаковой, Н.А. Харченко, А.Б. Совриков и др.) посвящены доказательству эффективности метода определения доз удобрений, через коэффициенты оптимизации, рассчитанные на основе ДВУ [10-12]. Сегодня это школа алтайских агрохимиков.

В карьере ученого часто играют роль не только личные предпочтения тех или иных направлений науки, но и запросы общества на решения самых важных на данный момент проблем. Изучение влияния Семипалатинских испытаний на экологию в целом и на почвы в частности, разработка методологии оценки ущерба в результате разработки нефтяных месторождений (Хантымансийская АО), земельная реформа и оценка качества земель сельскохозяйственного назначения – это далеко не все проблемы, которые были успешно решены при активном участии и руководстве Бурлаковой Лидии Макаровны. Огромный коллектив молодых ученых АГАУ был привлечен ею к работе (Г.Г. Морковкин, А.Е. Кудрявцев, В.И. Овцинов, Е.А. Ельчищев, С.И. Завалишин, С.И. Грибов, Е.В. Кононцева, О.М. Завалишина, Ж.Г. Хлуденцов, В.А. Мерецкий, О.Н. Лыско, В.А. Каменский), и результатом явились закон-

ченные диссертационные работы, а значит, и ряд высококлассных специалистов.

Решение современных задач требовало использование и современных методов. Уже в 90-х годах были привлечены цифровые технологии картографирования [13], закуплены программы и оборудование для работы.

Ее методика качественной оценки земель была успешно осуществлена для всех почв Алтайского края [14]. К сожалению, сегодня оценка осуществляется по федеральной методике, которая не учитывает специфику регионов, степень деградации почв, их экологическое состояние, а потому не способствует их защите и охране. Именно этим вопросам были посвящены ее последние работы: деградация земель и опустынивание [15], оценка уровня экологического состояния почв [16] и создание Красной книги почв Алтайского края [17].

На каждую из этих проблем у нее был свой взгляд и пути решения проблем. Так, с энтузиазмом встретив идею Красной книги почв, она считала, что подход, используемый в Красных книгах растений и животных, не может быть эффективным для почв. Выделение особо охраняемых природных территорий ООПТ, с особым режимом охраны, который эффективен для восстановления популяций редких животных и растений, не может аналогичным образом восстановить редкие и исчезающие почвы. Она считала необходимым включение в книгу не только почв с ненарушенным профилем, естественного генезиса, но и почв, деградация которых опасна в целом для планеты.

Трудно переоценить и педагогический талант Л.М. Бурлаковой. Обладая прекрасными качествами педагога, Лидия Макаровна подготовила целую плеяду учеников. Под ее руководством сотрудниками и аспирантами кафедры было защищено более 50 кандидатских и десятка докторских диссертаций по проблеме почвенного плодородия, оптимизации минерального питания растений, оценке экологического состояния почв и др. Сегодня подготовка аспирантов максимально приближена к западной, но роль научного руководителя при этом сводится только к контролю написания диссертации. В курсе «этики научных исследований» мы перечисляем правила поведения в сфере научного поведе-

ния, но как «ложка к столу» эти правила лучше усваиваются при возникновении реальной ситуации. Мне запомнился случай, касающийся этики в отношении научной терминологии. Понятие «занятых терминов» сегодня актуально как никогда. Такие понятия, как «экологическое состояние почв», «гумусное состояние», «подвижный гумус», «калийное состояние» и «калийный статус» – каждый трактует по-своему. В результате этого в научной литературе можно встретить абсолютно не сопоставимое объяснение фактов и результатов исследований.

Ее общественная деятельность и активная гражданская позиция играли немаловажную роль в ее научной деятельности, в выборе направлений исследований, зачастую не популярных или вызывающих недовольство властей. При этом, будучи скромным и очень интеллигентным человеком, она умела решить все спорные вопросы «миром», при этом не отказываясь от своих убеждений в вопросах, касающихся охраны почв (Оценка размеров ущерба от деградации почв в результате хозяйственной деятельности / Л.М. Бурлакова и др.), внедрения почвозащитных технологий, экономического обоснования антропогенной нагрузки на почвы (Организация рационального использования и охраны сельскохозяйственных земель Алтайского края в современных условиях / Л.М. Бурлакова, В.И. Бивалькевич и др.) и др.

В речи Эйнштейна есть знаменитая метафора, при помощи которой проясняется суть научной работы. Он представляет науку в виде храма, в котором люди собрались по разным мотивам. Для некоторых это повод для того, чтобы показать свои способности и дарования. Для других — способ улучшить своё положение в обществе и достичь некоторых утилитарных целей. Если бы явился ангел и изгнал всех, кто принадлежит лишь к этим двум категориям, храм катастрофически бы опустел. Но в нём остались бы те, кто принадлежит к третьей категории. Для них определяющим является сам поиск нового знания. Лидия Макаровна осталась бы в этом храме.

Библиографический список

1. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. – М.: Мысль, 1972. – 423 с.
2. Фридланд В.М. Классификация структур почвенного покрова и типизация земель // Почвоведение. – 1980а. – № 11. – С. 5-17.
3. Бурлакова Л.М., Шурыгина Н.Ф. Структура почвенного покрова и типы пахотных угодий в лесостепной зоне Алтайского края / // Структура почвенного покрова и организация территории. – М., 1983. – С. 19-25.
4. Бурлакова Л.М., Грибов С.И. Некоторые вопросы картирования структур почвенного покрова с использованием аэроснимков // Тез. докл. 7 съезда Всесоюз. общ-ва почвовед. – Ташкент, 1985. – Ч. 4. – С. 135.
5. Бурлакова Л.М. Грибов С.И. Структура почвенного покрова и рациональное использование земельных ресурсов в хозяйствах степной зоны // Биологические ресурсы Алтайского края и перспективы их использования: тез. докл. – Барнаул, 1984. – С. 14-15.
6. Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки. Сер. Медицинская география. 1969. Вып. 3. С. 5-74.
7. Бурлакова Л.М., Рассыпнов В.А., Ожгибцева Е.Я. Опыт использования моделей плодородия для качественной оценки почв в условиях агроценоза // Земельно-оценочные проблемы Сибири и Дальнего Востока: тезисы докл. к конф. – Барнаул, 1986. – Ч. 1. – С. 3.
8. Топтыгин В.В., Трубников Ю.Н. Моделирование эффективного плодородия почв приенисейской Сибири // Земледелие. – 2014. – № 6. – С. 14-16.
9. Бурлакова Л.М. Оптимизация минерального питания яровой пшеницы на основе информационно-логической модели урожайности // Разработка систем и техники применения удобрений, обеспечивающих расширенное воспроизводство почвенного плодородия и планирование урожая высокого качества. – Алма-Ата, 1990.
10. Бурлакова Л.М., Антонова О.И. Определение норм и соотношений минеральных удобрений при интенсивной технологии возделывания яровой

пшеницы // Роль Алтайского края в решении Продовольственной программы: сб. тез. докл. к конф. (29-30 мая 1978 г.) / Алт. гос. ун-т. – Барнаул, 1987. – С. 10-16.

11. Бурлакова Л.М., Григорьева Э.С. Сущность метода, принципы и биологические основы программирования урожаев полевых культур // Урожай по программе. – Барнаул, 1987. – С. 5-9.
12. Бурлакова Л.М., Хурчакова А.И. Регулирование минерального питания яровой пшеницы и расчет норм удобрений // Агробиологическая оценка почвенно-климатических ресурсов и их регулирование: сб. науч. тр. / Алт. с.-х. ин-т. – Барнаул, 1991. – С. 77-81.
13. Использование методов дешифрирования данных дистанционного зондирования в целях мониторинга земель Ханты-мансийского автономного округа / Л.М. Бурлакова и др. // География почв и природопользование Сибири. – Барнаул, 2002. – Вып. 5.
14. Бурлакова Л.М., Викулов Д.Е., Самойлов С.А., Мерецкий В.А. Методические рекомендации по определению ресурсного потенциала земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края. – Барнаул, 2006. – 34.
15. Бурлакова Л.М. Деградация земель и опустынивание // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 6-9.
16. Морковкин Г.Г., Бурлакова Л.М., Мюллер К.К. вопросу деградации и опустынивания земель // Почвы – национальное достояние России: матер. IV съезда ДОП. – Новосибирск, 2004. – Кн. 2. – С.194.
17. Бурлакова Л.М. Красная книга почв // Экологическое образование для сохранения биоразнообразия. – Барнаул, 2003. – С. 9-12.

РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ НА СТРАНИЦАХ НАУЧНОЙ ПЕРИОДИКИ

И.С. Прохоров¹, Л.Н. Пирумова²

¹АНО «Редакция «Химия в сельском хозяйстве», РФ, agrochem_herald@mail.ru

²Центральная научная сельскохозяйственная библиотека, РФ, pln@cnsnb.ru

***Аннотация.** Представлена информация об истории журнала «Агрохимический вестник» («Удобрение и Урожай», «Химизация социалистического земледелия», «Химия в сельском хозяйстве», «Химизация сельского хозяйства») с 1929 г. по настоящее время. Дано описание рубрик журнала, выдающихся ученых – членов редакционной коллегии, сотрудников редакции и издательств, в которых выходил журнал. Благодаря цифровизации получена возможность ретроспективы публикаций в научной периодике, в частности на примере Алтайского государственного аграрного университета.*

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTS IN SOIL SCIENCE ON PAGES OF SCIENTIFIC PERIODICALS

I.S. Prokhorov¹, L.N. Pirumova²

¹ANO «Editorial board «Chemistry in Agriculture», the RF,
agrochem_herald@mail.ru

²The Central scientific agricultural library, the RF, pln@cnsnb.ru

***Abstract.** Information on history of Agrochemical Herald journal (Fertilizer and Harvest, Chemization of Socialistic Agriculture, Chemistry in Agriculture, Chemization of Agriculture) from 1929 to the present is presented. Description of headings of the journal, outstanding scientists – members of the editorial board and publishing houses in which journal was published is given. Thanks to digitalization, possibility of publications retrospective in scientific periodicals has been obtained, in particular, on the example of the Altai State Agrarian University.*

Журнал «Агрохимический вестник» является правопреемником журнала «Удобрение и Урожай», что подтверждено письмом НПО «Всесоюзная книжная палата» от 02.12.1992 № 0212. Одним из инициаторов выхода в свет журнала, основанного Комитетом по химизации народного хозяйства СССР при СНК СССР и Научным Институтом по Удобрениям НТУ ВСНХ СССР, стал академик Д.Н. Прянишников. Тираж журнала первоначально составлял 2000 экз.

Будучи единственным органом, специально посвященным проблемам химизации земледелия, журнал «Удобрение и Урожай» из-за малого объема не мог достаточно полно освещать вопросы защиты растений, поэтому с мая 1932 г. отдел журнала «Химические средства борьбы с вредителями и болезнями растений» стал выпускать самостоятельное издание «На защиту социалистического урожая». Сегодня – это журнал «Защита и карантин растений», а журнал «Удобрение и урожай» в начале 1932 г. был переименован в «Химизацию социалистического земледелия» и стал органом Наркомзема СССР и Всесоюзного НИИ удобрений, агротехники и агропочвоведения им. К.К. Гедройца (ВИУАА). Рациональное применение удобрений должно быть построено на новейших данных агрономической химии: от создания первичных агрохимлабораторий до решения вопросов и проблем агрохимии, почвоведения и соприкасающихся с ними дисциплин». Придавая значение вопросам производственно-технической пропаганды и достижениям в области химизации социалистического земледелия, журнал ставил задачу давать информацию о научных работах НИИ и опытных учреждений как в СССР, так и за рубежом [1-4].

В 1941 г. последним вышедшим номером журнала стал № 6 с тиражом 8770 экз., так как началась Великая Отечественная война. В 1956 г. журнал был восстановлен под названием «Удобрение и урожай» как ежемесячный научно-производственный журнал Минсельхоза СССР и Министерства совхозов СССР. В обращении к читателям того времени было написано, что журнал «Удобрение и Урожай» рассчитан на председателей, агрономов и бригадиров колхозов, специалистов машинно-тракторных станций, совхозов, агрохимлабораторий, работников сельскохозяйственных органов и научно-исследовательских учреждений. Начальный тираж 14000 экз., который достиг 19600 экз. в 1957 г.

В 1960 г. журнал «Удобрение и Урожай» и серии массовой библиотечки обмена опытом в сельском хозяйстве («Зерновые и кормовые культуры», «Технические и масличные культуры») объединяют в качестве рубрики в ежемесячный журнал «Земледелие», в круг рассматриваемых вопросов которого вошло

возделывание сельскохозяйственных культур, разработка севооборотов, а также теория и практика применения удобрений.

В 1963 г. Государственный комитет химической и нефтяной промышленности при Госплане СССР и Министерство сельского хозяйства СССР восстановили журнал под названием «Химия в сельском хозяйстве», который выходил в свет в Госхимиздате. Журнал публиковал хронику всесоюзных и международных событий (Пятый Международный конгресс по пестицидам, Совещание участников Географической сети опытов с удобрениями). Тираж первого номера журнала составлял 1200 экз., а в 1964 г. он достиг пика за все время издания – 63000 экз.

В 1964 г. добавились рубрики «Новые препараты», «Обмен опытом», «В помощь лектору», «Библиография», а в 1965 г. – «Экономика», «Консультации» (вместо «В помощь лектору», которая в 1979 г. стала «Наши справки»). Журнал откликается на ситуацию в стране, идет в ногу с современными условиями, открывая новые рубрики, которые могут быть интересны и полезны читателю. Так, в 1974 г. открылась рубрика «Охрана окружающей среды», а в 1975 г. – «Стандарты и качество». С 1976 г. рубрика «Минеральные удобрения» стала называться «Удобрения и мелиоранты», вместо рубрики «Хроника» появилась рубрика «Информация», а вместо «Библиография» - «Рецензии». В рубрике «Библиография» публиковались рецензии на книги, списки новых книг и статей по вопросам химизации сельского хозяйства, опубликованных в других изданиях.

В 1984 г. появилась новая рубрика «На проектно-изыскательных станциях и в лабораториях». В 1985 г. журнал стал теоретическим и научно-производственным, формат журнала поменялся, стал А16. Профиль журнала изменился, главным редактором стал Н.С. Беспятых. Его основными направлениями становятся: Служба химизации. Химические средства и местные удобрения в действии. Производственные технологии. Материально-техническая база. Научное и проектно-технологическое обеспечение работ. Экономика и организация труда. С заботой о природе. Охрана труда и техника безопасности.

Методы исследований и контроля качества работ. Человек и его дело в химической промышленности. Информация (о совещаниях, семинарах, выставках; зарубежный опыт; рецензии, короткие сообщения по узким вопросам; о новых книгах; предметный указатель статей за год).

Осенью 1987 г. журнал «Химия в сельском хозяйстве» был передан ВО «Агропромиздат» и № 1 – 1988 получил название «Химизация сельского хозяйства», так как в издательстве был журнал «Защита растений», который, по мнению дирекции, тоже был о химии в сельском хозяйстве. Журнал полностью сменил свой облик и формат (его можно было положить в широкий карман), но не потерял своей важности.

В 1992 г. журнал возглавил В.А. Макаренко, в номерах 2 и 4 редакция опубликовала анкету, в которой представила читателям несколько вариантов названий: «Химизация сельского хозяйства», «Химия в сельском хозяйстве», «Удобрение и Урожай», «Плодородие и Урожай», «Плодородная нива». В результате анкетирования большинство читателей (50%) остановилось на названии «Химия в сельском хозяйстве», так как оно более полно отвечает содержанию и тематике журнала. Такое же решение принял учредитель – Совет объединения «Россельхозхимия», и под таким названием журнал начал выходить с января 1993 г. В составе редколлегии появились: А.М. Артюшин, В.Я. Евсюков, С.Ф. Маслов, И.И. Прохорова, Ю.Ф. Федоров. Тираж журнала в этот период – 3000 экз.

С этого времени учредителем журнала также становится Министерство сельского хозяйства РФ. На страницах журнала значительное место стало уделяться работе специалистов центров и станций Государственной агрохимической службы, которая в 2019 г. отметила свой 55-летний юбилей [5, 6]. Почти в каждом номере есть рубрика «Агрохимическая служба», а некоторые номера полностью были отведены работе таких центров, как ГЦАС «Владимирский», «Московский», «Кемеровский», «Ставропольский», «Татарский», «Белгородский», «Тулаагрохимрадиология».

В 1994 г. главным редактором журнала становится И.И. Прохорова, работавшая в редакции с 1986 г. и ныне возглавляющая АНО «Редакция «Химия в сельском хозяйстве». С переходом на рыночные отношения резко сократились объемы применения средств химизации из-за непомерного скачка цен на минеральные удобрения [7-10], в журнале появилась рубрика «Нетрадиционные удобрения и новые виды органических удобрений», начало которой было положено в № 4 за 1994 г., посвященном Третьему Международному конгрессу по биоконверсии органических отходов (Москва). Первый был проведен в 1990 г. в Киеве, второй – 1992 г. в Ивано-Франковске.

В новых экономических и экологических условиях, когда отходов сельскохозяйственного и иного органического происхождения накопилось достаточно много, а стоимость минеральных удобрений взлетела в десятки раз, аграрии в бывшем Советском Союзе стали изучать современные технологии для повышения плодородия почв. Результаты технологических, генетических и экономических исследований по вермикультивированию были представлены уже в журналах «Химия в сельском хозяйстве» и «Агрохимический вестник» [11-13].

В начале 2000-х годов во Владимирской области при тесном сотрудничестве с зональным НИИСХ (г. Суздаль) и ВНИПТИОУ (п. Вяткино) активную работу по биологизации земледелия и переработке отходов начало ОАО Межрегиональная научно-производственная корпорация «ПИКЪ». Последующие публикации в журнале «Агрохимический вестник» лишь доказывали необходимость широкого использования технологии вермикомпостирования для решения агроэкологических проблем и повышения плодородия почв, несмотря на возникавшие споры об эффективности тех или иных гибридов червей, использовании тех или иных субстратов, сроков вермикультивирования, а также объектов применения получаемого продукта – биогумуса.

Накопленный в редакции огромный материал по решению экологических проблем в сельском хозяйстве привел к изданию в 1998 г. № 3 под названием «Агроэкология: проблемы и решения», затем выходящим неоднократно. Все

больше внимания уделяется сохранению окружающей среды, весь № 3 за 2002 г., № 1 за 2003 г., а также № 3 за 2005 г. посвящены проблемам агроэкологии.

Журнал откликается на прогрессивные технологии, в № 5 за 2001 г. и № 1-3 за 2002 г. опубликован аналитический обзор «Точное земледелие», авторами которого были В.П. Якушев, Р.А. Полуэктов, Э.И. Смоляр, А.Г. Топаж. Продолжая развивать тему точного земледелия, в 2008 г. появилась рубрика «Использование ГИС-технологий».

С 2012 г. главным редактором журнала стал И.С. Прохоров, кандидат сельскохозяйственных наук, который в настоящее время готовит материал для докторской диссертации. В 1996 г. первый и второй номера были посвящены 10-летию ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения [14-16]. Эта тема освещалась академиками РАСХН Н.А. Корнеевым и Р.М. Алексахиним [17].

После распада Советского союза публикация многих исследований в бывших республиках началась в ряде региональных изданий, однако благодаря сотрудничеству редакции с рядом вузов и НИИ позволяет и сейчас привлекать авторов из ближнего зарубежья [18-21].

Значительное внимание уделяется редакцией истории развития науки и ее выдающимся деятелям и исследователям [22, 23]. В 2010 г. журнал стал Лауреатом Национальной премии им. П.А. Столыпина «Аграрная Элита России» в номинации «Пропаганда новых технологий и научных достижений в повышении плодородия и возрождении земель сельскохозяйственного назначения».

Редакция уделяет большое внимание работе предприятий – производителей удобрений. Например, номер 2 за 1995 г. и номер 5 за 2000 г. посвящены юбилеям калийной промышленности. Номер 4 за 2004 г. – союзу производителей и экспортеров калия и соли. В номере 3 за 2008 г. рассказано о работе учебного центра ОАО «МХК «ЕвроХим», номер 2 за 2007 г. – НВП «Башинком» – производителю биопрепаратов. В 2018 г. вышел специальный номер, подготов-

ленный по результатам опытов по применению инновационных продуктов на основе гуминовых кислот из леонардита компании Life Force.

Огромное значение редакция отводит пропаганде работы ученых ведущих аграрных вузов и научно-исследовательских институтов (в 1990-е годы – ВНИИ галургии, ВНИИ «Агроэкоинформ», НИИСХ ЦРНЗ, ВНИПТИХИМ и др.). Их работам посвящены номера, связанные с юбилейными датами.

В 2005 г. весь журнал (№ 1) был посвящен публикациям ученых Алтайского ГАУ, в чем немалая заслуга тогдашнего ректора Золотарева Сергея Васильевича. В этом номере, конечно, была статья Бурлаковой Лидии Макаровны, Морковкина Геннадия Геннадьевича «Антропогенная трансформация почвообразования и плодородия черноземов в системе агроценозов» [24].

Процесс черноземообразования в степной зоне Алтайского края подвергается трансформации. Постоянный дефицит органического вещества в большинстве агроценозов уменьшает образование гумуса. Наблюдается снижение плодородия черноземов, обусловленное интенсивной антропогенной нагрузкой, теряется способность к саморегулированию и поддержанию основных компонентов почвенного плодородия на стабильном уровне. Сельскохозяйственное использование земельных ресурсов без должных мероприятий по охране почвенного покрова, без сбалансированного соотношения пахотных земель в составе сельхозугодий приводит к развитию эрозионных процессов и к изменению морфологического строения почв и физического разрушения гумусовых горизонтов.

В последующие годы преподаватели и сотрудники Алтайского ГАУ также активно публиковали свои научные достижения на страницах нашего журнала [25-28]. В частности, в работе В.И. Трофимова, С.В. Макарычева и А.Н. Иванова [29] исследовали действие дефеката на физические, физико-химические и теплофизические свойства и микробиологическую активность серых лесных почв Обь-Чумышского междуречья. Установлена отзывчивость основных сельхозкультур на внесение дефеката. Все изученные культуры увеличивают урожайность зерна и сена на мелиорированном фоне на 36-52%. Только

люпин однолетний обеспечивает минимальную прибавку или не отзывается на мелиорацию. Расчет экономической эффективности возделывания картофеля и озимой ржи на мелиорированных серых лесных почвах показал высокий уровень рентабельности.

В дальнейшем был значительный перерыв в публикационной активности алтайских почвоведов и агрохимиков в нашем журнале. Сейчас можно вспомнить статью Л.А. Малютиной «Влияние птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы и плодородие почв Алтайского края» [30]. В ней представлены результаты вегетационных опытов по урожайности яровой пшеницы. Птичий помет разновозрастных кур, выдержанный 12 месяцев в полевом бурте, показал максимальную прибавку урожайности (от 4,34 до 6,66 т/га) при применении в дозе 17,1 т/га, что эквивалентно внесению 300 кг азота на 1 га. Более высокая доза (22,8 т/га) уже не дала такой прибавки и привела к полеганию растений. Выявлено влияние последствия помета: рост урожайности, общей кустистости и высоты растений. Результаты агрохимического анализа почвы показали увеличение содержания валовых и подвижных форм азота, фосфора и калия.

Самой свежей публикацией пока остается работа А.Е. Кудрявцева совместно с немецкими коллегами в 2020 г. [31]. В исследовании почвенных ресурсов аридных территорий установлено, что при их интенсивном использовании достоверно снижается мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, увеличивается обменный натрий, на уровне тенденции деградирует гранулометрический состав, уменьшается количество физической глины, илистых фракций, емкость катионного обмена, обменный кальций, подвижный фосфор, обменный калий. Статистическая обработка этих параметров плодородия позволила разработать шкалу динамичности и установить степень деградации рассмотренных свойств почв, оценить скорость нарастания неблагоприятных изменений или их отсутствие. Таким образом, в экологическом аспекте агропочву следует рассматривать как природную систему, плодородием которой необходимо управлять для приостановления негативных отклонений в почвообразова-

тельном процессе. Установлено, что изменения параметров плодородия не выше 0,2% в год следует относить к естественному процессу почвообразования, это соответствует слабо динамичным отклонениям. Деграция параметров плодородия пахотных почв от 0,2 до 0,3% в год соответствуют умеренно-динамичным отклонениям, соответственно, от 0,3 до 0,5% в год отнесены к средне динамичным, а выше 0,5% в год – именуем сильно динамичными отклонениями. Разработанная шкала динамичности позволяет констатировать, что элементы плодородия пахотных почв аридных территорий характеризуются в основном умеренно динамичными и средне динамичными отклонениями.

Не забывают в журнале и о будущих поколениях агрохимиков, почвоведов и агроэкологов, для которых существует рубрика «Работы молодых ученых» [32, 33].

С 2005 г. журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) на сайте российской научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), а с 2015 г. журнал включен в базу данных российских научных журналов Russian Science Citation Index на платформе Web of Science. Подтверждено включение журнала с 1963 г. в международную базу данных химических научных журналов Chemical Abstracts (CAS (pt)), осуществлена регистрация в международной исследовательской базе данных Research Bible. С 2018 г. статьям, публикуемым в журнале, присваивается Digital Object Identifier (DOI) на базе Российской государственной библиотеки (www.cyberleninka.ru).

Благодаря обновлению Перечня ВАК РФ, в журнале «Агрохимический вестник» публикуются материалы по следующим специальностям и отраслям науки: 03.02.03 – Микробиология (сельскохозяйственные науки); 03.02.08 – Экология (биологические и химические науки); 03.02.13 – Почвоведение (биологические, сельскохозяйственные и химические науки); 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (биологические и сельскохозяйственные науки); 06.01.04 – Агрохимия (биологические, сельскохозяйственные и химические науки); 06.01.07 – Защита растений (биологические и сельскохозяйственные науки).

Одним из направлений публикаций благодаря этому стали исследования по оценке земель [34-35], а также в особо охраняемых природных территориях (заповедниках и национальных парках) [36].

В последние несколько лет редакция принимает к публикации все больше статей зарубежных исследователей, подавляющее большинство которых составляют молодые ученые из стран СНГ. При этом стоит отметить, что члены редакционной коллегии, осуществляющие научную экспертизу представляемых материалов, оценивают данные работы как весьма и весьма посредственные. Оставляют желать лучшего и многие рукописи российских ученых, поэтому необходимо отметить колоссальный объем работы, проводимый редакцией и редколлегией журнала, по доведению материалов до уровня цитируемых научных статей. Только благодаря слаженной работе журналу удается занимать достойное место в российской аграрной и природоохранной науке.

Библиографический список

1. Прохорова И.И. Из истории журнала // Химия в сельском хозяйстве. 1993. № 1-2. – С. 4-5.
2. Пирумова Л.Н. Листая страницы издания: к юбилею журнала «Агрохимический вестник» // Агрохимический вестник, 2019, № 3. – С. 8-14.
3. Прохоров И.С. От истории публикаций по агрохимии до юбилея научного журнала // Агрохимический вестник, 2019, № 3. – С. 3-7.
4. Прохоров И.С. История научных публикаций по агрохимии / I Никитинские чтения «Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах»: Материалы Международной научной конференции (19-22 ноября 2019 г.). – Пермь: ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ им. академика Д.Н. Прянишникова». – С. 459-465.
5. Просяникова О.И., Королев Ю.А. Банк данных центра (станции) агрохимической службы // Агрохимический вестник, 2010, № 5. – С. 7-8.

6. Калимуллин Н.М., Миннуллин Р.М. Роль агрохимической службы по сохранению плодородия почв в современных условиях // Агрохимический вестник, 2009, № 6. – С. 2-4.
7. Деревягин В.А., Кравченко М.Е. и др. Переработка органического сырья // Химизация сельского хозяйства, 1989, № 7. – С. 25.
8. Мельник И.А. Карпец И.П. Вермикультура и ее продукт биогумус // Химизация сельского хозяйства, 1990, № 7. – С. 14-17.
9. Должиков Н.Ф. Утилизация птичьего помета // Химизация сельского хозяйства, 1990, № 12. – С. 32-34.
10. Мельник И.А., Карпец И.П. Биогумус на приусадебном участке // Химизация сельского хозяйства, 1991, № 4. – С. 91-95.
11. Городний Н.М., Сердюк А.Г., Быкин А.В. Технологические аспекты переработки свиного навоза в вермикомпост // Химия в сельском хозяйстве, 1995, № 1. – С. 15-18.
12. Стадник Б.Г. Вермикультивирование – многоцелевое рентабельное производство // Агрохимический вестник, 1997, № 5. – С. 39.
13. Мерзлая Г.Е. Агроэкологическая эффективность традиционных и новых видов органических удобрений // Агрохимический вестник, 1997, № 6. – С. 3-5.
14. Кузнецов А.В., Орлов П.М., Платонов И.Г. Роль ученых ЦИНАО в ликвидации последствий Чернобыльской аварии // Химия в сельском хозяйстве, 1996, № 1. – С. 13-14.
15. Воробьев Г.Т. Работа агрохимической службы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в Брянской области // Химия в сельском хозяйстве, 1996, № 1. – С. 16-18.
16. Жигарева Т.Л., Ратников А.Н., Попова Г.Н., Санжарова Н.И., Петров К.В., Белоус Н.М. Эффективность минеральных удобрений на радиоактивно загрязненных территориях // Химия в сельском хозяйстве, 1996, № 1. – С. 35-37.
17. Алексахин Р.М. Итоги преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в агросфере // Агрохимический вестник, 2006, № 2. – С. 2-5.

18. Мустафаев М.Г. Причины снижения эффективности сельскохозяйственного производства на землях Азербайджана // *Агрохимический вестник*, 2012, № 3. – С. 43-44.
19. Гасымов Л.Д. Агроэкологическая оценка почв сельскохозяйственных угодий Ленкоранской низменности Азербайджана // *Агрохимический вестник*, 2019, № 1. – С. 29-32.
20. Персикова Т.Ф., Радкевич М.Л. Сортовая отзывчивость люпина узколистного на условия питания при возделывании на дерново-подзолистых почвах Северо-Востока Беларуси // *Агрохимический вестник*, 2015, № 4. – С. 9-12.
21. Желязко В.И., Лукашевич В.М. Влияние минеральных удобрений и орошения дождеванием на урожайность японского проса в северо-восточной части Республики Беларусь // *Агрохимический вестник*, 2015, № 4. – С. 20-23.
22. Сычева С.А. Женщины в российском почвоведении и агрохимии // *Агрохимический вестник*, 2003, № 3. – С. 7-11.
23. Шеуджен А.Х. Основоположник отечественной агрохимической научной школы. К 145-летию со дня рождения Д.Н. Прянишникова // *Агрохимический вестник*, 2010, № 6. – С. 36-39.
24. Бурлакова Л.М., Морковкин Г.Г. Антропогенная трансформация почвообразования и плодородия черноземов в системе агроценозов // *Агрохимический вестник*, 2005, № 1. – С. 2-4.
25. Антонова О.И., Дымова Л.В. Эффективность известкования черноземов выщелоченных в средней лесостепи Алтайского края // *Агрохимический вестник*, 2005, № 1. – С. 5-8.
26. Пивоварова Е.Г. Прогнозирование нитрификационной способности и содержания подвижных форм азота в почве для оптимизации минерального питания растений // *Агрохимический вестник*, 2005, № 1. – С. 10-12.
27. Кудрявцев А.Е., Тонких В.В. Агрофизические условия мобилизации подвижных питательных веществ в почвах // *Агрохимический вестник*, 2005, № 1. – С. 21-24.

28. Завалишин С.И. Тяжелые металлы в почвах средней тайги Западно-Сибирской низменности // *Агрохимический вестник*, 2005, № 1. – С. 26-29.
29. Трофимов И.Т., Макарычев С.В., Иванов А.Н. Влияние дефектата на свойства серых лесных почв Обь-Чумышского муждуречья и урожайность сельскохозяйственных культур // *Агрохимический вестник*, 2005, № 3. – С. 9-11.
30. Малютина Л.А. Влияние птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы и плодородие почв Алтайского края // *Агрохимический вестник*, 2015, № 6. – С. 48-51.
31. Кудрявцев А.Е., Гуггенбергер Г., Иллигер П., Стецов Г.Я., Юров В.В. Экологические аспекты эволюции и плодородия при интенсивном использовании почвенных ресурсов аридных территорий // *Агрохимический вестник*, 2020, № 1. – С. 14-24.
32. Давыдов А.С., Воробьева Р.П., Шуравилин А.В. Удобрительное орошение животноводческими стоками // *Агрохимический вестник*, 2005, № 3. – С. 18-19.
33. Воробьева Р.П., Давыдов А.С., Новикова Л.Ф., Пивень Е.А., Шуравилин А.В. Использование осадков сточных вод // *Агрохимический вестник*, 2006, № 6. – С. 36-37.
34. Давыдова И.Ю., Мажайский Ю.А., Давыдов Е.А., Евтюхин В.Ф. Методика учета качества почв в земельной ценовой политике региона // *Агрохимический вестник*, 2010, № 6. – С. 2-4.
35. Макаров О.А., Строков А.С., Цветнов Е.В., Бондаренко Е.В., Кубарев Е.Н., Чистова О.А., Ермияев Я.Р. Апробация методики эколого-экономической оценки деградации земель // *Агрохимический вестник*, 2017, № 3. – С. 55-59.
36. Прохоров И.С., Корнеевец К.В. Новые направления развития особо охраняемых природных территорий // *Агрохимический вестник*, 2018, № 2. – С. 68-70.

**РАЗВИТИЕ ИДЕЙ Л.М. БУРЛАКОВОЙ
В МЕТОДОЛОГИИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

П.М. Сапожников

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
sap-petr@yandex.ru*

Аннотация. Показана правильность подходов Л. М. Бурлаковой к основным методологическим принципам кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения. Выявлены основные проблемы и трудности в определении кадастровой стоимости на современном этапе и предложены пути их решения.

**DEVELOPMENT OF L.M. BURLAKOVA'S IDEAS
IN THE METHODOLOGY OF CADASTRAL VALUATION
OF AGRICULTURAL LAND**

P.M. Sapozhnikov

Lomonosov Moscow state University, sap-petr@yandex.ru

Abstract. L. M. Burlakova's approach to the basic methodological principles of cadastral valuation of agricultural land is shown to be correct. The main problems and difficulties in determining the cadastral value at the present stage are revealed and the ways to solve them are proposed.

Многие работы известного почвоведом Л.М. Бурлаковой были посвящены земельно-оценочным проблемам и кадастровой оценке земель. В Методических рекомендациях по определению ресурсного потенциала земель Алтайского края [1] совершенно правильно определены методологические основы оценки земель: определяется нормативная урожайность (использовались материалы информационно-логического анализа), затраты по технологическим картам, климатические показатели (гидротермические коэффициенты) [2]. Данные показатели были разработаны для территории Алтайского края. Стратегически подходы Лидии Макаровны абсолютно верны – должны определяться нормативная урожайность, исходя из свойств почв, нормативные (технологические) затраты, коэффициент капитализации.

Современная методология государственной кадастровой оценки земель (ГКОЗ) базируется на принципе единой сопоставимой методики для всей территории Российской Федерации [3]. Она также включает в себя определение нормативной урожайности (однако используется другая модель расчета), нормативные затраты и затраты на поддержание плодородия почв, коэффициент капитализации.

Развитие методов государственной кадастровой оценки земель в Российской Федерации берет свое начало с 1999 года – с выхода Постановления правительства РФ № 945 «О государственной кадастровой оценке земель», т.е. институт кадастровой оценки развивается в России более 20 лет. Первой методикой, принятой в 2002 году и утвержденной Росземкадастром, была методика по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Данная методика была основана на расчете базовых фактических показателей (оценочная продуктивность и оценочные затраты, расчетный рентный доход, кадастровая стоимость) на уровне субъектов Российской Федерации для сельскохозяйственных угодий, при этом для всех субъектов были взяты единые коэффициенты капитализации и рентабельности. Дифференциация базовых показателей по земельным участкам была основана на показателях плодородия, технологических свойствах и местоположении. По данной методике было проведено два тура оценочных работ – в 2002 и 2007 годах. Основные недостатки действовавших в то время методических указаний сводились к следующему:

1. Неправомерность использования показателей фактических данных по урожайности и затратам при оценке земель. По существу, данный подход сводится не к оценке земель по уровню плодородия, а к оценке фактически достигнутого уровня производства, который никоим образом не связан с оценкой земель, а связан с интенсификацией сельскохозяйственного производства. От такого подхода предостерегала в своих работах Л.М. Бурлакова.

2. В Методических указаниях не было учтено влияние климатических условий и рельефа местности на продуктивность сельскохозяйственных угодий.

3. Использование средних базовых показателей отрицает один из основных рыночных принципов в оценке – оценка по наилучшему, наиболее эффективному использованию земли.

4. Принятие единого для всех субъектов РФ коэффициента капитализации (3%) и единой нормы рентабельности (7%) является экономически необоснованным и не поддается логике.

Приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 20 сентября 2010 года № 445 утверждены Методические указания по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Они имеют ряд существенных отличий, а именно:

1) в организационно-методическом плане вместо двухэтапной организации работ (субъект Российской Федерации – земельный участок) предложен одноэтапный подход (только земельный участок);

2) в методологическом плане:

- вместо анализа фактических данных за последние годы об урожайности культур и затратах на их возделывание справедливо предлагается использовать показатели нормативной продуктивности (исходя из свойств почв) и нормативных затрат, получаемых на основе технологических карт;

- определение наилучшего и наиболее эффективного использования земельного участка по текущему виду землепользования – создание оптимального севооборота на основе возможного (по агроклиматическим параметрам) перечня выращиваемых сельскохозяйственных культур с учетом максимальной доходности и при условии соблюдения экологических требований;

- расчет показателей прибыли предпринимателя и коэффициента капитализации для земельных участков в субъекте Российской Федерации.

По данной методологии, начиная с 2011 года, во всех субъектах Российской Федерации была проведена государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения. Технические указания по выполнению работ по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения подробно изложены в монографии [4].

С 1 января 2017 года вступил в силу Федеральный закон от 03.07.2016 № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке», которым установлен новый порядок проведения государственной кадастровой оценки. До вступления в силу нового закона определение кадастровой стоимости осуществляли независимые оценщики, которых на конкурсной основе выбирали региональные органы власти или органы местного самоуправления. Оценщики сами выбирали и обосновывали подходы и методы, используемые для получения результата. После завершения оценки региональные и муниципальные администрации утверждали ее результаты и передавали результаты в Росреестр. После этого эти данные заносятся в государственный кадастр недвижимости. Новая система государственной кадастровой оценки предусматривает передачу полномочий по определению кадастровой стоимости государственным бюджетным учреждениям (ГБУ), создаваемым субъектом Российской Федерации. Ответственность за их работу возложена на региональные органы власти.

В Методических указаниях «О государственной кадастровой оценке», утвержденных приказом Министерством экономического развития Российской Федерации № 226 от 12 мая 2017 г. [3], при кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения оцениваются почвенные свойства, влияющие на плодородие земель, характеристики климата и рельефа местности. По сути, методология определения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения 2010 года не отличается от методологии 2017 года. Различия заключаются в добавлении действующей методики раздела по кадастровой стоимости оленьих пастбищ. Рекомендуется проводить кадастровую оценку земель сельскохозяйственного назначения на основе Единого государственного реестра почвенных ресурсов России [5] и расчета нормативной урожайности. Отмеченные источники предоставляют наименования почв и показатели их плодородия, а также включают характеристику других природных условий. Необходимым атрибутом проведения государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения является наличие информации о почвенном покрове территории (крупномасштабные почвенные карты 1:10000 и 1:25000).

Практически все субъекты Российской Федерации провели тур кадастровой оценки по данной методологии. Однако в ходе выполнения работ по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения возникли существенные проблемы методического характера:

1. Отсутствует в необходимом объеме и соответствующего качества картографический почвенный материал. Эта проблема является очень существенной и не позволяет проводить качественную кадастровую оценку сельскохозяйственных угодий. В некоторых субъектах РФ крупномасштабные почвенные обследования вообще отсутствуют (Республика Удмуртия).

2. Анализ работ по ГКОЗ сельскохозяйственного назначения, проведенных в субъектах РФ, показал, что ни в одном отчете не было сделано разделение по видам разрешенного использования (ВРИ) в пределах земельного участка.

Следует иметь в виду, что, во-первых, экспликация земель по ВРИ внутри земельного участка технологически сложна и, как правило, отсутствует информация по площадям, занимаемой той или иной группой внутри земельного участка. Во-вторых, экспликация земель по ВРИ внутри земельного участка намного удорожает проведение работ по ГКОЗ. По нашему мнению, при кадастровой (массовой) оценке земельных участков сельскохозяйственного назначения разделение участка на ВРИ представляется нецелесообразным. Данное утверждение должно быть закреплено методически.

3. При кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения во многих ГБУ возникал вопрос – надо ли учитывать залежные земли при оценке? По нашему мнению, этого делать не надо. В соответствии со статьей 79 Земельного кодекса РФ к сельскохозяйственным угодьям относятся пашни, сенокосы, пастбища, залежи, земли, занятые многолетними насаждениями (садами, виноградниками и другими). При кадастровой оценке отнесение к различному виду сельскохозяйственных угодий определяется свойствами почв. Собственник земельного участка самостоятельно определяет, как ему использовать тот или иной вид угодий. При кадастровой оценке оценщики не обследуют объект

на местности, а используют перечень объектов оценки, подготовленный Росреестром. В этом перечне отсутствует информация об использовании сельскохозяйственных угодий. В связи с этим при кадастровой оценке невозможно определить, используется участок сельскохозяйственного назначения или нет. Необходимо также отметить, что в соответствии с ФЗ № 354 от 03.07.2016 земельный участок сельскохозяйственного назначения может быть изъят из оборота в случае его неиспользования в течение трех лет.

4. Еще одной методической проблемой является невозможность составления экспликации площадей земельных участков по типам почв – по причине отсутствия в ГКН сведений о местоположении границ земельных участков.

По нашему мнению, отмеченные методические проблемы обязательно должны быть учтены в Методических указаниях. Еще одной важнейшей проблемой государственной кадастровой оценки является отсутствие контроля и экспертизы со стороны Росреестра в методологии работ. К сожалению, пока экспертиза и контроль носят формальный характер. Это относится не только к землям сельскохозяйственного назначения, но и к объектам капитального строительства и земельным участкам других категорий.

Библиографический список

1. Бурлакова Л.М, Викулов Д.Е., Самойлов, Мерецкий С.А. Методические рекомендации по определению ресурсного потенциала земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края. - Барнаул, Изд-во АГАУ, 35 с.
2. Бурлакова Л.М., Стрельцова Т.В., Албул О.В. Влияние изменения почвенного плодородия на качественную и экономическую оценку агрочерноземов Колочной степи // Вестник Алтайского государственного университета, №9(35), 2007, с 5-9.
3. Методические указания о государственной кадастровой оценке / Утверждены приказом Минэкономразвития России от 12.05.2017 г. №226.

4. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации / под общ. ред. П.М. Сапожникова, С.И. Носова. – М.: ООО «НИПКЦ ВОСХОД–А», 2012. – 160 с.
5. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0 / под ред. А.Л. Иванова, С.А. Шобы; отв. ред. В.С. Столбовой. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева; Тула: Гриф и К., 2014. – 768 с.

УДК 631.4

ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛИДИИ МАКАРОВНЫ БУРЛАКОВОЙ: К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛТАЙСКОГО ПОЧВОВЕДА

М.Г. Колокольцев

Алтайский ГАУ, РФ, kolokoltsevmg@mail.ru

***Аннотация.** Статья посвящена биографии Л.М. Бурлаковой. Автор изучает этапы жизненного пути алтайского почвовед. В статье описывается тематика научных исследований, проводимых кафедрой «Почвоведение и агрохимия» в различные периоды истории страны. Автор статьи также определяет достижения Л.М. Бурлаковой в развитии науки и образования. Жизнедеятельность почвовед раскрывает также историю страны и ее региона.*

THE LIFE AND WORK OF LIDIA MAKAROVNA BURLAKOVA: ON THE 90TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF THE ALTAI SOIL SCIENTIST

M.G. Kolokoltsev

Altai State Agricultural University, kolokoltsevmg@mail.ru

***Abstract.** The article is devoted to the biography of L.M. Burlakova. The author studies the stages of the Altai soil scientist's life path. The article describes the subject of scientific research conducted by the Department of Soil Science and Agrochemistry in various periods of the country's history. The author of the article also defines the achievements of L.M. Burlakova in the development of science and education. The vital activity of a soil scientist also reveals the history of the country and its region.*

Лидия Макаровна Бурлакова родилась 24 марта 1932 г. в г. Барнауле. Уже в семье были заложены задатки будущего ученого почвовед. Отец Лиды окончил техникум механизации, а мать была по образованию педагогом и в после-

дующем работала ассистентом кафедры зоологии АСХИ. Лидия Макаровна вспоминала, что мать дала ей выбор дальнейшего обучения. Однако решение было predetermined. Ведь Лида уже в школьные годы стала первым юннатом открывшейся в Барнауле краевой станции юных натуралистов. Закончила она школу № 103, которая относилась к Томской железной дороге, в сложный послевоенный 1949 год [1].

После окончания школы Л.М. Бурлакова поступила в Томский государственный университет на биолого-почвенный факультет. На первом курсе с подругой перешла на только что открывшуюся в университете специальность «Почвоведение». В годы обучения в ТГУ была членом комсомольского бюро и агитатором академической группы студентов, а также секретарем стипендиальной комиссии деканата. Научные лидерские качества также сразу дали о себе знать. Она стала руководителем почвенного кружка.

Первыми учеными, которые повлияли на профессиональное становление почвоведом, по её собственному признанию, были лесник, почвовед и кандидат наук Ефим Степанович Останин и руководитель научной почвоведческой экспедиции, в которой приняла участие на втором курсе Л.М. Бурлакова, Степан Александрович Коляго. Изучая почвы по природным зонам Томск-Минусинск-Абакан-Кызыл-Красноярск, будущий почвовед увлеклась научными исследованиями. На пятом курсе Л.М. Бурлакова стала сталинским стипендиатом. В 1954 г. окончила биолого-почвенный факультет ТГУ, защитив дипломную работу «Структура бурых лесных почв и черноземов-пыхунов». Научным руководителем была Тамара Порфирьевна Славнина.

После окончания университета Л.М. Бурлакова поступила в аспирантуру по специальности «Агрохимия» при кафедре почвоведения ТГУ. В годы обучения аспирантуры работала в аспирантском бюро при Доме Учёных и консультантом факультетского Научного студенческого общества. После окончания в 1957 г. аспирантуры с 03 октября 1957 г. по 20 апреля 1959 г. работала ассистентом кафедры инженерной геологии и основания фундаментов Томского

инженерно-строительного института. По семейным обстоятельствам уволилась, так как в 1958 г. у неё родился сын Игорь.

13 сентября 1959 г. стала ассистентом кафедры «Почвоведения» Томского государственного университета, а на следующий год защитила кандидатскую диссертацию по теме «Элементы плодородия серых лесных и лугово-черноземных почв юга Томской области в условиях сельскохозяйственного производства». После защиты кандидатской отправляется в экспедицию по изучению почв Кузнецкой котловины Кузбасса.

В 1962 г. Л.М. Бурлакова переезжает в Барнаул и поступает на работу в Алтайский сельскохозяйственный институт. 11 марта 1963 г. и.о. зав. кафедрой «Почвоведения и агрохимии» В.В. Нестеров подает докладную записку на имя ректора Е.Н. Давыдова о представлении ассистента Лидии Макаровны Бурлаковой на должность исполняющей обязанности доцента по курсу почвоведения, а 13 октября 1965 г. решением высшей аттестационной комиссии была утверждена в ученом звании доцента по кафедре «Почвоведение и агрохимия». В эти годы она начала подготовку аспирантов, а в 1967 г. совместно с коллегами было проведено маршрутное обследование почв Рубцовско-Алейской степи.

В эти годы ее заслуги уже признаны на региональном и федеральном уровнях. В начале 70-х годов постановлением бюро Алтайского крайисполкома КПСС 15 марта 1970 г. была награждена юбилейной медалью «За доблестный труд» в ознаменовании 100-летия со дня рождения В.И. Ленина. За работу в годы девятой пятилетки 1970-1975 гг. Бурлакова была награждена знаком «Ударник 9 пятилетки», а также значком высшей школы СССР за отличные успехи в работе.

В сентябре 1972 г. начинает работу в должности старшего научного сотрудника и продолжает научно-исследовательскую работу до завершения и оформления докторской диссертации в сентябре 1974 г. на тему «Элементы плодородия черноземов в системе господствующего агроценоза в условиях Алтайского Приобья». Диссертация, где автор создал уникальную модель урожайности яровой пшеницы в зависимости от почвенно-климатических факторов,

была защищена в Омском сельскохозяйственном институте. 31 декабря 1976 г. Высшей аттестационной комиссией при Совете Министров СССР ей присуждена ученая степень **доктора сельскохозяйственных наук**, а в 1978 г. присвоено звание **профессора**. Результаты своих научных исследований она смогла реализовать на практике, работая в эти годы инструктором по борьбе с эрозией почв.

Как и в студенческие годы, Лидия Макаровна занимала активную общественную позицию. Она вступила в 1971 г. в ряды КПСС (партбилет № 08021065). Стала членом партийного бюро факультета, а с 1978 г. была членом партийного комитета института. Будучи членом научно-методического совета краевого общества «Знание», она занималась пропагандой научных знаний. В 1975 г. ею была подготовлена и прочитана в обществе «Знание» лекция «Земельные ресурсы – часть биосферы и их рациональное использование». Л.М. Бурлакова выехала в 1979 г. в Первомайский район для чтения лекции по обществу «Знание».

Зимой 1976 г. Л.М. Бурлакова была отправлена на стажировку в г. Ленинград, где посетила лекции почвоведом Л.Н. Александровой. Она рассказывала коллегам, что многое переняла у неё для чтения лекций, особенно в разделе по почвообразовательному процессу. После экскурсий по геологическим местам Ленинградской области Л.М. Бурлакова привезла образцы пород. Посетив почвенный музей им. В.В. Докучаева, переняла опыт оформления экспозиций. По приезду в Барнаул поставила вопрос об оформлении почвенного музея. Было принято решение закончить оформление почвенно-географических зон, подготовку карт полезных ископаемых Алтайского края.

Научные интересы Л.М. Бурлаковой простирались от исследований земельных ресурсов, бонитировки почв, моделирования почвенного плодородия и оптимизации минерального питания растений до экологических аспектов природопользования, защиты почв и предотвращения деградиционных процессов. В эти годы она руководила научно-исследовательской лабораторией по

воспроизводству почвенного плодородия. Л.М. Бурлакова считала лучшей свою работу «Плодородие алтайских черноземов в системе агроценоза».

Семья почвоведов оказалась под влиянием любви к науке. Муж Владимир Нестерович Иваничкин был доцентом кафедры иностранных языков и работал на кафедре истории КПСС Барнаульского государственного педагогического университета. Сын Игорь Иваничкин как младший научный сотрудник вместе с Л.М. Татаринцевым, Л.М. Бурлаковой, Г.Г. Морковкиным, А.Е. Кудрявцевым, А.С. Давыдовым участвовал в разработке темы «Воспроизводство и повышение плодородия черноземов при орошении». В 1989 г. этой теме была присуждена серебряная медаль ВДНХ СССР. Игорь Владимирович Иваничкин 18 июня 1993 г. защитил в АГАУ кандидатскую диссертацию «Особенности теплового режима серых лесных почв лесостепи Алтайского Приобья» [7]. Внуки также были увлечены наукой. Денис окончил экономический факультет АГАУ, Алена – направление Земельный кадастр. Д.И. Иваничкин разработал компьютерную программу для расчета параметров информационно-логического анализа [11], положенных в основу математического моделирования почвенных свойств, процессов и явлений.

В начале 70-х годов на Алтае было организовано Алтайское отделение Всесоюзного общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Лидия Макаровна была избрана его председателем. В 1976 г. Л.М. Бурлакова, М.А. Пикалов, В.И. Котельников впервые приняли участие в V Делегатском съезде почвоведов в Минске [5]. В сентябре 1984 г. в Ташкенте состоялся VII Съезд Всесоюзного общества почвоведов, в котором кафедра приняла участие. В эти годы Л.М. Бурлакова также являлась активным членом Алтайского отделения Географического общества СССР. 7 апреля 1990 г. ей присвоено звание «Почётный член Географического общества СССР». Позднее, в 2004 году, в Новосибирске на IV съезде Докучаевского Общества почвоведов (ДОП) ей также было присвоено звание «Почётный член общества почвоведов им. В.В. Докучаева».

За годы одиннадцатой пятилетки 1980-1985 гг. Л.М. Бурлакова была награждена знаком «Ударник 11 пятилетки», а также Указом Президиума Вер-

ховного Совета СССР от 29 августа 1986 г. была награждена орденом Трудового Красного знамени (№ 1253627). Л.М. Бурлакова приняла участие в разработке «Генеральной схемы комплексного природопользования бассейна р. Алей» и целевой комплексной программы «Экология». Она стала научным руководителем исследований «Земельные ресурсы Алтайского края» государственной программы СО РАН «Сибирь». Знания и опыт «алтайского Докучаева», как называют Л.М. Бурлакову, были востребованы в крае.

27 февраля 1985 г. была избрана депутатом краевого Совета народных депутатов 19 созыва по избирательному округу № 15. Решением АКСНД от 15 марта 1985 г. была назначена председателем комиссии по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов. 21 июня 1987 г. вновь состоялись выборы в Алтайский краевой Совет народных депутатов 20-го созыва (1987-1990). Л.М. Бурлакова прошла в Совет по избирательному округу № 16. Первая сессия состоялась 10 июля 1987 г. В апреле 1989 г. КСНД ходатайствовал перед Главным управлением кадров и высших учебных заведений Госагропром СССР о присвоении Л.М. Бурлаковой почетного звания «Заслуженный деятель РСФСР». Последняя сессия АКСНД состоялась 7-8 декабря 1989 г., на которой Л.М. Бурлакова была награждена Почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР.

Алтайский почвовед вновь окунулся в науку и образование. В 1990 г. она прошла на новый срок заведующего кафедрой. В 1991 г. на кафедре был утверждён отчёт по хоздоговорной теме «Особенности почвенного покрова и аккумуляция химических элементов в почвах геохимических ландшафтов бассейна Катуня и поймы р. Оби». 12 марта 1991 г. на заседании кафедры был заслушан отчет Л.М. Бурлаковой по хоздоговорной теме «Разработка системы удобрений в воспроизводстве почвенного плодородия в севообороте» и «Построение системы моделей зависимости урожайности и ее качества от основных агроклиматических факторов в условиях Алтайского края».

С 01.09.1991 г. Бурлакова стала заведовать лабораторией по реализации бюджетной темы по договору с главком вузов МСХ РФ. Одновременно она

входила во Всесоюзный Координационный совет по классификации почв, методов оценки и районирования почвенных ресурсов, была членом научного совета программы «Земельные ресурсы Сибири» при СО АН СССР.

В 1991-1995 гг. сотрудники кафедры разрабатывали тему № 4 «Определение показателей и разработка моделей различного уровня плодородия почв, оптимизации свойств почв, обеспечивающих повышение их производительной способности для основных земледельческих зон края». Тема входила в программу «Сибирь», подпрограмму «Земельные ресурсы Сибири» СО РАН. В 1994 г. участвовали в научных программах «Сибирь», ЦКП «Экология», «Мониторинг земель РФ». В 1993 г. Л.М. Бурлакова удостоена звания «Заслуженный деятель науки РФ».

Продолжилось исследование темы «Управление плодородием пахотных почв Алтайского края в системе агроценозов при интенсивном экологически сбалансированном земледелии». Бюджетное финансирование осуществлялось по договору с Главком, а также на конкурсной основе по АНОК. Реализовывалась по АлтайИМЗу программа плодородия почв РМЗ Кемеровской области. В 1999 г. были выполнены работы с АлтайИМЗом по почвенному картографированию Ханты-Мансийского региона [10]. 30 сентября 1999 г. Л.М. Бурлакова была избрана почетным членом СО АН ВШ Сибирского отделения Академии наук высшей школы. 10 мая 2000 г. она стала действительным членом (академиком) Международной академии аграрного образования, академиком трех общественных академий МАНВШ, МАНЭБ, МАНАО.

В начале 2000-х годов сотрудниками кафедры «Почвоведение и агрохимия» проведена противоэрозионная организация пахотных угодий учебного хозяйства на основе оценки экологического состояния почв. Составлена картограмма уровней экологического состояния почв. Л.М. Бурлакова и преподаватели АСХИ закончили в 2005 г. работу по оценке лесных почв в Ханты-Мансийском автономном округе.

В 2011 г. Лидии Макаровны Бурлаковой не стало. Однако изучение почв продолжается. Алтайские почвоведы исследуют качество земельных ресурсов в

связи с проявлением процессов деградации почв, изучают антропогенную трансформацию и загрязнение почвенного покрова Западной Сибири, разрабатывают приёмы детоксикации и охраны почв, организуют мониторинг, моделируют почвенные процессы.

Библиографический список

1. Астапов А. Земля Бурлаковой // Алтайская правда. 30 марта 2007. № 90-92.
2. АСХИ-АГАУ. Агрономический факультет (1943-2013 гг.) / С.В. Нестерова. Барнаул: РИО АГАУ, 2013. 195 с.
3. ГААК. Ф. 181. Оп. 5. Д. 623. Л. 4.
4. ГААК. Ф. 181. Оп. 5. Д. 623. Л. 34.
5. ГААК. Ф. 181. Оп. 6. Д. 34. Л. 11.
6. ГААК. Ф. 181. Оп. 6. Д. 407. Л. 14.
7. ГААК. Ф. 181. Оп. №1-н. Д. 518. Л. 16.
8. ГААК. Ф. 181. Оп. 1н. Д. 633. Л. 8.
9. ГААК. Ф. 181. Оп. 1н. Д. 556. Л. 6.
10. ГААК. Ф. 181. Оп. 1н. Д. 767. Л.
11. Пузаченко Ю.Т., Карпачевский Л.О., Взнуздаев Н.А. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почв на примере ее влажности // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. – С. 103-121.

ГЕОГРАФИЯ И КАРТОГРАФИЯ ПОЧВ, СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

УДК 631.471

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОЧВЕННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Т.Н. Азарёнок, Д.В. Матыченков

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, Республика Беларусь,
soil@tut.by*

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований о состоянии почвенно-картографических работ в Республике Беларусь, дана характеристика научно-методических аспектов их проведения. Созданная и сохраненная научно-методическая система проведения картографических работ позволяет получать почвенные карты, объективно отражающие компонентный состав сельскохозяйственных земель для землеоценочных работ, мероприятий по повышению плодородия почв и обеспечения продовольственной безопасности страны.*

SCIENTIFIC BASIS OF SOIL MAPPING IN THE REPUBLIC OF BELARUS

T.N. Azaronak, D.V. Matychenkov

Institute of soil science and agrochemistry, Minsk, Republic of Belarus, soil@tut.by

***Abstract.** The article presents the results of studies on the state of soil-cartographic work in the Republic of Belarus, and characterizes the scientific and methodological aspects of their implementation. The created and preserved scientific and methodological system for carrying out cartographic work makes it possible to obtain soil maps that objectively reflect the component composition of agricultural land for land assessment work, measures to improve soil fertility and ensure the country's food security.*

В Республике Беларусь рациональное использование почв как основополагающей составляющей земельных ресурсов является приоритетным направ-

лением политики устойчивого развития и обеспечения экологической безопасности государства.

Цель проведенных исследований – систематизация сведений о состоянии почвенно-картографических работ в Республике Беларусь, характеристика научно-методических аспектов их проведения.

Объективное отображение почвенного покрова сельскохозяйственных земель напрямую зависит от качества научно-методического сопровождения данного вида работ. Беларусь единственная на постсоветском пространстве республика, в которой почвенно-картографические работы продолжаются с 1957 года. Уже проведено 2 тура крупномасштабных почвенных обследований сельскохозяйственных земель (1957-1966 гг., 1966-1984 гг.). С 1984 года по настоящее время продолжают работы по корректировке материалов II тура почвенного картографирования. Начиная с 2006 года они ведутся на осушенных сельскохозяйственных землях, в компонентном составе которых преобладают торфяные почвы различного генезиса и мощности органомной толщи, а также деградированные торфяные почвы (с содержанием органического вещества < 50%). С 2021 года обследуются почвы сельскохозяйственных земель, подверженные водной и ветровой эрозии. Научной основой для проведения этих работ является классификация почв [1], которая базируется на профилно-вещественно-генетическом принципе с учетом природных и антропогенных факторов почвообразования. При ее построении использована полная таксономическая система: ряд-класс-тип-подтип-род-вид-разновидность. Методической основой проводимых исследований служит системный подход на основе современного изучения строения, состава, свойств почв. Главным общепринятым принципом диагностики почв в полевых условиях является профилно-генетический, предполагающий разделение почв на основе строения профиля как системы соподчиненных генетических горизонтов, взаимосвязанных и взаимообусловленных в своем генезисе и сформированных при совокупном влиянии 6 факторов почвообразования (время, климат, рельеф, почвообразующие породы, растительность, хозяйственная деятельность человека). Это позволяет рассматривать почву как единое при-

родное целое на основе анализа и характеристики ее свойств и признаков (морфологических, физических, физико-химических). Антропогенно-преобразованные почвы диагностируются по наличию качественно и количественно определенных типодиагностических горизонтов. Для унификации описания почв в республике разработан «Примерный номенклатурный список почв для целей крупномасштабного почвенного картографирования», в который включено более 430 почвенных разновидностей различного генезиса, гранулометрического состава, строения почвообразующих и подстилающих пород, несущих различную степень антропогенной трансформации. Усовершенствована индексировка горизонтов для дерново-подзолистых, дерново-подзолистых заболоченных и торфяных почв, разработаны новые типодиагностические горизонты для антропогенно-преобразованных почв. Все имеющиеся в республике методические указания и методики, в которых изложены требования к проведению полевого и камерального этапов работ, впервые собраны и систематизированы в ТКП «Почвенное обследование земель и создание, обновление почвенных карт. Порядок и технология работ» [2].

В результате крупномасштабных исследований получены разновременные почвенные карты (М 1:10000) в разрезе сельскохозяйственных организаций, очерки, записки, агрохимические картограммы, картограммы агрогрупп и рационального использования земель. На территорию республики составлены 114 (из 118) районных, 6 областных (М 1:200000) почвенных карт и республиканская почвенная карта (М 1:600000, 1:1250000), которые формируют уникальный картографический фонд, применяемый для исследований вопросов трансформации и эволюции почв, создания специализированных геоинформационных систем в республике. Разновременные данные о площадях почв сельскохозяйственных земель по двум турам обследования обобщены в виде сборников таблиц по административным районам, областям и республике (1968, 1979, 1988, 1990, 2000 гг.), в которых представлены сведения по типовой принадлежности, степени увлажнения, гранулометрическому составу почвообразующих и подстилающих пород. В 2017 г. в практическом пособии «Осушен-

ные торфяные и дегроторфяные почвы в составе сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» на видовом уровне классификации обобщены площадные данные о торфяных и дегроторфяных почвах сельскохозяйственных земель административных районов, областей и республике в целом.

Для повышения профессионального уровня специалистов, осуществляющих почвенно-картографические работы и улучшения качества почвенных карт, ежегодно ведущими научными сотрудниками Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси проводятся научно-методические учебы и консультации по аспектам проведения полевого и камерального этапов работ, вопросам диагностики почв с учетом региональных особенностей их формирования (в период с 1997 по 2019 гг. проведены 22 республиканские учебы в полевых условиях), создания цифровых почвенных карт (слоя «Почвы» в системе ЗИС), интерпретации данных лабораторных анализов почв. Разработаны и изданы уникальные справочные пособия: «Полевой определитель почв Беларуси», «Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь», которые содержат фотографии и описания почвенных профилей (на уровне разновидностей), научные сведения об особенностях формирования, распространения, состава и свойств почв сельскохозяйственных земель республики. На основании методики составления почвенного слоя для земельно-информационной системы Республики Беларусь при непосредственном участии Института почвоведения и агрохимии создан и поддерживается в актуальном состоянии информационный слой «Почва» в республиканской земельно-информационной системе (ЗИС) в РУП «Проектный институт Белгипрозем» и его дочерних организациях. Полученный информационный слой «Почва» в ЗИС позволяет хранить информацию о почвенном покрове республики, распространении всего разнообразия почв, их площадные характеристики и на данный момент является отраслевым стандартом по почвенному картографированию в Беларуси.

Таким образом, созданная и сохраненная в республике научно-методическая система проведения картографических работ позволяет получать почвенные карты, объективно отражающие современный компонентный состав

сельскохозяйственных земель, что, в свою очередь, определяет объективность землеоценочных работ, мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Библиографический список

1. Смян, Н.И. Пригодность почв БССР под основные сельскохозяйственные культуры / Н. И. Смян. – Мн.: Ураджай, 1980. – 173 с.
2. Почвенное обследование земель и создание, обновление почвенных карт. Порядок и технология работ. Издание официальное (ТКП 651-2020 (33520)). – Мн.: Госкомимущество. – 2020. – 66 с.

УДК 631.4

ВЛИЯНИЕ ТИПА И ВОЗРАСТА ДРЕВОСТОЕВ НА КИСЛОТНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Б.Ф. Апарин^{1,2}, Ю.Р. Моргач¹, Е.Ю. Сухачева^{1,2}, Б.В. Бабиков³

¹Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева –
филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,

²Санкт-Петербургский государственный университет

³Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет,
tima204@yandex.ru

Аннотация. В работе показано влияние типа и возраста древостоев на кислотность дерново-подзолистых почв. В качестве индикаторов кислотности почв как типоморфного признака почвообразующего процесса использованы понятия кислотного следа и кислотного поля почвообразования. Установлено, что тип древостоя (ель, сосна, береза, осина) и их возраст существенно не меняют параметры кислотного следа – кислотной нормы почвообразования.

INFLUENCE OF THE TYPE AND AGE OF STANDS ON THE ACIDITY OF SOD-PODZOLIC SOIL

B.F. Aparin^{1,2}, Y.R. Morgach¹, E.Y. Sukhacheva^{1,2}, B.V. Babikov³

¹Central Soil Museum by V.V. Dokuchaev –
branch of the FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,

²Saint Petersburg State University

³Saint Petersburg State Forest Technical University, tima204@yandex.ru

Abstract. Influence of the type and age of stands on the acidity of sod-podzolic soils has been showed in the article. Soil acidity is a typomorphic feature of the soil-forming process. The concepts of acid trace and acid field of soil formation were

used as indicators of acidity. The type of stand (spruce, pine, birch, aspen) and their age does not significantly change the parameters of the acid trace - the acid norm of soil formation.

Кислотность почвы является имманентным свойством почвы. Она обусловлена гумификацией органических остатков – универсального природного свойства и взаимодействия новообразованных гумусовых веществ с минеральной частью почвы. В процессе саморазвития в почве формируется кислотный профиль, обычно характеризуемый в литературе значениями рН водной и солевой вытяжек. Очевидно, что разным этапам развития почвы соответствует определенный тип кислотного профиля [1]. Отсюда следует, что кислотность современной почвы по существу является кислотным следом (КС) предшествующего этапа почвообразования, т.е. является типоморфным признаком профилеобразующего процесса, а на климаксовой стадии – его кислотной нормой.

Кислотный след может быть отображен графиком – диаграммой кислотности почв (V-диаграмма) [2]. V-диаграмма представляет собой график, совокупно описывающий изменение по генетическим горизонтам трех взаимосвязанных величин: рН солевой и водной вытяжек, степени насыщенности основаниями.

Несмотря на важность теории кислотности для понимания генезиса почв, пространственно-временная изменчивость КС почвообразования и его кислотной нормы мало исследована.

Целью работы является анализ влияния различных типов лесонасаждений и их возраста на КС дерново-подзолистых почв.

Для выполнения поставленной цели мы использовали материалы исследования почв Лисинского учебно-опытного лесничества, проведенного И.Г. Розмаховым [3].

Почвы исследовались на пробных площадях, расположенных в двух смежных кварталах Лисинского лесничества под еловым, сосновым, березовым и осиновым древостоем трех возрастных групп (молодняк, приспевающий, спелый лес). Почвенный покров представлен относительно хорошо дренированными грубогумусовыми дерново-подзолистыми почвами супесчано-

легкосуглинистого гранулометрического состава на моренных валунных суглинках.

На типичном участке каждой пробной площади были заложены по одному основному разрезу глубиной до 120 см и по 5 прикопок (глубиной до 60 см) под каждой породой деревьев. По данным определения в образцах из генетических горизонтов рН водной и солевой вытяжек и степени насыщенности основаниями [3] нами были построены V-диаграммы, характеризующие КС (рис.1).

Сравнительный анализ КС почв под разными породами деревьев проводился по следующим индикаторам: форма КС, поле кислотности, рН водной и солевой вытяжек генетических горизонтов и Δ рН (разница между рН водной и солевой вытяжек).

Форма кислотного следа – это форма кривой изменения рН по генетическим горизонтам на V-диаграмме. Согласно теоретическим представлениям [2] КС имеет в общем виде S-образную форму. Однако, S форма КС реальных почв может существенно видоизменяться, отражая характер и тип почвообразующей породы (рис.1).

Форму КС снизу-вверх можно разделить на четыре ветви. Нижняя ветвь относится к почвообразующей (подстилающей) породе. В нашем случае это горизонты В₁, В₂, ВС. Средняя ветвь характеризует кислотность срединных минеральных горизонтов (А₂В, А₂). Органоминеральная ветвь КС включает горизонты А₁А₂, А₁ (А₀А₁). Органогенная ветвь образует горизонты подстилки (А₀'' А₀').

Минеральные и органоминеральные ветки в совокупности формируют КС минеральной части профиля, отражающий сущность профилеобразующего процесса.

КС формируется в кислотном поле почвообразования, которое может отображаться на V-диаграмме прямоугольником [4], ограниченном сторонами с крайними значениями (max, min) рН и Vs. Поле кислотности исследуемых почв находится в интервале значений рН 2,85-7,25 и Vs – 2-96%. Максимальные значения рН и Vs в поле кислотности исследуемых почв определяются параметрами почвообразующей породы.

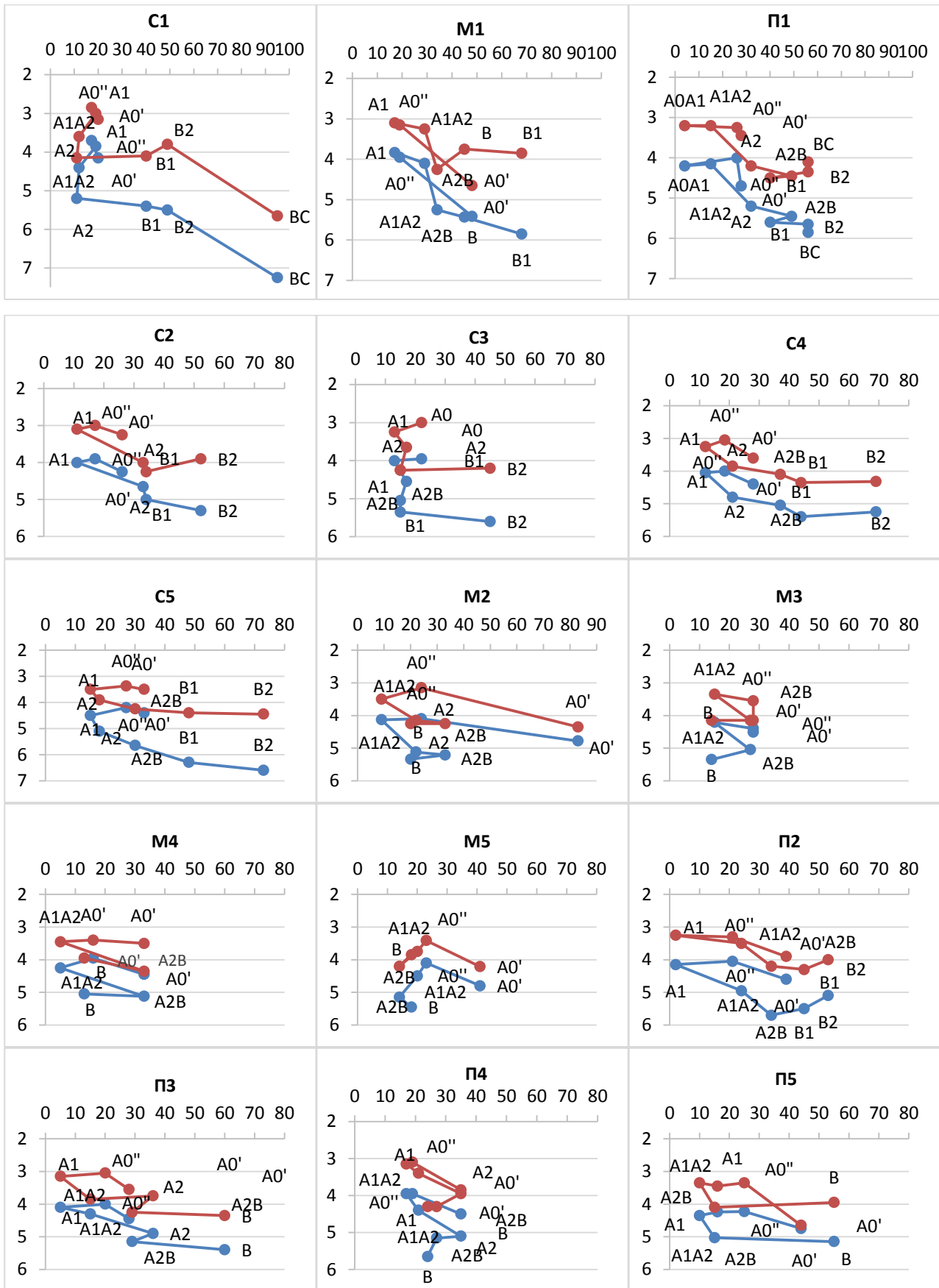


Рис. Кислотный профиль дерново-подзолистых почв под разными типами древесных пород: ось ординат – значение рН водной и солевой вытяжек, ось абсцисс – V_s – степень насыщенности основаниями (%); 1 – основной разрез (р.) между деревьями, 2 – р. под елями, 3 – р. под соснами, 4 – р. под березами, 5 – р. под осинами; С – спелый лес, М – молодняк, П – припевающий лес

Отдельные ветви КС исследованных почв занимают свое определенное положение в поле кислотности. В полях кислотности минеральной ветви КС в абсолютном большинстве почв полигонов находится в диапазоне значений V_s меньше 50%, причем в ряде почв (р. С3, М3, М5) V_s меньше 30%. Значения рН полей кислотности минеральной ветви КС находятся в диапазоне от 3 до 5,5 единиц.

Общими особенностями органоминеральной ветви КС всех почв является минимальная насыщенность основаниями и наиболее кислая реакция органо-минеральных горизонтов. Самую низкую реакцию КС имеют горизонты A_0 ". Закономерности изменения полей кислотности для всех КС в зависимости от возраста и типа древостоя не наблюдаются. Исключение составляют почвы под осиновым лесом. В целом, существенных колебаний в величинах рН нет. Форма КС связана преимущественно с изменением степени насыщенности основаниями.

Библиографический список

1. Апарин Б.Ф. Основы почвоведения, земледелия и агрохимии: учебник – М.: Академия, 2021. – 336 с.
2. Коктов Ю.А., Е.Ю. Сухачева, Б.Ф. Апарин / Анализ показателей кислотности почвенного профиля и их связи с процессом почвообразования. Почвоведение. 2016; № 1. С. 3-10.
3. Розмахов И.Г. Проявление обратимых процессов в хвойно-лиственных лесах в связи с комплексностью лесных почв // Отчет по теме: «Изучение современных процессов почвообразования в основных типах хвойных и лиственных лесов Ленинградской области. ЛТА, Л., 1967. С. 3-18.
4. Коктов Ю.А., Е.Ю. Сухачева, Б.Ф. Апарин / Поле кислотности, как ионообменных систем, и диагностика генетических горизонтов. Почвоведение. 2014; № 12. С. 1448-1459.

**УГЛЕРОД В ПОЧВАХ КУЗНЕЦКО-САЛАИРСКОЙ
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ:
БАЗА ДАННЫХ, ЦИФРОВОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ,
ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ**

Н.В. Гопп

*ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, РФ,
gopp@issa-siberia.ru*

Аннотация. *С использованием почвенно-геоморфологической базы данных, содержащей информацию о почвах и морфометрических параметрах рельефа, изучены географические закономерности пространственной изменчивости содержания органического углерода (Сорг) в верхнем горизонте почв Кузнецко-Салаирской геоморфологической провинции (юго-восток Западной Сибири). Анализ полученных данных позволил выявить тенденцию к увеличению содержания Сорг с северо-востока на юго-запад исследуемой территории. Аналогичная тенденция наблюдалась для топографического индекса влажности.*

**CARBON IN THE SOILS OF THE KUZNETSK-SALAIR
GEOMORPHOLOGICAL PROVINCE:
DATABASE, DIGITAL MAPPING, GEOSPATIAL ANALYSIS**

N.V. Gopp

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Russia, gopp@issa-siberia.ru

Abstract. *Using a soil-geomorphological database containing information about soils and morphometric parameters of the relief, geographical patterns of spatial variability of content of soil organic carbon (SOC) in the upper soil horizon of the Kuznetsk-Salair geomorphological province (south-east of Western Siberia) were studied. Analysis of the data obtained revealed a tendency to increase the content of SOC from the northeast to the southwest of the study area. A similar trend was observed for the topographic wetness index.*

Почвенное органическое вещество, основным компонентом которого является углерод, образуется из органических остатков (растений, насекомых, животных) и оказывает влияние на уровень плодородия почв, участвует в формировании почвенных агрегатов и наряду с другими химическими и физическими свойствами почв способствует развитию растений и почвенных микроорганизмов [1-4]. Сохранение и пополнение запасов Сорг в почве имеет важное значение как для устойчивого развития сельского хозяйства, так и для смягче-

ния последствий изменения климата [5]. Значительная пространственная изменчивость содержания *Сорг* обуславливает необходимость его картографирования, которое осуществляется с использованием лабораторно-полевых и спутниковых данных, собранных для удобства использования в базу данных. Почвенно-геоморфологическая база данных Кузнецко-Салаирской геоморфологической провинции была создана на основе архивных данных проектного института по землеустройству «ЗАПСИБГИПРОЗЕМ», полученных в 1984-1990 гг. при проведении полевых и лабораторно-аналитических работ. С использованием полученной информации установлено, что содержание углерода в верхнем горизонте почв варьировало в пределах от 1,2 до 12% (рис. 1).

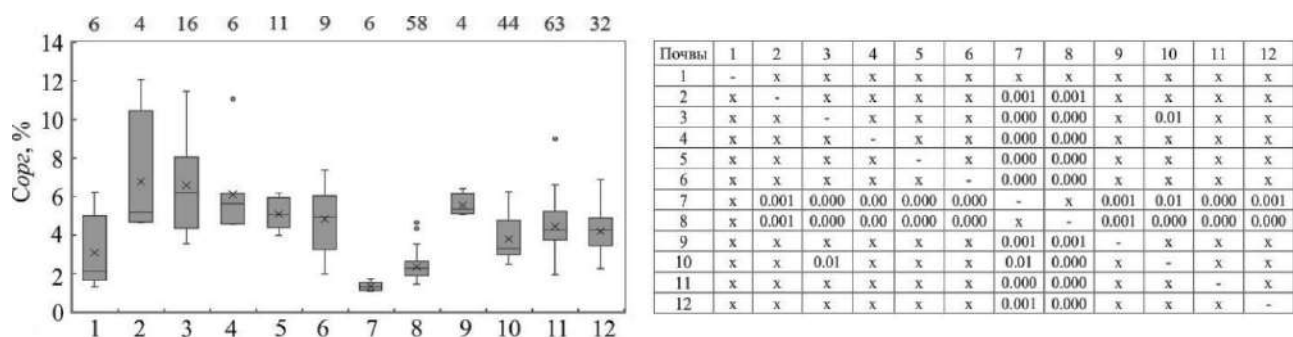


Рис. 1. Варьирование содержания *Сорг* в верхнем горизонте почв (0-30 см): почвы: 1 – аллювиальная луговая, 2 – луговая карбонатная, 3 – луговая оподзоленная, 4 – луговая солончаковатая, 5 – лугово-черноземная обыкновенная, 6 – лугово-черноземная оподзоленная, 7 – светло-серая лесная оподзоленная, 8 – серая лесная оподзоленная, 9 – солонец луговой, 10 – темно-серая лесная оподзоленная, 11 – чернозем выщелоченный, 12 – чернозем оподзоленный; в таблице справа указан уровень значимости, при котором отличия между выборками значимы, крестиком обозначены незначимые отличия. Количество профилей указано синими цифрами над диаграммами размаха

Наименьшее содержание углерода в верхнем горизонте изученных почв характерно для светло-серых лесных почв, среднее – для черноземов, наибольшее – для разных родов луговых почв (обыкновенных, солончаковатых, карбонатных и оподзоленных), которые формируются в геоморфологических позициях с высокими значениями топографического индекса влажности. В светло-серых и серых лесных почвах содержание углерода существенно отличалось более низкими значениями по сравнению с другими почвами. В остальных почвах различия по *Сорг* между выборками недостоверны.

С использованием карты форм рельефа удалось установить, что почвы, занимающие долины рек (4) и равнины (5), по сравнению с почвами привершинных склонов (7), характеризуются более высоким содержанием *Сорг*. В остальных случаях различия по *Сорг* между выборками не достоверны (рис. 2).

Сравнительный анализ карт содержания *Сорг*, построенных разными методами интерполяции и с использованием различных программ (SAGA GIS, Surfer), показал, что результаты интерполяции отличаются (рис. 3). Методы ординарного и регрессионного кригинга в программе SAGA GIS усредняют значения и не визуализируют выбросы значений на картах, тогда как ординарный кригинг в Surfer позволяет отображать локальные неоднородности, которые присутствуют в исходном наборе данных.

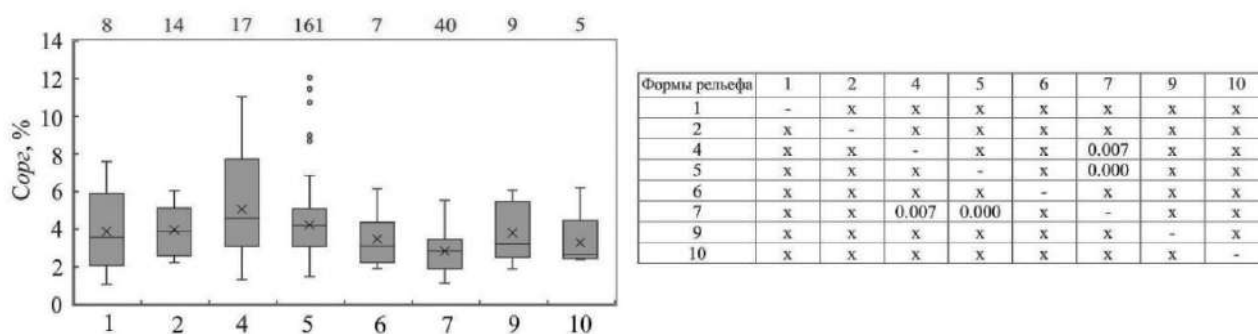


Рис. 2. Варьирование содержания *Сорг* в верхнем горизонте почв, занимающих разные формы рельефа:

1 – каньоны, глубоко врезаемые балки, русла рек, ручьев; 2 – дренажная сеть средней части склонов; 3 – дренажные впадины верхней части склонов; 4 – U-образные долины, долины рек, ручьев, временных водотоков; 5 – равнины; 6 – открытые крутые склоны ($>5^{\circ}$); 7 – привершинные склоны (пологие и покатые), плоскогорья; 8 – локальные гребни холмов или хребтов, холмы в долинах; 9 – вершины холмов средней части склонов, небольшие холмы на равнинах; 10 – горные вершины, высокие гребни холмов

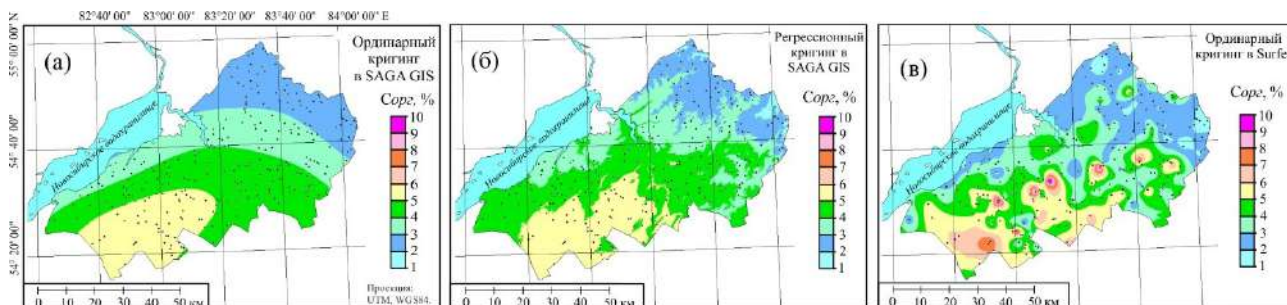


Рис. 3. Карты содержания *Сорг* в верхнем горизонте, составленные методом (а) ординарного и (б) регрессионного кригинга с использованием программного обеспечения SAGA GIS, (в) – ординарного кригинга с использованием программного обеспечения Surfer

Анализ полученных карт позволил выявить тенденцию к увеличению содержания *Сорг* с северо-востока на юго-запад исследуемой территории. Аналогичная тенденция наблюдалась и для топографического индекса влажности. По остальным морфометрическим параметрам рельефа (высоте, крутизне склона, индексу расчлененности рельефа, индексу мощности потока) выявлены противоположные тенденции, то есть наблюдался рост значений этих параметров с юго-запада на северо-восток. Таким образом, геопространственный анализ с использованием созданной базы данных позволил выявить географические закономерности пространственной изменчивости содержания органического углерода в почвах Кузнецко-Салаирской геоморфологической провинции.

Библиографический список

1. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
2. Шарков И.Н., Букреева С.Л., Данилова А.А. Роль легкоминерализуемого органического вещества в стабилизации запасов углерода в пахотных почвах // Сибирский экологический журнал, 1997. – № 4. – С. 363–368.
3. Baldock J.A., Broos K. Soil Organic Matter // Handbook of soil sciences. Properties and processes. Second edition / Eds. P.M. Huang, Y. Li, M.E. Sumner. – BocaRaton et al.: Taylor & Francis Group, 2011. – pp. 11.1–11.52.
4. Birgander J., Rousk J., Olsson P.A. Comparison of fertility and seasonal effects on grassland microbial communities // Soil Biology & Biochemistry, 2014. – No. 76. – pp. 80–89.
5. Soil organic carbon mapping cookbook. – Rome: FAO, 2018. – 205 с.

НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИБСКОГО (НОВОСИБИРСКОГО) ПЛАТО

Н.И. Добротворская

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, РФ,

dobrotvorskaya@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию структуры почвенного покрова Приобского (Новосибирского) плато. С использованием ГИС-технологий получены данные о компонентном составе почвенного покрова и его морфометрических характеристиках: площади элементарных почвенных ареалов и элементарных почвенных структур, степени расчлененности контуров, контрастности почвенных комбинаций. Полученные данные могут использоваться при корректировке схем землеустройства в сельскохозяйственных предприятиях для рационального использования земель.

HETEROGENEITY OF THE SOIL COVER OF THE OB (NOVOSIBIRSK) PLATEAU

N.I. Dobrotvorskaya

Siberian State University of Geosystems and Technologies, RF,

dobrotvorskaya@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the structure of the soil cover of the Priobsky (Novosibirsk) plateau. Using GIS technologies, data were obtained on the component composition of the soil cover and its morphometric characteristics: the area of elementary soil areas and elementary soil structures, the degree of contour dissection, and the contrast of soil combinations. The data obtained can be used in adjusting land management schemes in agricultural enterprises for the rational use of land.

На уровне местного ландшафта специфика почвенного покрова, его компонентный состав и геометрические характеристики являются наиболее очевидным признаком различия агроэкологических условий произрастания сельскохозяйственных культур [1-3].

В литературных источниках второй половины прошлого века рассматривается в основном компонентный состав почвенных комбинаций разных территорий, и только с внедрением в картографирование геоинформационных технологий широкое распространение получило изучение геометрических характеристик СПП. Представление о площади и форме элементарных почвенных аре-

алов и элементарных почвенных структур в настоящее время имеет большое значение в связи с необходимостью корректировки схем землеустройства, возникшей вследствие изменения социально-экономических принципов использования земель в АПК. Целью исследования являлось изучение качественных и количественных характеристик почвенного покрова северной части Приобского плато в пределах Новосибирской области. В задачи исследования входило изучение компонентного состава почвенных комбинаций и морфометрических показателей неоднородности почвенного покрова для оценки качества земельных участков, использующихся в сельскохозяйственном производстве.

Исследование проводилось на территории опытно-производственного хозяйства «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области с площадью 16964,4 га. Месторасположение хозяйства описывается координатами от $55,13^{\circ}$ до $55,26^{\circ}$ с.ш. и от $82,20^{\circ}$ до $82,50^{\circ}$ в.д.

Для исследования использовались топографическая и почвенная карты хозяйства, схема внутрихозяйственного землеустройства М 1:25000, материалы геоботанической съемки, полученные Запсибгипрозем в IV туре обследования. Генетико-геохимические связи между элементарными ареалами в почвенных комбинациях изучались в полевых условиях с использованием катенного подхода, который, опираясь на идею градиентного характера действия экологических факторов, позволяет осуществить стандартизацию элементов рельефа по совокупности ландшафтных признаков, основанную на систематике элементарных ландшафтов Б.Б. Плынова и М.А. Глазовской. Морфометрическая характеристика почвенных комбинаций проводилась по следующим показателям: количество компонентов (ЭПА), их состав; средняя площадь ЭПА и ЭПС; коэффициент расчлененности ЭПА КР [1]; коэффициент сложности почвенного покрова КС (там же); коэффициент контрастности почвенного покрова КК [4]. Задача типизации структур почвенного покрова решалась на основе полученных закономерностей распределения ЭПА, ЭПС и мезо-СПП по типам элементарных ландшафтов и общности их морфометрических характеристик.

Вся картографическая работа – измерение площади и периметров контуров ЭПА, ЭПС – осуществлялась с использованием ГИС-технологий, в частности графического пакета MapInfo Professional.

Результаты исследования показали, что ландшафтные условия данной территории – приуроченность к низменной равнине с выраженным микрорельефом, близость грунтовых вод и другие – способствуют развитию сложного по геометрическому рисунку и контрастного по свойствам почвенного покрова. Вместе с тем существуют определенные закономерности в распределении типов СПП. Основными геохимическими процессами, дифференцирующими почвенный покров на рассматриваемой территории, являются гидроморфизм и засоление. 67,7% исследуемой площади приходится на элювиальные, трансэлювиальные и элювиально-аккумулятивные элементарные ландшафты с черноземными почвами и их комплексами, а также лугово-черноземными выщелоченными, карбонатными и осолоделыми, которые используются в пашне. Для подчиненных позиций характерны черноземно-луговые и луговые почвы в комплексе с солонцами и солодями луговыми.

Морфометрические показатели структуры почвенного покрова также подчиняются основным закономерностям пространственного распределения элементарных ландшафтов. Наибольшие значения площади ЭПА и ЭПС на Приобском плато характерны для автоморфных и автоморфно-полугидроморфных СПП элювиальных ландшафтов. В среднем они составляют 100-200 га. Наибольшие значения расчлененности, сложности и контрастности почвенного покрова характерны для трансаккумулятивных элементарных ландшафтов с комплексами и мелкоконтурными сочетаниями засоленных и солонцовых почв с лугово-болотными почвами и солодями. Значения коэффициента расчлененности КР варьируют от 1,57 для ЭПА черноземов выщелоченных и обыкновенных до 2,87 – черноземно-луговых и солонцовых почв в трансэлювиально-аккумулятивных позициях ландшафта. одной из наиболее важных характеристик почвенного покрова как с общеэкологической точки зрения, так и в связи с использованием комплексных земель в сельскохозяй-

ственной обработке является контрастность. Контрастность почвенного покрова – трудноустраняемый недостаток, который обуславливает различия в выборе приемов основной обработки почвы и в связи с этим весь последующий комплекс мероприятий по уходу за посевами культур. В элювиальных позициях почвенный покров малоконтрастный $KK = 1,0-2,5$; максимальные величины контрастности получены в элювиально-аккумулятивных позициях, где соседствуют лугово-черноземные карбонатные почвы с солонцеватыми и солодами луговыми в микропонижениях. KK таких комбинаций достигает 16,3. Практическое применение морфометрических и морфогенетических показателей СПП для агроэкологической оценки земель и землеустройства позволяет корректировать конфигурацию производственных участков. Критерием оптимальности дифференциации земель является снижение коэффициента контрастности почвенного покрова участка земли.

Библиографический список

1. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. - М.: Мысль, 1972.- 423 с.
2. Сорокина Н.П. Методология составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт. - М., 2006. – 166 с.
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: Методическое руководство. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
4. Юодис Ю.К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР / Почвоведение. – 1967. - №11. – С.50-55.

**АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМОВ
КОЗЛОВСКОГО И БЕЛОПРУДСКОГО ПОЛИГОНОВ
ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Д.Е. Золотухин, Б.Ф. Апарин

*Центральный музей почвоведения имени В.В. Докучаева –
Филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»,
kgsdimzol@yandex.ru*

Аннотация. Проведены почвенно-экологические исследования почв разных угодий Козловского и Белопрудского полигонов Волгоградской области. Выявлены изменения агрегатного состава целинных черноземов под воздействием длительного сельскохозяйственного использования и последующих лесопосадок на пахотных угодьях. Показано положительное влияние лесонасаждений на агрегатный состав черноземов.

**AGGREGATE COMPOSITION OF CHERNOZEMS OF POLYGONS
«KOZLOVSKY» AND «BELY`E PRUDY» OF SOIL
AND ECOLOGICAL MONITORING OF THE VOLGOGRAD REGION**

D.E. Zolotukhin, B.F. Aparin

*Central Soil Museum by V.V. Dokuchaev
Branch of the Federal research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
kgsdimzol@yandex.ru*

Abstract. Soil-ecological studies of soils of different lands of the polygons “Kozlovsky” and “Bely`e Prudy” of the Volgograd region were carried out. Changes in the aggregate composition of virgin chernozems under the influence of long-term agricultural use and subsequent forest plantations on arable lands were revealed. The positive effect of forest plantations on the aggregate composition of chernozems is shown.

Целью работы является сравнительный анализ агрегатного состава естественных черноземов, их пахотного аналога и почв лесонасаждений.

Объектами исследований являются почвы трех типов угодий (степь, пашня, лес) на полигонах Козловский (ПК) и Белые Пруды (ПБП), которые расположены в Южнорусской провинции степной зоны в северной части Волгоградской области [1].

Черноземы степного участка имеют возраст около 7 тыс. лет. Черноземы в этом районе были распашаны около 220 лет назад, 125 лет назад на пахотных угодьях был заложен Козловский лесной массив. Полезащитное лесонасаждение (Государственная лесополоса Пенза-Каменск) в районе поселка Белые Пруды было заложено на пахотных полях 70 лет назад.

Образцы для определения агрегатного состава отбирались в разрезах, заложенных на трансектах, пересекающих пахотные и лесные угодья. В Козловском лесном массиве образцы были отобраны из двух разрезов в центре и на окраине лесного массива. Сухое просеивание образцов проводилось по методике, описанной в работе [2], с выделением следующих агрегатов: > 10 мм, 10-7 мм, 7-5 мм, 5-3 мм, 3-1 мм, 1-0,5 мм, 0,5-0,25 мм и <0,25 мм (рис. 1, 2). Для каждой пробы также определялся коэффициент структурности (К), который рассчитывается как отношение массы агрономически ценных агрегатов (диаметром от 0,25 до 10 мм) к массе остальных фракций [3].

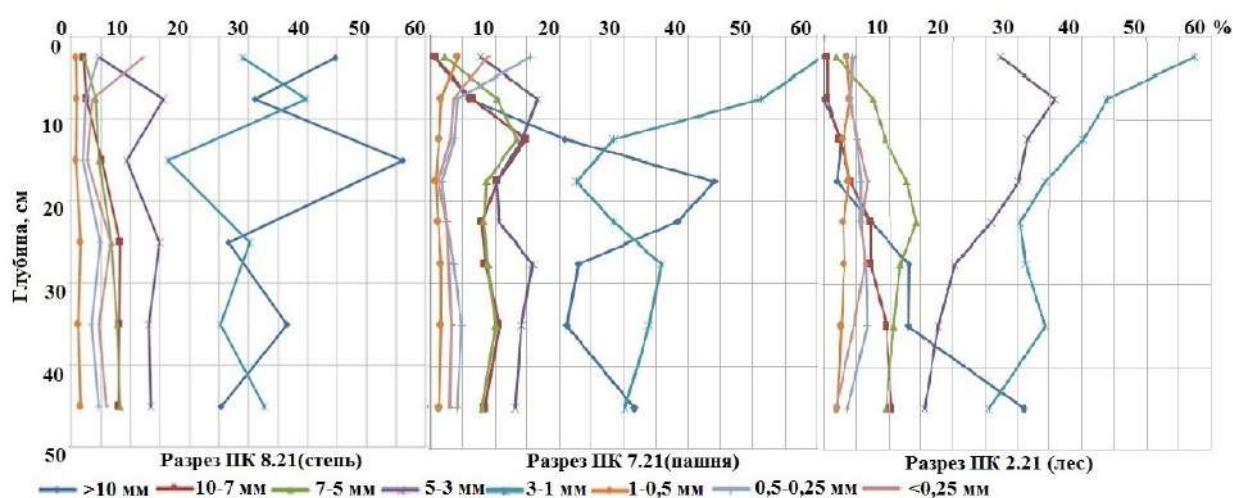


Рис. 1. Агрегатный состав почв разных угодий Козловского полигона

Агрегатный состав чернозема степи представлен в основном агрегатами 3-1 мм, >10 мм, и 5-3 мм (рис. 1). Массовая доля других фракций, в которых преобладает фракция 10-7 мм, не превышает 25%. На глубинах 0-5 см, 10-20 см и 30-40 см больше всего содержится фракция >10 мм, а в других слоях – фракция 3-1 мм. С глубиной уменьшается доля фракции <0,25 мм и возрастает доля фракции 5-3 мм. Коэффициент структурности почвы колеблется от 2,19 (глубина 40-50 см) до 0,62 (глубина 10-20 см).

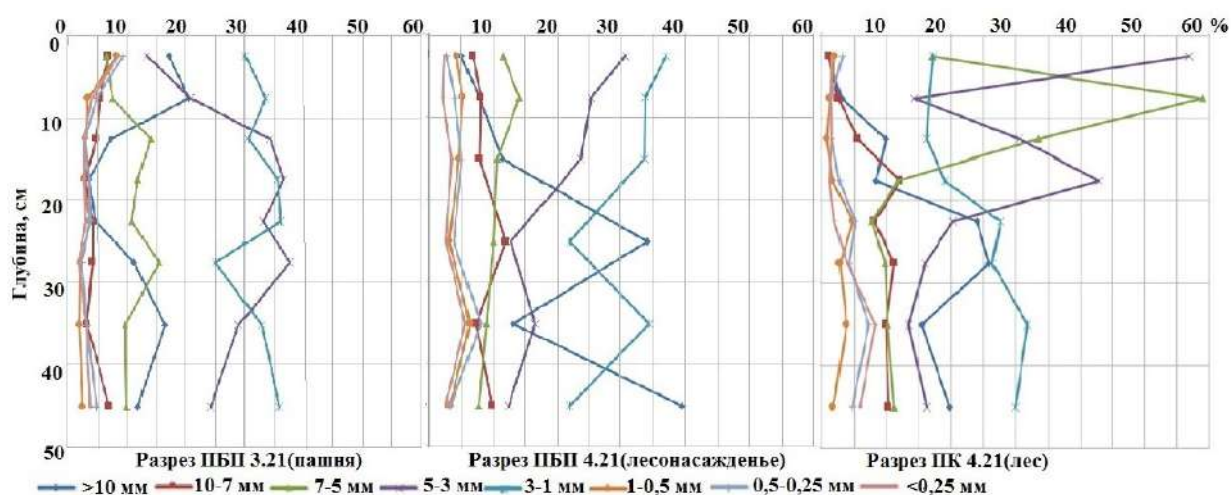


Рис. 2. Агрегатный состав почв разных угодий Белопрудского и Козловского полигонов

Сравнение агрегатного состава почв целины, пахотных угодий и лесонасаждений Козловского полигона (рис. 1, 2) показало, что в степной почве преобладающей фракцией является мегаструктура >10 мм, в то время как в почве пахотных угодий – фракции 3-1 мм и >10 мм. В лесных разрезах преобладают фракции 3-1 мм, 5-3 мм и 7-5 мм. Таким образом, длительное возделывание почвы приводит к разрушению мегаструктур, в первую очередь в верхних (до 20 см) слоях почвы. Коэффициент структурности почвы целины и пахотных угодий ниже, чем лесных почв, что говорит о положительном влиянии лесонасаждений на агрегатный состав почвы.

В почвах лесных и пахотных угодий Белопрудского полигона преобладает фракция 3-1 мм (рис. 2). Также в почве пахотных угодий значительную роль играет фракция 5-3 мм, а под лесом – крупная фракция >10 мм. Коэффициент структурности почвы пахотных угодий выше, чем лесной почвы, за исключением горизонтов 0-5 и 5-10 см. Положительное влияние лесонасаждений на агрегатный состав почвы на Белопрудском полигоне выражено только на малых глубинах. Возможно, это связано с малым возрастом лесонасаждений.

В результате проведенных исследований было установлено, что длительное (более 200 лет) использование почв в земледелии при наличии экологического каркаса, образованного полезными лесными насаждениями, не привело к ухудшению агрегатного состояния почв. Выявлено также, что полезные лесонасаждения, помимо известных экологических функций, играют

важную роль в сохранении и повышении агроэкологического потенциала почв, оказывая положительное влияние на структуру почвы. При этом положительное влияние полезащитных лесонасаждений на агрегатный состав почв зависит от их возраста.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 22-16-20056 и Госзадания № 0671-2019-0002.

Библиографический список

1. Отчет о НИР (промежуточный) / ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»; рук. Апарин Б.Ф.; исполн.: Сухачева Е.Ю. и др. – СПб., 2021. - 210 с. - № ГР 0671-2019-0002. - НИОКТР №119011590146-6.
2. Растворова О. Г. Физика почв (практическое руководство). Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1983 г. 195 с.
3. Гармашов В.М., Турусов В. И., Гаврилова С.А. Изменение свойств чернозема обыкновенного при различных способах основной обработки. Земледелие, № 6, 2014 г. С. 17-19.

УДК 631.434

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Е.С. Лобанова

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, РФ, evgeniyalobanova83@mail.ru

***Аннотация.** В работе представлены данные по структурному состоянию целинных и пахотных серых лесных почв Кунгурского и Березовского районов Пермского края. Оценка структурного состояния проведена по коэффициенту структурности, критерию водопрочности, водоустойчивости, содержанию агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов. Целинные серые лесные почвы обладают неудовлетворительным и удовлетворительным структурным состоянием, пахотные серые лесные почвы характеризуются хорошим структурным состоянием.*

STRUCTURAL STATE OF GRAY FOREST SOILS IN THE PERM TERRITORY

E.S. Lobanova

Perm State Agro-Technological University, Russia, evgeniyalobanova83@mail.ru

Abstract. *The paper presents data on the structural state of virgin and arable gray forest soils of the Kungur and Berezovsky regions of the Perm Territory. The assessment of the structural state was carried out according to the structural coefficient, the criterion of water resistance, water resistance, the content of agronomically valuable structural and water-resistant aggregates. Virgin gray forest soils have an unsatisfactory and satisfactory structural condition, arable gray forest soils are characterized by a good structural condition.*

Серые лесные почвы формируются в южной части лесной зоны и в лесостепи под травянистыми широколиственными лесами в Европейской России и часто сочетают многие процессы как подзолистого, так и дернового процесса почвообразования [1-3]. Поэтому для сохранения и повышения их плодородия, важным является изучить их структурное состояние, как одного из важных диагностических признаков, от которого зависит большинство физических свойств почв, а также водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы. На количество и устойчивость водопрочных агрегатов влияют содержание гумуса, реакция среды, интенсивность и глубина обработки почвы, корневая система растений и многое другое [4-7].

Цель исследования – дать оценку структурного состояния серых лесных почв в естественных и агрогенных ландшафтах.

Лесостепь является одной из самых аграрно-освоенных территориально-административных единиц Пермского края. Серые лесные почвы встречаются на юго-востоке равнинной части края и занимают площадь 468 тыс. га, из которых под пашню используется более 50% [2]. Изучали серые лесные почвы Кунгурского и Березовского районов. Агрегатный состав почв проведен ситовым методом Н.И. Саввинова. Оценка структурного состояния почв – с помощью следующих показателей: коэффициента структурности (К), критерия водопрочности (А), водостойчивости (агрегаты размером >0,25 мм), содержания агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) [8-9].

При оценке результатов агрегатного состава целинных серых лесных почв Кунгурского района установлено, что коэффициент структурности варьирует от хорошего до неудовлетворительного (табл. 1). Водоустойчивость хорошая и удовлетворительная, так как содержание водопрочных агрегатов < 0,25 мм составляет 38,4-51,6%. Для почв характерна повышенная глыбистость (агрегатов >10 мм – 33-48,5%). Агрономически ценная структура оценивается как удовлетворительная и неудовлетворительная. Так, содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) в почвах изменяется в пределах от 20 до 50%. Такое неблагоприятное структурное состояние целинных серых лесных почв в Кунгурском районе связано с низким содержанием гумуса и кислой реакцией среды.

Таблица 1 – Агрегатный состав серых лесных почв Кунгурского района Пермского края

| Размер агрегатов, содержание, % | | | | | | | | | К | А | В |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|------|-----|------|
| >10 | 10-7 | 7-5 | 5-3 | 3-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | <0,25 | | | |
| Серая лесная обычная среднемошная тяжелосуглинистая почва, А ₁ 2-23 см | | | | | | | | | | | |
| <u>33,11</u> | <u>5,64</u> | <u>3,01</u> | <u>4,04</u> | <u>3,3</u> | <u>3,94</u> | <u>0,6</u> | <u>0,32</u> | <u>48,39</u> | 0,3 | 117 | 38,4 |
| - | - | - | 4 | 6,4 | 14,2 | 5,8 | 4,8 | 61,6 | | | |
| Серая лесная обычная среднемошная среднесуглинистая почва, А ₁ 4-25 см | | | | | | | | | | | |
| <u>48,5</u> | <u>15,5</u> | <u>10,4</u> | <u>12,8</u> | <u>6,6</u> | <u>5,5</u> | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>0,7</u> | 1,4 | - | 51,6 |
| - | - | - | 0,6 | 1,4 | 10,6 | 13,4 | 25,6 | 48,4 | | | |
| Светло-серая лесная тяжелосуглинистая почва, А _{пах} 0-29 см | | | | | | | | | | | |
| <u>5,7</u> | <u>13,9</u> | <u>16,7</u> | <u>33,9</u> | <u>19,4</u> | <u>8,5</u> | <u>0,3</u> | <u>0,2</u> | <u>1,4</u> | 13,1 | 476 | 55,8 |
| - | - | - | 19,2 | 4 | 8,8 | 9,2 | 14,6 | 44,2 | | | |
| Серая лесная тяжелосуглинистая почва, А _{пах} 0-24 см | | | | | | | | | | | |
| <u>22,0</u> | <u>25,6</u> | <u>25,3</u> | <u>20,8</u> | <u>3,6</u> | <u>1,5</u> | <u>0,2</u> | <u>0,1</u> | <u>0,9</u> | 3,4 | 127 | 72,6 |
| - | - | - | 38,2 | 3,6 | 9,2 | 10 | 11,6 | 27,4 | | | |

Примечание. Числитель – результаты «сухого» просеивания, в знаменателе – «мокрого»; К – коэффициент структурности; А – критерий водопрочности; В – водоустойчивость.

Структурное состояние светло-серых и серых лесных пахотных почв Кунгурского района Пермского края по содержанию агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов оценивается как отличное и хорошее (66,4-83,5%). Коэффициент структурности в основном отличный, критерий водопрочности отличный и хороший (127-1200), водоустойчивость отличная и хорошая (55,8-72,6). В результате сельскохозяйственного использования (известкование, внесение удобрений, правильная обработка) наблюдается улучшение

ние структурного состояния серых лесных почв, что, соответственно, оказывает благоприятное влияние на комплекс агрофизических свойств.

При рассмотрении структурного состояния серых лесных почв Березовского района установлено, что серая лесная тяжелосуглинистая целинная почва имеет отличное агрегатное состояние и хорошую водопрочность. Пахотная серая лесная также имеет отличное структурное состояние, при этом ее критерий водопрочности превышает в два раза критерий водопрочности серой лесной целинной и соответствует хорошей водопрочности (таблица 2). Содержание агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов (0,25-10 мм) имеет хорошую оценку как в целинной, так и в пахотной почвах. Однако следует отметить, что активное сельскохозяйственное использование почв приводит к ухудшению структурного состояния за счет увеличения глыбистости, что в свою очередь снижает коэффициент структурности.

Таблица 2 – Агрегатный состав серых лесных почв Березовского района Пермского края

| Размер фракций, мм, содержание, % | | | | | | | | | К | А | В |
|--|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------|-----|------|
| >10 | 10-7 | 7-5 | 5-3 | 3-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | <0,25 | | | |
| Серая лесная тяжелосуглинистая почва, А ₁ 5-25 см | | | | | | | | | | | |
| <u>26,1</u> | <u>22,5</u> | <u>16,8</u> | <u>9,7</u> | <u>5,4</u> | <u>0,5</u> | <u>6,4</u> | <u>2,1</u> | <u>10,5</u> | 1,73 | 203 | 67,2 |
| - | - | - | 6,8 | 5,4 | 20,4 | 7,8 | 26,8 | 32,8 | | | |
| Серая лесная окультуренная тяжелосуглинистая почва, А _{пах} 0-37 см | | | | | | | | | | | |
| <u>37,8</u> | <u>12,7</u> | <u>17,6</u> | <u>12,6</u> | <u>7,3</u> | <u>3,5</u> | <u>1,6</u> | <u>4,9</u> | <u>2,0</u> | 1,51 | 392 | 70,0 |
| - | - | - | 4,2 | 6,4 | 22,8 | 8,4 | 28,2 | 30 | | | |

Таким образом, установлено, что серые лесные почвы Кунгурского района характеризуются более благоприятным структурным состоянием в сравнении с аналогичными почвами Березовского района. Целинные серые лесные почвы обладают неудовлетворительным и удовлетворительным структурным состоянием. При использовании серых лесных почв Пермского края в сельском хозяйстве происходит улучшение их структурного состояния.

Библиографический список

1. Газизуллин А.Х. Генезис почв, сформированных на красноцветных пермских отложениях Среднего Поволжья и Предуралья // Почвоведение. 1995. № 9. – С. 1071-1081.

2. Вологжанина Т.В. Серые лесные почвы зоны широколиственных лесов Русской равнины. – Пермь: ПГСХА, 2005. – 454 с.
3. Файзрахманова Э.Р., Валеева А.А. Антропогенная эволюция серых почв Волжско-Камской лесостепи // Сборник научных трудов молодых ученых. – Казань: Отечество, 2014. – С. 171-174.
4. Карпушенков В. В. Агрофизические свойства и гидрологический режим почв тяжелого механического состава Предуралья. Автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Ленинград-Пушкин, 1984. – 16 с.
5. Шеин Е.В., Милановский Е.Ю. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов // Почвоведение. 2003. № 1. – С. 53-61.
6. Самофалова И.А., Патракова С.С. Интегральная оценка плодородия и устойчивости почв эрозионно-аккумулятивной катены / Современная биология: вопросы и ответы // Материалы I Международной научной конференции, 20-21 января 2012 г., г. Санкт-Петербург – Петрозаводск. – Санкт-Петербург-Петрозаводск: ПетроПресс, 2012. – С. 68-74.
7. Самофалова И.А. Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в нечерноземной зоне // Земледелие. 2019. № 1. – С. 24-28. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10107.
8. Кузнецова И.В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв // Почвоведение. №3. 1979. – С.81-88.
9. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство / Под ред. Е.В. Шеина. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 200 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КАРЬЕРА ПО ДОБЫЧЕ БОКСИТОВ

Ю.Р. Моргач¹, Е.Ю. Сухачева^{1,2}, М.К. Захарова¹

¹Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева –

филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,

²Санкт-Петербургский государственный университет, *tima204@yandex.ru*

Аннотация. В работе рассмотрен почвенный покров (ПП), сформировавшийся в результате горнодобывающей деятельности. Структура почвенного покрова представлена радиально-концентрической формой. Основным тип СПП это мозаики, компонентами которых являются псаммоземы. Показано, что на почвы и ПП оказывает влияние не только прямое воздействие (добыча полезных ископаемых), но также косвенное (дороги, мелиоративная сеть, рекреационная нагрузка).

FEATURES OF THE STRUCTURE OF THE SOIL COVER OF THE BAUXITE QUARRY

Y.R. Morgach¹, E.Y. Sukhacheva^{1,2}, M.K. Zakharova¹

¹Central Soil Museum by V.V. Dokuchaev –

branch of the FRC V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,

²Saint Petersburg State University, *tima204@yandex.ru*

Abstract. Soil cover formed as a result of mining activities has been reviewed. A radial-concentric shape represents of the structure of the soil cover (SSC). The main type of SCS is mosaics, the components of which are Arenosols. It is shown that soils and soil cover are impacted not only by direct impact (mining), as well as by indirect (roads, reclamation network, recreational load).

Отображение антропогенно-измененного почвенного покрова (ПП) на современных картах является актуальной задачей в связи с прогрессивно увеличивающимся воздействием хозяйственной деятельности на природную среду. Основным методом изучения закономерностей распространения антропогенно-измененных почв является детальное и крупномасштабное картирование.

Исследования почв и ПП в районах добычи полезных ископаемых проводились в Ленинградской области, на территории которой минерально-сырьевая база включает несколько сотен крупных карьеров по добыче гранитов, песчано-

гравийных смесей, фосфоритов, горючих сланцев, бокситов, известняка и доломита, а также торфа, песка, глины. Ранее проведенные исследования на территории песчаных, гранитных и песчано-гравийных карьеров показали, что ПП имеет следующие закономерности: в центральных частях выработок естественный ПП полностью уничтожен, на его месте формируются либо искусственные водоемы, либо мозаики непочвенных образований (НПО) и вновь формирующихся почв, кардинально изменяются рельеф и гидрология. На прилегающей территории диагностируются антропогенно-преобразованные почвы.

Целью данной работы является анализ структуры почвенного покрова (СПП) в районе добычи бокситов. Объектом исследования является ПП карьерно-отвального комплекса «Радынский карьер», расположенный в Бокситогорском районе.

При изучении и картографировании антропогенно-измененного ПП в районе добычи полезных ископаемых дополнительно использовались данные из различных областей знаний (исторические карты и документы, материалы государственного кадастра месторождений, статистические исследования, знания по развитию технологий в области строительства карьеров, автомобильных трасс, мелиоративных систем).

Радынское месторождение разведывалось с 1936 г. [2]. Вскрытие месторождения было начато в 1987 году. Глубина залегания боксита составляла от 35 до 67 м, что позволило добывать руду открытым способом. Добыча проходила с постоянным увеличением толщины вскрыши и углублением по залеганию пласта «навстречу воде», что в дальнейшем способствовало обводнению карьера. Добыча бокситосодержащей глины велась на Радынском руднике до 2001 г.

В современный период территория карьерно-отвального комплекса месторождения представляет собой ступенчатый уступ, ведущий к затопленной выемке. После завершения работы по добыче руды на карьере были произведены рекультивационные работы, о чем свидетельствуют сконструированные ступеньками уступы (шириной около 3-4 м) и наличие в древостое примеси

ольхи. На обследованной территории находятся отвалы, подъездные грунтовые дороги и дренажная сеть, проходящая вдоль отвалов.

Для заложения основных разрезов были выбраны характерные элементы рельефа: на вершинах и склонах бортов отвала, выровненной поверхности уступов, в понижениях различной природы.

Границы почвенных контуров (рис.) определены на основании полевого обследования территории и анализа космоснимков.

Большую часть территории занимает мозаика слаборазвитых почв (псаммоземы) и абраземов, распространенных на уступах карьера, заросших ольхой, березой, ивой ушастой, сосной обыкновенной, елью обыкновенной. Абрадированные почвы представлены в местах заложения мелиоративной сети, проходящей вокруг карьера.

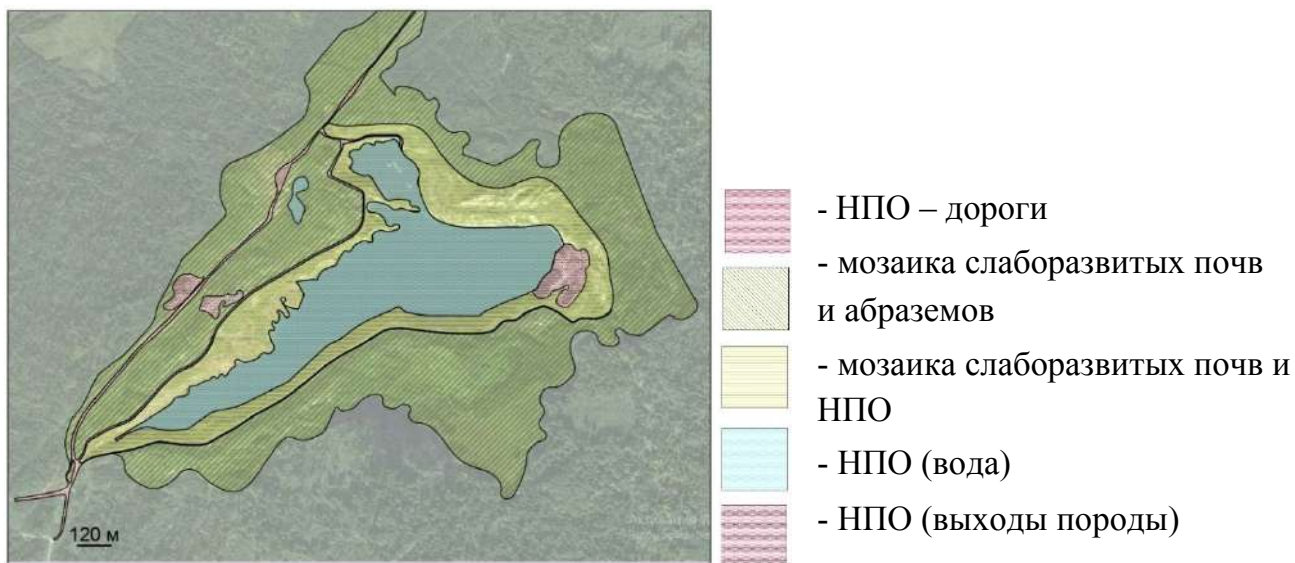


Рис. Почвенная карта участка Радынского карьера
(на изображении выделяются ареалы зеленого цвета разной интенсивности.
Более темные представляют сплошной естественный лес,
а более светлые – зарастающую территорию)

На склонах формируется мозаика псаммоземов с выходами породы. Такая комбинация занимает около 19% от исследованной площади. Территория, на которой зафиксирована порода без признаков процессов почвообразования, занимает около 2% от общей площади исследуемого участка.

Вокруг карьера проходит грунтовая автомобильная дорога, вдоль которой диагностируются антропогенно-измененные дерново-подзолистые почвы. Почвы проезжей части значительно уплотнены и имеют плитчатую структуру. Почвы проезжей части и трансформированные почвы с обочинами составляют единый контур, который занимает около 2% площади.

Вдоль дороги при отдалении от карьера, отмечены выемки и отвалы грунта с крутыми склонами. Поверхность склонов имеет блюдцеобразные ложбины шириной 2-3 м и длиной около 7-10 м. В центре ложбины, в результате смыва, происходит аккумуляция тонкодисперсного материала (супеси). В будущем в результате такого процесса сформируется мозаичная СПП.

На космоснимке вблизи Радынского карьера отчетливо просматриваются ЛЭП и крупная мелиоративная сеть, заложенная на расстоянии около 300 м от затопленной части карьера. Данные технологические элементы связаны с обустройством карьера и оказывают прямое воздействие на ПП. Грунтовая дорога спускается к затопленной части карьера, а близкое расположение к крупному населенному пункту обуславливает приток людей для отдыха, формируя территорию, находящуюся под рекреационной нагрузкой с характерными для нее формами ПП [3].

Таким образом, СПП карьера по добыче бокситов представлена радиально-концентрической формой: в центре находится НПО (затопленная часть карьера); на бортах карьеров преобладают мозаики слаборазвитых почв с НПО, а выше, на уступах карьера, по окружности диагностируются мозаики слаборазвитых почв, абраземов и естественных почв, часто в различной степени антропогенно-преобразованных. Рассмотренная СПП усложняется за счет зон с рекреационной нагрузкой, ареалов почв грунтовой дороги и мелиоративной сети.

Библиографический список

1. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Ленинградской области на 15.06.2020 г. – эл. ресурс:

<https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/119712dd56d709c7ae5c3f4e54221a67.pdf>

2. Электронный каталог геологических документов - Российский Федеральный Геологический Фонд – эл. ресурс: <https://rfgf.ru/catalog/docview.php?did=7a9be3756db8666bf266fed479f587f0>
3. Timofeeva Y. R. et al. Soil cover of areas of mining sand and sand-gravel material in the Leningrad region. 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 862 012064

УДК 631.4

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПОДГОЛЬЦОВОГО ПОЯСА (СРЕДНИЙ УРАЛ, ХРЕБЕТ БАСЕГИ)

И.А. Самофалова

Пермский ГАТУ, РФ, samofalovairaida@mail.ru

***Аннотация.** Представлены результаты изучения почвенного покрова подгольцового пояса на Среднем Урале на примере хребта Басеги. Почвенный покров формируют почвы отделов: альфегумусовые, структурно-метаморфические, органо-аккумулятивные, торфяные, глеевые, литозёмы, слаборазвитые (петрозёмы). Определена тенденция приуроченности отделов и типов почв к подпоясам. Выявлены особенности почвенного покрова в подгольцовом высотном поясе.*

SOIL COVER OF THE SUBALPINE ZONE (MIDDLE URAL, BASEGI RIDGE)

I.A. Samofalova

Perm State Agro-Technological University, Russia, samofalovairaida@mail.ru

***Abstract.** The results of studying the soil cover of the subalpine zone in the Middle Urals on the example of the Basegi Ridge are presented. The soil cover is formed by soils of the departments: alpha-humus, structural-metamorphic, organic-accumulative, peat, gley, lithozems, underdeveloped (petrozems). The tendency of confinement of departments and types of soils to subzones is determined. The features of the soil cover in the subalpine altitudinal zone are revealed.*

Почвы субальпийской зоны разных горных стран различны между собой в зависимости и от климатических условий и от характера растительности [1-6].

Исследования проводили в «Государственном заповеднике «Басеги». В подгольцовом поясе на Среднем Урале выделяют подпояса: криволесье, субальпийские луга, редколесье [1]. Основные площади лугов сосредоточены на восточных и западных склонах хребта Басеги и в межгорных седловинах [7]. Горно-луговые почвы занимают 0,6% площади Пермского края [8].

Парковое редколесье (крупнотравные елово-пихтовые леса) начинается на границе горно-лесного и субальпийского поясов. С увеличением высоты возрастает доля кустарничков (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaeae*), мелких папоротников (*Thelypteridaceae*, *Ophioglossaceae*), щучки извилистой (*Deschampsia flexuosa*). Береза извилистая (*Betula tortuosa*), ель (*Picea obovata*) и изредка пихта (*Abies sibirica*) растут небольшими куртинами, между которыми встречаются субальпийские поляны [7]. В местах с достаточным слоем мелкозема развиваются крупнотравные ассоциации, на каменистых участках – зеленомошные ассоциации. На выровненных и выположенных участках парковое редколесье переходит в естественные луга, приуроченных к высоте верхней части криволесья и в болотные биоценозы к верхней границе леса. Луговая растительность успешно развивается на склонах потому, что почва здесь сильно увлажнена и обогащена иловатыми частицами [9, 10].

Всего в подгольцовом поясе заложено 54 разреза на высоте 557-870 м над у.м.; в подпоясе криволесья – 14, под субальпийскими лугами – 26, в парковом редколесье – 14 шт. Почвы подгольцового пояса характеризуются водным режимом промывного типа, развиваются в условиях пониженного поверхностного увлажнения, что обеспечивается их расположением на плосковыпуклых вершинах, пологих и крутых склонах. Диагностика типов и подтипов почв проведена по наличию в профиле диагностических горизонтов и генетических признаков [6]. На основании морфогенетической характеристики выделены почвы отделов: литоземы, альфегумусовые, органоаккумулятивные, структурно-метаморфические, торфяные, глеевые [9, 10, 12, 13].

Пояс отличается разнообразием биотопов [8]. В пределах подгольцового пояса определяется некоторая тенденция приуроченности типов почв к подпоя-

сам. На границе подгольцового и гольцового поясов (740-770 м над у.м.) в елово-березовом крупно-папоротниковом криволесье на склоне 15° обнаружен *подзол* иллювиально-гумусово-железистый (745 м), а ниже (600-650 м над у.м.) под крупнотравно-злаковым лугом – буроземы (темногумусовые, элювиированные (623 м). Далее вниз по склону на двухкосточниково-разнотравном переувлажненном лугу с зарослями кустарников (608 м) – серогумусовая глинисто-иллювиированная. Ниже 600 м над у.м. – нагорные парковые леса, разные по составу травяного яруса. Так, на западном склоне (565 м) тип леса – ельник папоротниковый, а на восточном склоне (580 м) – пихтово-еловый аконитовый лес. Под лесной растительностью обнаружены буроземы с генетическими признаками слабого иллювиирования (западный склон) и элювиирования (восточный склон). На высоте 517-518 м на выровненной слабонаклоненной к западу части склона расположено болото, представляющее верховой облесенный елью торфяник, где доминируют кустарничково-сфагновые и пушицево-сфагновые фитоценозы с угнетенными березой, елью, кедром. В пределах горных болот диагностированы торфяные и глеевые почвы в сочетании с бурозёмами грубогумусовыми и глееватыми. Таким образом, высотный ряд почв подгольцового пояса представлен типами: подзол грубогумусированный (745 м) – бурозем темногумусовый (623 м) – серогумусовая глинисто-иллювиированная (608 м) – бурозем элювиированный (580 м) – бурозем глинисто-иллювиированный (565 м) – торфяная олиготрофная глеевая иловато-торфяная, глеезём грубогумусированный, перегнойно-глеевая грубогумусированная ожелезненная (517-518 м). Почвы являются очень кислыми, средняя кислотность по рН_{KCl} 3,65 ед.; гидролитическая кислотность высокая, но ниже, чем в почвах тундры; насыщенность основаниями низкая; содержание *Собщ.* варьирует в широком диапазоне, так как в разных биотопах формируются различные органические, органоминеральные и минеральные горизонты. Гранулометрический состав мелкозёма изменяется от среднесуглинистого до глинистого.

Особенности почвенного покрова подгольцового пояса: в криволесье встречаются комбинации подзолов с литозёмами и петрозёмами; в луговых по-

лянах криволесья – литоземы серо- и темногумусовые в комплексе с буроземами темногумусовыми и ожелезненными; ниже по высоте под лугово-разнотравной растительностью – серогумусовые обнаруживаются в комплексе с буроземами глинисто-иллювирированными; в парковом редколесье – буроземы типичные; в горных болотах – торфяные, глеевые с буроземами глееватыми. Подпояса не имеют четко выраженных границ и строгой высотной приуроченности, а взаимно проникают друг в друга, что, по-видимому, и выражается в формировании буроземов на разных высотах подгольцового пояса под различными растительными ассоциациями.

Процессы почвообразования, выветривания, денудации, происходящие с разной интенсивностью, обуславливают пестроту почв в пределах подгольцового пояса, что приводит к пространственной неоднородности почвенного покрова. Составлен систематический список почв пояса. Здесь формируются практически все диагностируемые в заповеднике типы почв.

Библиографический список

1. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. - М.: Наука, 1975. – С. 13-67.
2. Краснощеков Ю.Н. Структура вертикальной почвенной поясности и почвы лесных ландшафтов Северной Монголии // Почвоведение. – 1996. – № 4. – С. 401-410.
3. Молчанов Э.Н. Формирование горно-луговых черноземовидных почв высокогорий // Почвоведение. 2008. № 12. - С. 1438-1452.
4. Бадмаев Н.Б. Координатный анализ и принципы распознавания почв. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2008. – 208 с.
5. Карпачевский Л.О. Почвообразование в горах Сихотэ-Алиня. - М.: ГЕОС, 2012. - 138 с.
6. Коновалова М.Е., Кофман Г.Б, Коновалова А.Е. Сопряженность признаков рельефа и типов леса в горных условиях // География и природ. Ресурсы. 2015. № 2. - С. 177-182.

7. Баландин С.В., Ладыгин И.В. Флора и растительность хребта Басеги // «Средний Урал», Институт экологии растений и животных УРО РАН. - Пермь, 2002. - С. 3.
8. Ерёмченко О.З., Филькин Т.Г., Шестаков И.Е. Редкие и исчезающие почвы Пермского края. - Пермь: Пермское книжное издательство, 2010. - 92 с.
9. Самофалова И.А. Индикационная связь между генетическими признаками почв и высотными ландшафтами на Среднем Урале (хребет Басеги) // Российский журнал прикладной экологии. 2019. № 2 (18). - С. 42-48.
10. Самофалова И.А. Использование бассейнового подхода для изучения дифференциации растительного и почвенного покровов (хребет Басеги, Средний Урал) // География и природные ресурсы. 2020. № 1. - С. 175-184.
11. Полевой определитель почв России. - М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. - 182 с.
12. Самофалова И.А., Кондратьева М.А. Буферность горных почв субальпийского пояса к кислотному воздействию (заповедник «Басеги») // Пермский аграрный вестник. 2016. № 3 (15). - С. 94-103.
13. Самофалова И.А., Лузянина О.А., Соколова Н.В. Морфолого-генетические особенности почв в субальпийском поясе (Средний Урал) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 1 (60). Часть I. - С. 24-28.

УДК 631.4:470.53/55

ПОЧВЫ СРЕДНЕГО УРАЛА В СИСТЕМЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ РОССИИ

И.А. Самофалова, М.А. Кондратьева
Пермский ГАТУ, РФ, samofalovairaida@mail.ru

***Аннотация.** В работе представлены результаты изучения почв Среднего Урала на примере хребта Басеги, имеющего высоты 800-900 м. В пределах высотных поясов – горно-лесного, субальпийских лугов и редколесий, горно-тундрового – выделены зональные почвы, образующие ряд: бурозёмы → серогумусовые → альфегумусовые. Интразональные горные почвы представлены литоземами и петроземами; почвы азонального ряда – глеевые и торфяные, аллювиальные. В горно-лесном поясе бурозёмам сопутствуют литоземы, глееземы и петрозёмы.*

SOILS OF THE MIDDLE URALS IN THE SYSTEM OF CLASSIFICATION OF SOILS IN RUSSIA

I.A. Samofalova, M.A. Kondrateva

Perm State Agro-Technological University, Russia, samofalovairaida@mail.ru

Abstract. *The paper presents the results of studying the soils of the Middle Urals on the example of the Basegi ridge, which has a height of 800-900 m. Within the altitudinal zones - mountain-forest, subalpine meadows and woodlands, mountain-tundra zonal soils were identified, forming the series: burozems → gray-humus → alpha-humus. Intrazonal mountain soils are represented by lithozems and petrozems; soils of the azonal series - gley and peat, alluvial. In the mountain forest zone, burozems are accompanied by lithozems, gleyzems, and petrozems.*

В России одной из древнейших горных систем является Уральский хребет – это водораздел двух крупнейших речных бассейнов России: Камско-Волжского и Иртышско-Обского, дренирующий огромные площади территорий Восточно-Европейской (4 млн км²) и Западно-Сибирской равнин (около 2,6 млн км²). Изучение горных почв Урала началось в первой половине XX столетия [1]. Комплексные исследования горных почв Западного склона Среднего Урала проводили в 1939-1945 гг. [2]. Первая почвенная карта территории составлена в 1949 г. [2]. Наиболее активно исследовали почвы Полярного, Приполярного, Северного и Южного Урала [3]. Средний Урал по сей день остаётся самой малоизученной в почвенном отношении физико-географической областью всей горной страны. На Почвенной карте РСФСР масштаба 1:2,5 млн [4] и современных картографических материалах [5, 6] почвы горной провинции представлены буротаежными, горными лесо-луговыми, дерново-подзолистыми и подзолистыми почвами. Для Среднего Урала установлена вертикальная зональность почв [7-13].

Исследования проводили в пределах ненарушенной части Среднего Урала – хребта Басеги, который включён в состав «Государственного заповедника «Басеги». Изучали почвы на различных элементах рельефа в наиболее типичных биогеоценозах в высотных ландшафтах: горная тундра (821-940 м над у.м.) – криволесье (715-816 м) – луговое разнотравье (субальпийские луга, 600-736 м)

– горное болото (492-578 м) – парковое редколесье (557-655 м) – горная тайга (горно-лесной пояс, 315-590 м). Диагностика почв проведена по [14].

Определена закономерная смена диагностических горизонтов и почвообразующих процессов в пространстве в пределах ландшафтно-геоморфологического профиля на западном склоне горы Северный Басег (табл.). Установлены наибольшее разнообразие и встречаемость диагностических горизонтов в горной тайге, тундре; преобладание следующих процессов в экотонах: в тундре – альфегумусовый; криволесье – оподзоливание (кислотный гидролиз); лугах – гумусообразование; болотном массиве – торфообразование, оглеение; в горной тайге – буроземообразование, гумусообразование, лессиваж.

Таблица – Результаты информационно-логического анализа (n=61)

| Экотон | Диагностические горизонты | P(aj) | H(a/b) | J(a/b) | J(a/b)Pb |
|--------------|---------------------------|-------|--------|--------|----------|
| Тундра | VHF>H>E>AY>AO,T>G | 0,197 | 2,625 | 0,126 | 0,025 |
| Криволесье | E>H>AO>AY | 0,098 | 1,928 | 0,832 | 0,082 |
| Луг | AO>BM>G>AY | 0,131 | 2,000 | 0,750 | 0,098 |
| Болото | T>G | 0,213 | 0,996 | 1,755 | 0,374 |
| Горная тайга | BM>AY>G>AO | 0,361 | 1,814 | 0,936 | 0,338 |

Примечание. T=0,9158; K=0,4209.

Для каждой высотной геосистемы определены вероятностные специфичные состояния почвенного покрова. В горно-лесном поясе (300-500 м) создаются условия для преимущественного формирования типов: буроземов, литоземов, глееземов, петрозёмов. Определена логическая взаимосвязь формирования почв на уровне отдела, типа, подтипа в разных ландшафтных условиях.

Высотное сочетание почв образует зональный ряд (снизу вверх): бурозёмы → серогумусовые → альфегумусовые. На уровне мезоструктур наибольшую группу почв, встречающуюся во всех экотонах высотных поясов, образуют почвы постлитогенного и первичного почвообразования: бурозёмы, литозёмы, петрозёмы. В горных условиях взаимообусловленность вертикальных и горизонтальных геосистем создает условия для формирования почв незонального ряда: на границе взаимодействия высотных поясов и водосборных воронок (элементов бассейновых структур рек) формируются специфичные (азональные) почвы органогенного происхождения – торфяные, приуроченные к высоте 498-578 м над у.м. Почвы (глеевые, торфяные), несоответствующие

высотной зональности, отнесены к азональным, наличие которых указывает на проявление «деформации» высотно-растительных геосистем, где нарушаются стабильные функциональные взаимосвязи между компонентами ландшафта. Установлен азональный ряд: глеевые → торфяные. Литоземы и сопутствующие им петрозёмы отнесены к интразональным в системе почвенного покрова горных территорий. В нижней части ландшафтного профиля, в пойме р. Малый Басег, образуются почвы синлитогенного происхождения: отдел аллювиальные.

Структура почвенного покрова исследуемого хребта Басеги представлена сложным сочетанием почв: структурно-метаморфическими, альфегумусовыми, органо-аккумулятивными, литозёмами, глеевыми, аллювиальными, торфяными, слабо развитыми. Определены ряды вертикальной поясности зонального ряда: альфегумусовые → органо-аккумулятивные → структурно-метаморфические; азонального ряда почв: глеевые → торфяные; интразонального ряда: литозёмы и петрозёмы.

Библиографический список

1. Самофалова И.А. Изучение горных почв Урала сотрудниками кафедры почвоведения // В сборнике: Агротехнологии XXI века / Материалы международной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь, 2018. - С. 147-154.
2. Иванова Е.Н. Горно-лесные почвы Среднего Урала // Труды Почвенного ин-та АН СССР, 1949. Т. 30. - С. 168-193.
3. Samofalova I.A. Typical features of short-profile soils in the Middle Urals // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science / The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/862/1/012009/pdf> / 862 (2021) 012009 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/862/1/012009.
4. Почвенная карта РСФСР. Масштаб 1:2 500 000 / Гл. ред. В.М. Фридланд. М.: ГУГК, 1988.

5. Национальный атлас почв Российской Федерации / Гл. ред. С.А. Шоба, отв. ред. И.О. Алябина, Г.В. Добровольский, И.С. Урусевская, О.В. Чернова. - М.: Астрель: АСТ, 2011. - 632 с.
6. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. - М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Рос-сельхозакадемии, 2014. - 768 с.
7. Кондратьева М.А., Бажукова Н.В. Картографическая изученность почв от Пермской губернии до Пермского края // От карты прошлого – к карте будущего: сб. науч. тр.: в 3 т. / отв. ред. С.В. Пьянков; ПГНИУ. - Пермь, 2017. Т. 1. - С. 144-156.
8. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. - М.: «Наука», 1975. - С. 13-67.
9. Баландин С.В., Ладыгин И.В. Флора и растительность хребта Басеги // «Средний Урал», Институт экологии растений и животных УРО РАН. - Пермь, 2002. - С. 3.
10. Самофалова И.А., Лузянина О.А. Пространственная неоднородность почв на западном склоне Среднего Урала // Сборник научных трудов SWorld. - Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2013. Вып. 3. Т. 51. - С. 35-39.
11. Самофалова И.А., Рогова О.Б., Лузянина О.А. Диагностика почв различных высотно-растительных поясов Среднего Урала по групповому составу соединений железа // География и природные ресурсы. 2016. № 1. - С. 141-148.
12. Самофалова И.А. Информационно-логический анализ дифференциации почвенного покрова высотных геосистем на Среднем Урале // Вестник Алтайского ГАУ. 2017. № 11 (157). - С. 105-114.
13. Самофалова И.А. Почва как компонент охраняемых ландшафтов в системе ООПТ (на примере ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги») // Агрохимический вестник. 2021. № 1. - С. 19-27.
14. Полевой определитель почв России. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. - 182 с.

ЭВОЛЮЦИЯ, ГЕНЕЗИС И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ

УДК 631.48(551.89)

ПЕДОЛИТОКОМПЛЕКСЫ В ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИНАХ СТЕПНОГО БИОМА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ КАК ИНДИКАТОРЫ ПАЛЕОКЛИМАТА

Д.А. Гаврилов, Е.Н. Смоленцева, О.И. Сапрыкин
¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, РФ,
esmolenceva@issa-siberia.ru

Аннотация. В четырех озерных котловинах степного биома Западной Сибири изучены полигенетические педолитокомплексы (ПЛК), приуроченные к озерным валам палеобереговых линий. Все ПЛК отражают пространственно-временные особенности климатозависимых флуктуаций размеров озёр в голоцене. Они фиксируют основные этапы эволюции озёр и соответствующие ритмические изменения в прилегающих ландшафтах: затопление и подтопление субаэриальных участков в гумидные климатические фазы и обсыхание субаквальных – в аридные.

PEDOLITHOCOMPLEXES IN LAKE BASINS OF THE STEPPE BIOME OF WESTERN SIBERIA AS INDICATORS OF PALEOCLIMATE

D.A. GAVRILOV, E.N. SMOLENTSEVA, O.I. SAPRYKIN
¹Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, esmolenceva@issa-siberia.ru

Abstract. In four lake basins of the steppe biome of Western Siberia, polygenetic pedolithocomplexes (PLC) associated with beach ridges of paleo shorelines have been studied. All PLCs reflect spatio-temporal features of climate-dependent fluctuations in the size of lakes in the Holocene. They record the main stages in the evolution of lakes and the corresponding rhythmic changes in the adjacent landscapes: waterlogging and flooding of subaerial areas in humid climatic phases and drying of subaqueous areas in arid ones.

Почвы являются природными архивами и записывают информацию об условиях среды, синхронных их педогенезу [1], поэтому они широко используются как источник данных для палеоэкологических реконструкций, в том числе и климатических [2]. Для изучения климатических флуктуаций голоцена в степном биоме Западной Сибири (ЗС) нами был выбран слабо изученный в этом аспекте класс объектов – почвы озёрных котловин. Озёра широко распространены на территории биомы. и по данным многих исследований в них на протяжении голоцена происходили климатически обусловленные колебания уровня воды [3]. В озёрных котловинах вдоль береговых линий палеоозёр сформировались озёрные валы, к которым приурочены полигенетичные педолитокомплексы (ПЛК), включающие погребённые почвы и седиментационные слои различного генезиса (озёрного, делювиального, эолового). Почвы в составе ПЛК маркируют этапы почвообразования в эволюции котловины и соответствуют этапам регрессии озера [4]. Периоды активизации осадконакопления отражаются в формировании седиментационных слоёв. Смена этапов педогенеза и седиментации зачастую обусловлена климатическими причинами. Таким образом, ПЛК в озёрных котловинах записывают динамику среды и климата.

Объектами исследования были ПЛК четырех озерных котловин степного биомы Западной Сибири: Саргуль (3 разреза), Яркоковский плес (1 разрез), Большой Баган (4 разреза), Кулундинское (2 разреза). Озёра находятся на регрессивной стадии наполнения водой, и в их котловинах имеются разновозрастные озёрные валы, маркирующие палеобереговые линии. Для изучения ПЛК, приуроченных к этим валам, использовались педолитологический и событийный методологические подходы [5], а также комплекс общепринятых в почвоведении методов [6]. Для хроностратиграфической реконструкции проведено определение ^{14}C гуминовых кислот почв [7]. Радиоуглеродное датирование выполнено методом ускорительной масс-спектрометрии на базе ЦКП «Геохронологии кайнозоя» (г. Новосибирск). Калибровка радиоуглеродных дат проведена на калибровочной кривой IntCal13 с использованием R пакета Vchron.

Результаты и их обсуждение. Были выявлены особенности морфологии и литостратиграфии ПЛК. Все изученные разрезы содержат два основных литокомплекса: неоплейстоценовые суглинки и голоценовые озёрные отложения различных фаций, чаще всего пляжевые пески береговых валов (рис.). Граница между литокомплексами имеет резкий текстурный переход, что, по нашему мнению, обусловлено резкой сменой условий осадконакопления и палеообстановки в целом. В ряде котловин (Ярковский плес, Большой Баган) озёрные валы с поверхности перекрыты золовыми песками.

В основании всех изученных разрезов обнаружены гидроморфные и полугидроморфные почвы (рис.), что свидетельствует о развитии синхронного локального ландшафта при высоком уровне грунтовых вод, которые оказали влияние на педогенез. В то же время это говорит об отсутствии субаквальных условий, т.е. о более низком уровне озёрных вод. Начало последней трансгрессии озёр, имеющей региональный масштаб, датируется поздним голоценом (после 3,9 кал. т.л.н.). Для этого времени и особенно для регрессивной фазы озёрного ритма (после 1,5-1,8 кал. т.л.н.) характерны частые смены условий седиментации и короткие периоды педогенеза. С точки зрения строения ПЛК в это время формируются слаборазвитые почвы, с простым строением профиля (типа А-С), с маломощными (5-20 см) гумусовыми горизонтами, разделённые более мощными (30-60 см) седиментационными слоями. В ряде котловин (Ярковский плес, Большой Баган) озёрные валы с поверхности перекрыты золовыми песками. Период золового осадконакопления молодой и имеет возраст 50-500 лет. Усиление золовой активности свидетельствует об аридизации климата в это время.

Для почв в составе ПЛК выявлены основные закономерности педогенеза, которые зависят от генезиса и свойств субстрата, уровня грунтовых вод и климата, а также от продолжительности этапа педогенеза. В некоторых погребённых горизонтах установлена педогенная аккумуляция легкорастворимых солей и обменного натрия, что обусловлено высокой эвапотранспирацией и указывает на жаркий засушливый климат летнего сезона.

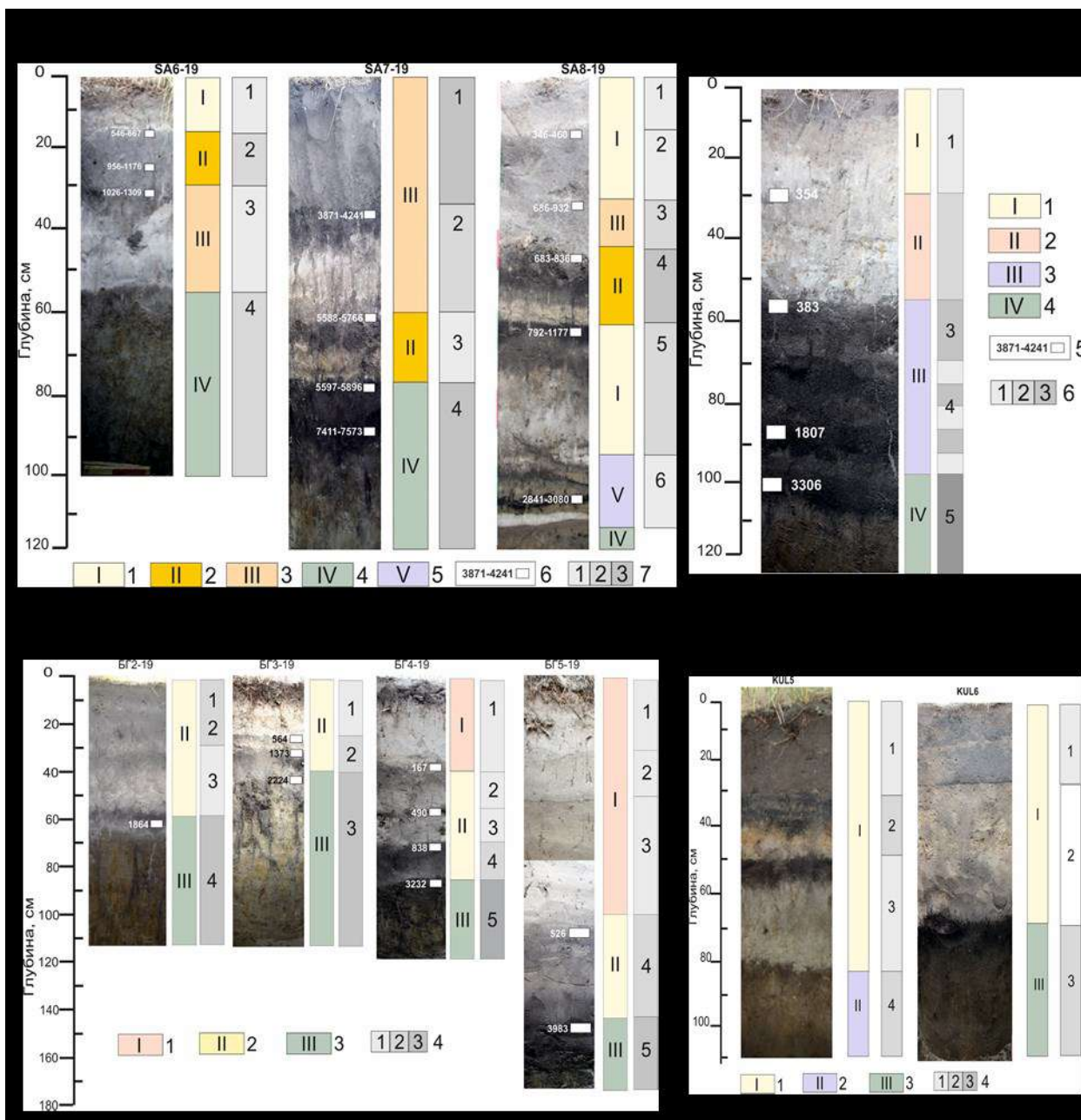


Рис. Педо-литостратиграфия и возраст погребённых почв (по 14С, кал.л.н.)
в озёрных котловинах степного биома Западной Сибири:

1, 2 – пески береговых валов, 3, 4 – неоплейстоценовые суглинки (базовый субстрат), 5 – лимно-аллювий; 6, 7 – почвы. Белым прямоугольником показаны места отбора проб на определение 14С

Заключение. Исследования показали, что ПЛК в озёрных котловинах степного биома ЗС являются информативными объектами для реконструкции динамики среды и климата. Установлено, что важным индикатором является их педо-литостратиграфическое строение. В составе ПЛК седиментационные слои фиксируют этапы озёрного осадконакопления и трансгрессии озера, что соответствует гумидным климатическим фазам. Почвы пространственно и хроноло-

гически маркируют этапы педогенеза и, соответственно, регрессионные этапы озёрного ритма и аридные фазы. Все ПЛК отражают пространственно-временные особенности климатозависимых флуктуаций размеров озёр в голоцене. Они фиксируют основные этапы озёр эволюции и соответствующие ритмические изменения в прилегающих ландшафтах: затопление и подтопление субэральных участков в гумидные климатические фазы и обсыхание субконтинентальных – в субаридные.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 19-29-05085 мк).

Библиографический список

1. Таргульян В.О., Бронникова М.А. Память почв: теоретические основы концепции, современное состояние и перспективы развития // Почвоведение, 2019, № 3. – С. 259–275.
2. Tabor N.J., Myers T.S. Paleosols as Indicators of Paleoenvironment and Paleoclimate // An. Review of Earth and Planetary Science, 2015, Vol. 43. – P. 333–361.
3. Глушкова Н.В., Чупина Д.А., Пчельников Д.В., Болдырев И.И., Селятицкая Н.А. Картографирование и мониторинг процессов аридизации на юге Западно-Сибирской равнины // География и природные ресурсы. 2016. № 1. – С. 133-140.
4. Gavrilov D. A., Smolentseva E. N., Saprykin O. I. Soils of lake depressions in the steppe biome of West Siberia as indicators of Holocene climate rhythms // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2021, 862, 012005.
5. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск, Изд-во ИГУ, 2010. – 205 с.
6. Теория и практика химического анализа почв. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
7. Чичагова О.А. Радиоуглеродное датирование гумуса почв. – М.: Наука, 1985. – 156 с.

ГЕНЕЗИС ТОРФЯНЫХ ПОЧВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПОСТРОЕНИЯ

Л.И. Инишева

Томский государственный педагогический университет, РФ, inisheva@mail.ru

Аннотация. В статье изложены представления по классификации торфяных почв. Показано, что органическая и минеральная часть торфяных почв – субстантивно-функциональная система, представляющая генетически единый почвенный профиль с фиксированной в нем историей их развития. Предложено весь торфяной профиль до подстилающих минеральных пород принять за торфяные почвы, а выделение стратиграфических слоев торфяной почвы проводить с учетом ботанического состава торфов.

GENESIS OF PEAT SOILS AND THEIR CLASSIFICATION CONSTRUCTIONS

L.I. Inisheva

Tomsk State Pedagogical University, inisheva@mail.ru

Annotation. The article presents ideas on the classification of peat soils. It is shown that the organic and mineral part of peat soils is a substantial and functional system that represents a genetically unified soil profile with a fixed history of their development in it. It is proposed to take the entire peat profile up to the underlying mineral rocks for peat soils. The allocation of stratigraphic layers of peat soil should be carried out taking into account the botanical composition of peats.

Торфяные почвы чрезвычайно переувлажнены и на 50-95% состоят из органических веществ. Согласно понятиям почвоведов торфяная почва – это верхний слой торфа на глубину распространения основной массы корней растений, который периодически подвергается аэрации. В этом слое происходят процессы разложения растительного опада и образование высокомолекулярных органических веществ. Нижележащие слои торфа нельзя назвать почвой, так как почвообразовательные процессы здесь не наблюдаются, а сам торф находится в законсервированном состоянии и является органогенной породой [1]. В классификации почв 2004 г. такое понятие сохранилось, и последующие деления в классификации соответствовали такому определению торфяных почв [2].

Однако еще в 1886 г. В.В. Докучаев в классификации почв выделил III класс – типичные болотные почвы с полным их профилем до минеральной почвообразующей породы [3]. Такой же точки зрения, согласно В.Н. Ефимову [4], придерживались К.Д. Глинка, В.Р. Вильямс, Д.Г. Виленский, С.П. Кравков и др. Мощность же торфяной почвы при таком определении может достигать и 12 м. И это правильно, так как глубокие слои торфяных почв также биологически активны. Современные микробиологические и биохимические исследования показали, что в аэробных условиях происходят наиболее существенные изменения легкогидролизуемых веществ под действием микрофлоры и ферментов [5,6]. В торфяной залежи происходит не только процесс минерализации, но и идет дальнейшая полимеризация органического вещества. Гипотезой быстрого завершения торфообразования в верхнем биологически активном слое торфяного профиля невозможно объяснить возрастание содержания гуминовых кислот, увеличения степени их обуглероженности, существующий синтез битумов при углублении в торфяную залежь. В глубине торфяной почвы вместо микробиологических процессов аэробного характера (в основном гидролиз) развиваются другие биохимические процессы, способствующие трансформации органических веществ в сторону гумификации. Таким образом, весь профиль торфяника, в определенное время прошедший стадию болотного почвообразования, содержит микроорганизмы и определенное количество питательных веществ биогенного происхождения и обладает потенциальным плодородием. Профилю торфяных почв до минеральной породы присуща и миграция как с поверхности до минеральной породы, так и миграция от минеральной породы до поверхности (например, олиготрофные торфяные почвы с признаками мезотрофности), т.е. торфяная почва – субаквальная, инситная система. В литоземных почвах эти процессы под действием силы гравитации направлены вниз, а торфяные почвы в силу аккумулятивного направления торфообразования развиваются вверх, увлекая в миграционный поток вверх и минеральные соединения почвообразующих пород. Органическая и минеральная часть торфяных почв – субстантивно-функциональная система, представляющая собой генети-

чески единый почвенный профиль с фиксированной в нем историей их развития. И результатом процессов торфогенеза является торф, представляющий собой полукolloидно-высокомолекулярную многокомпонентную полифракционную гидрофильную систему с признаками полиэлектролитов и микромозаичной гетерогенности [7]. Вот это свойство мозаичной гетерогенности и определяет отсутствие в профиле торфяных почв облигатного анаэробнозиса.

Предлагается следующее определение для классификации торфяных почв: ствол органогенной почвы состоит из торфяных почв, для которых характерно постоянное застойное увлажнение и, как следствие, образование органогенного профиля, состоящего из слоев частично разложившихся растительных остатков болотной растительности, превращающихся в дальнейшем в торфяной профиль слоем не менее 30 см, подстилаемый почвообразующей минеральной или органоминеральной (сапрпели) породой. При глубине торфа менее 30 см почвы относятся к другим отделам и стволам классификации почв. Верхний (метровый) слой профиля торфяных почв правильнее рассматривать как фрагмент торфяного профиля современной стадии почвообразования.

Несомненно, болотообразование – один из главных исторических этапов единого почвообразовательного процесса с момента его появления, а сами почвы уникальны органогенным профилем и содержанием депонированного “С”. Торфяные почвы состоят из растительных остатков, и, соответственно, подходить к их исследованию и классификации нужно с ботанических позиций. Видовой состав растений-торфообразователей каждого вида торфа определяется по [8], и этот процесс может быть компьютеризирован. Выделение видов торфа позволяет объективно оценивать торф каждого слоя торфяной почвы. И это понятно, поскольку в различных видах торфов, содержание например, только целлюлозы будет неодинаково, поскольку во мхах ее содержится в среднем 17%, в травах – 30%, в древесных растениях -45-50%. Поэтому главным критерием классификации торфяных почв являются особенности их стратиграфического сложения – во-первых, степень участия в сложении профиля тех или

иных видов торфа, во-вторых, последовательность смены слоев (горизонтов), слагающих профиль.

На основании вышеизложенного, общепринятые в почвоведении определения «торфяная почва» не отражают как генетико-эволюционные и субстантивно-функциональные особенности, так и эколого-хозяйственное своеобразие торфяных почв. Классификация торфяных почв, безусловно, требует дальнейшей проработки.

Библиографический список

1. Скрынникова И.Н. К вопросу об истории исследования, принципы классификации и систематики болотных почв СССР // Почвоведение. 1954. № 4. С. 37-50.
2. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
3. Докучаев В.В. Раздел «Разбор главнейших почвенных классификаций». Избранные сочинения (1846-1903). Гос. Изд-во с/х литературы. Москва. 1954. С. 209, 2174.
4. Ефимов В.Н. Торфяные почвы и их плодородие. Л.: Агропромиздат. Лен. отделение. 1986. 264 с.
5. Гродницкая И.Д., Сорокин Н.Д., Евграфова С.Ю., Антонов Г.И., Сырцов С.Н., Александров Д.Е., Трусова М.Ю., Коробан Н.В. Микробиологическая трансформация углерода CH_4 и CO_2 в криогенных почвах тундровых и лесных экосистем Сибири // Лесоведение. – 2017. – № 2. – С. 111. – 127.
6. Inisheva L.I., Yudina N.V., Golovchenko A.V., Savelyeva A.V. Biochemical Factors Controlling the Composition of Bog Water and Migration of Substances in the System of Geochemically Linked Mire Landscapes. Eurasian Soil Science, 2021, Vol. 54, No. 4, pp. 499–506. DOI: 10.1134/S1064229321040086.
7. Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. Минск: Наука и техника. 1975. 320 с.
8. ГОСТ 28245.2–89. Методы определения ботанического состава и степени разложения. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1989. 7 с.

ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕЗИСА И ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

А.А. Козлова, У.И. Людвиг, А.В. Николаев

Иркутский государственный университет, РФ, allak2008@mail.ru

Аннотация. Территория Южного Предбайкалья отличается от многих других регионов большой пестротой природно-климатических условий. Расчлененный рельеф и локальные климатические особенности привели к развитию почв, имеющих существенные отличия в морфологии и свойствах от Европейских аналогов, за счет особенностей их генезиса и эволюции. Общим для почв региона является зависимость их свойств от литогенной неоднородности и состава почвообразующих пород, чем от почвообразования.

PROBLEMS OF THE GENESIS AND EVOLUTION OF SOILS IN THE SOUTHERN PREDBAIKALYA

A.A. Kozlova, U.I. Ludwig, A.V. Nikolaev

Irkutsk State University, Russia, allak2008@mail.ru

Abstract. The territory of Southern Predbaikalia differs from many other regions in its great diversity of natural and climatic conditions. The dissected relief and local climatic features led to the development of soils that have significant differences in morphology and properties from European analogues, due to the peculiarities of their genesis and evolution. Common to the soils of the region is the dependence of their properties on lithogenic heterogeneity and composition of parent rocks, rather than on soil formation.

Постановка проблемы. Своеобразие природной обстановки (рельефа, горных пород, климата, растительности) региона обусловлено сложной историей развития и современными особенностями. Неоднородность литогенной основы, различная крутизна и экспозиция склонов, охлаждающе-отепляющее влияние водной массы Байкала на прибрежную территорию, наличие сезонной мерзлоты и многолетнемерзлых пород определяют формирование контрастных ландшафтов региона и, соответственно, сложного, разнообразного почвенного покрова. Это способствовало развитию своеобразных черт в региональных почвах, заметно отличающих их от Европейских аналогов, что в значительной степени затруднило их диагностику и классификацию, в том числе и

с позиции субстантивно-генетического подхода, изложенного в Классификации и диагностики почв России [1].

Объекты и методы исследования. Особенностью исследуемой территории является отнесение ее, согласно почвенно-географическому районированию, к Красноярско-Иркутской провинции зоны серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов лесостепи центральной лесостепной и степной области суббореального пояса [2]. Это единственная провинция этого пояса, находящаяся внутри бореального пояса, что, по-видимому, связано с отепляющим эффектом водной массы Байкала и, без сомнения, наложило определенный отпечаток на свойства почв региона. Согласно почвенно-географическому районированию Предбайкалья [3], территория исследования относится к округу Иркутско-Черемховской равнины и южной части Предбайкальской впадины Среднесибирской равнинно-плоскогорной провинции. В целом округ рассматривается в качестве нижней ступени вертикальной поясности котловинного типа. В почвенном покрове присутствуют типы почв, свойственные как таежным территориям, так и лесостепи и степи. Почвообразование здесь происходит на рыхлых отложениях большей мощности при пониженном увлажнении, возрастании теплообеспеченности и при значительном участии травянистой растительности. Поверхности водоразделов и приводораздельные территории Южного Предбайкалья занимают дерново-подзолистые, дерновые лесные, серые лесные и дерново-карбонатные почвы. Черноземы лесостепных и степных ландшафтов региона не образуют крупных массивов, а располагаются участками в нижних частях склонов и древних террасах, чередуясь с серыми лесными и лугово-черноземными почвами [3, 4]. Общей чертой, специфичной для региона, можно считать низкий энергетический уровень почвообразования, небольшие различия в теплообеспеченности между генетически далекими почвами, их территориальное соседство [5].

Результаты исследования. К основным особенностям почв Южного Предбайкалья относится их формирование в своеобразных гидротермических условиях. Так, тепловой режим всех исследуемых почв [6] соответствует сезон-

нопромерзающему типу, фациальному подтипу умеренно холодных длительно промерзающих почв. Водный режим можно отнести к периодически промывному [7], что связано с неравномерностью выпадения осадков в течение года. Весной и в начале лета засушливо, коэффициент увлажнения, по Иванову, составляет 0,28 в степном ландшафте и 0,37 – в лесном. Условия для сквозного промачивания могут появляться непродолжительное время только в конце августа и в начале сентября. Подтип водного режима – криогенный, присущий для почв, находящихся в условиях недостаточного увлажнения при наличии поздно оттаивающей сезонной мерзлоты.

Для большинства почв региона является характерным высокое содержание органического вещества в верхней, небольшой по мощности, части профиля, связанное со спецификой биоклиматических условий. Холодность и засушливость климата, длительное нахождение почв в мерзлом состоянии обеспечивает высокую концентрацию корней в верхнем небольшом по мощности слое почвы, обуславливает короткий период интенсивной микробиологической активности.

В почвах региона, как правило, наблюдается слабокислая, нейтральная или слабощелочная реакцией среды верхних гумусированных горизонтов, с нарастанием щелочности книзу профиля; заторможенность подзолистого процесса; повышенное содержание и высокая степень насыщенности обменными основаниями почвенного поглощающего комплекса, включая и дерново-подзолистые почвы. Этим исследуемые почвы принципиально отличаются от своих Европейских аналогов.

Выводы и предложения. Общим для почв Южного Предбайкалья является их развитие в суровых биоклиматических условиях, тормозящих процессы выветривания, что обуславливает зависимость их физико-химических свойств в большей степени от литогенной неоднородности и состава почвообразующих пород, чем от почвообразования. Сочетание в автономных условиях почв с элювиально-иллювиальным и недифференцированным профилями рассматривается как проявление парагенезиса, т.е. закономерного пространственного сочетания

биогеосистем, почв и почвенных комбинаций [8]. Этот подход позволяет показать разнообразие почв, встречаемых в сходных условиях почв с разным строением профиля, что невозможно интерпретировать только на основе представлений о широтной зональности [9].

Библиографический список

1. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 324 с.
2. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 460 с.
3. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкальского участка зоны БАМ // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования в зоне БАМ. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. – С. 11-98
4. Козлова А.А., Макарова А.П. Экологические факторы почвообразования Южного Предбайкалья. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. – 163 с.
5. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 175 с.
6. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. – М.: Колос, 1972. – 359 с.
7. Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 119 с.
8. Куликов А.И., Баженов В. С., Иванов Н.В., Куликов М.А., Хаптухаева Н.Н. Парагенезис и парадинамизм почв. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2005. – 278 с.
9. Кузьмин В.А. Опыт почвенно-географических исследований на территории Байкальской Сибири // География и природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 197-205.

ИЗМЕНЕНИЕ РЕАКЦИИ СРЕДЫ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Лазарева

ЦМП им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ

«Почвенный институт им. В.В. Докучаева, РФ, margoflams@mail.ru

Аннотация. За 220 лет использования естественной почвы под пашню в верхних 5-20 см почвы произошло подщелачивание за счет подтягивания солей к верхней части профиля почвы с восходящим током влаги. Вследствие посадки лесополос на пахотных почвах на глубине 20-50 (80) см почв наблюдалось выщелачивание за счет большего увлажнения профиля почвы и выноса солей щелочных и щелочноземельных металлов почвенными растворами.

PH CHANGES OF SOILS IN THE VOLGOGRAD REGION

M.A. Lazareva

Dokuchaev Central Soil Science Museum – branch of FSBSI FRC V.V. Dokuchaev

Soil Science Institute, margoflams@mail.ru

Abstract: For 220 years of using natural soil for arable land, alkalization occurred in the upper 5-20 cm of the soil. Alkalization occurred due to the pulling of salts to the upper part of the soil profile with an upward flow of moisture. Leaching occurred due to the planting of forest belts on arable soils at a depth of 20-50 (80) cm. Leaching occurred due to greater moistening of the soil profile and the removal of alkali and alkaline earth metal salts by soil solutions.

Реакция среды (рН) является важным мониторинговым показателем. Данный параметр влияет на доступность макро- и микроэлементов, растворимость веществ, микробиологическую активность почвы, развитие и функционирование клеток корней растений, на катионнообменную емкость почв. Кроме этого показатель рН рекомендуется использовать в качестве основного бонитировочного признака при оценке свойств почв для качественной оценки земель сельскохозяйственного назначения [1].

Объекты и методы. В целях исследования были взяты пахотные почвы и лесные почвы полигона Козловской лесополосы (ПК), а также пахотные и лесные почвы полигона Белопрудского стационара (ПБП) и целинная почва, отобранная в условиях Козловской лесополосы. Пахотными почвами являлись аг-

рочерноземы текстурно-карбонатные, лесными почвами – черноземы текстурно-карбонатные постагрогенные, целинной – чернозем текстурно-карбонатный [2].

Цель исследования состояла в том, чтобы проследить, как изменилась реакция среды естественной почвы при распашке, а затем при посадке лесополосы. Почвы использовались под пашню 220 лет. Козловская лесополоса была посажена 125 лет назад, лесополоса Белопрудского стационара – 70 лет назад.

Реакция среды (рН) определялась потенциометрическим методом [3].

Результаты и обсуждения. pH_{H_2O} пахотных почв (рис. 1) изменяется в широком диапазоне от нейтрального (6,92) до сильнощелочного (8,77). pH_{H_2O} пахотных почв ПК (исключение р. 7.21) и ПБП закономерно увеличивается книзу. Наблюдается 3 зоны в характере распределения pH_{H_2O} (исключение р. 7.21): а) 5-40 см – равномерное распределение рН; б) 40-80 см – повышение рН; в) 80-140 – равномерное распределение рН. На глубине 5-30 см pH_{H_2O} пахотных почв ПК выше, чем pH_{H_2O} пахотных почв ПБП (pH_{H_2O} пахотных почв ПК на данной глубине варьирует от 7,35 до 8,22, pH_{H_2O} пахотных почв ПБП – от 6,92 до 7,49). На глубине 50-70 см значения pH_{H_2O} пахотных почв ПК, напротив, ниже, чем pH_{H_2O} пахотных почв ПБП (pH_{H_2O} пахотных почв ПК варьирует от 7,4 до 8,33, pH_{H_2O} пахотных почв ПБП – от 8,16 до 8,48). На глубине 80 см pH_{H_2O} всех разрезов сравнивается. Глубина появления легкорастворимых солей у пахотных почв ПБП выше, чем у ПК, и начинается с 40-50 см против 60-70 см (исключение составляет р. 7.21 ПК, где легкорастворимые соли появляются уже на глубине 10-20 см).

pH_{H_2O} целинной почвы по сравнению с пахотными почвами ПК и ПБП изменяется в более широком диапазоне от слабокислого (6,43) до сильнощелочного (8,87). На глубине 5-20 см в пахотных почвах по сравнению с целинной происходит подщелачивание (pH_{H_2O} пахотных почв варьирует от 6,92 до 8,22, pH_{H_2O} целинной почвы – от 6,43 до 6,7).

pH_{H_2O} лесных почв (рис. 2) изменяется в широком диапазоне от слабокислого (5,93) до сильнощелочного (8,71). В характере распределения pH_{H_2O} выде-

ляется 3 зоны: а) 5-20 см – понижение рН вследствие выщелачивания; б) 20-60 см – повышение рН; в) 60-100 см – равномерное распределение рН. Значения pH_{H_2O} лесных почв ПБП на глубине 30-50 см выше, чем pH_{H_2O} лесных почв ПК, что коррелирует с содержанием CO_2 карбонатов и легкорастворимых солей (pH_{H_2O} лесных почв ПБП на данной глубине варьируют от 6,75 до 8,47, pH_{H_2O} лесных почв ПК – от 5,93 до 6,87) Глубина появления легкорастворимых солей лесных почв ПБП выше по сравнению с ПК и начинается с 40-50 см против 60-70 см.

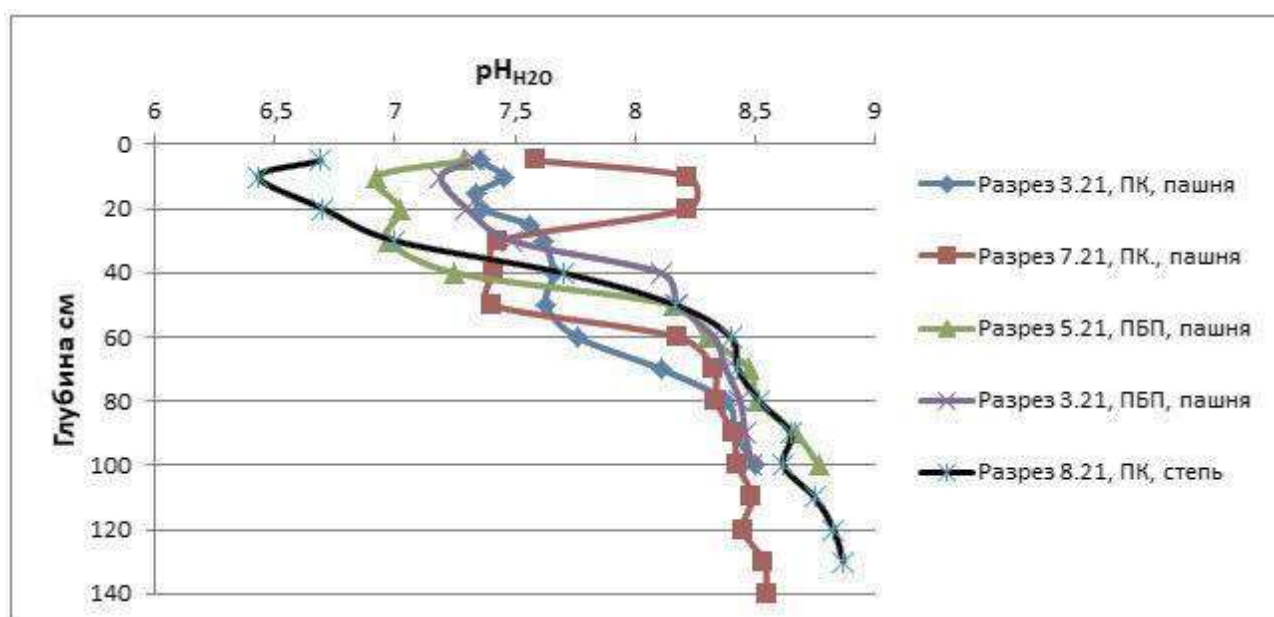


Рис. 1. Изменение pH_{H_2O} пахотных почв ПК и ПБП по сравнению с целинной почвой

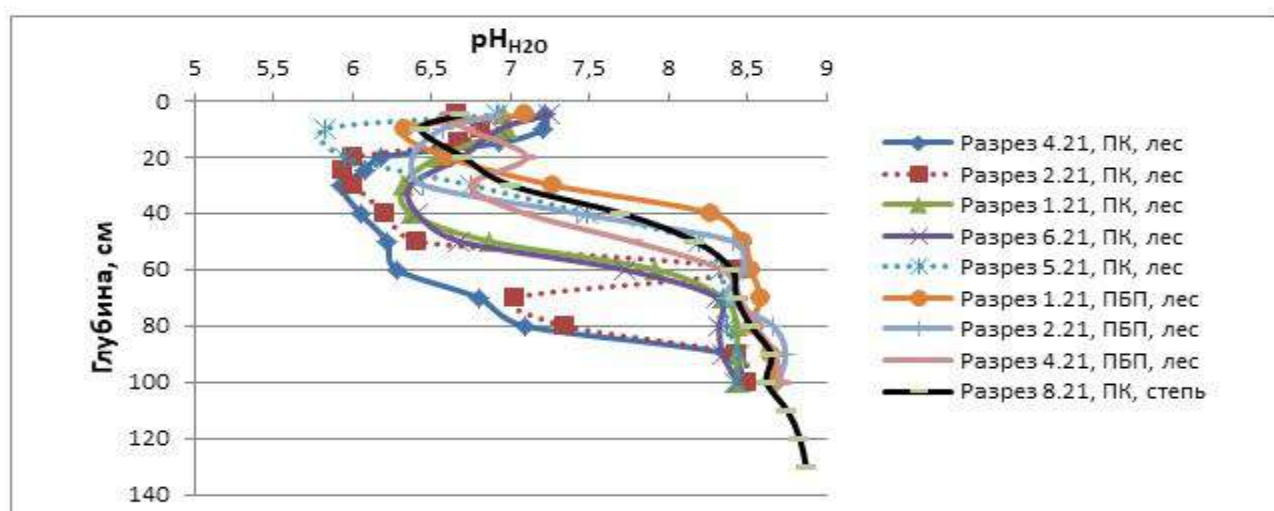


Рис. 2. Изменение pH_{H_2O} лесных почв по сравнению с целинной почвой

pH_{H_2O} целинной почвы, как и pH_{H_2O} лесных почв, изменяется в широком диапазоне от слабокислого (6,43) до сильнощелочного (8,87). На глубине 5 см pH_{H_2O} лесных почв выше, чем целинной (pH_{H_2O} лесных почв на данной глубине варьирует от 6,93 до 7,22, pH_{H_2O} целинной почвы составляет 6,69). С глубины 20 см до 50-80 см в лесных почвах по сравнению с целинной pH_{H_2O} ниже, т.к. идет выщелачивание (pH_{H_2O} лесных почв на данной глубине варьирует от 5,93 до 7,35, pH_{H_2O} целинной почвы – от 6,7 до 8,52).

Выводы

1. В характере распределения pH_{H_2O} как пахотных, так и лесных почв наблюдается по 3 зоны. В пахотных почвах наблюдаются зоны: а) 5-40 см – равномерное распределение pH ; б) 40-80 см – повышение pH ; в) 80-140 – равномерное распределение pH . В лесных почвах зоны: а) 5-20 см – понижение pH вследствие выщелачивания; б) 20-60 см – повышение pH ; в) 60-100 см – равномерное распределение pH .

2. Глубина появления легкорастворимых солей лесных и пахотных почв ПБП выше по сравнению с ПК и начинается с 40-50 см против 60-70 см. Глубина выщелачивания почвенного профиля от солей ПК выше, чем ПБП, и составляет 40-60 см против 10-30 см.

3. На глубине 5-20 см в пахотных почвах по сравнению с целинной и с лесными почвами значения pH_{H_2O} выше, т.к. в пахотных почвах происходит подщелачивание (pH_{H_2O} пахотных почв варьирует от 6,92 до 8,22, pH_{H_2O} целинной почвы – от 6,43 до 6,70, pH_{H_2O} лесных почв от 5,95 до 7,24). Подщелачивание происходит за счет подтягивания солей к верхней части профиля почвы с восходящим током влаги. На глубине 20-50 (80) см в лесных почвах по сравнению с целинной значения pH_{H_2O} ниже, т.к. в лесных почвах идет выщелачивание (pH_{H_2O} лесных почв варьирует от 5,93 до 7,35, pH_{H_2O} целинной почвы – от 6,7 до 8,52). Выщелачивание происходит за счет большего увлажнения профиля почвы и выноса солей щелочных и щелочноземельных металлов почвенными растворами.

Библиографический список

1. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. 2012. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Тула, Гриф и К, 124.
2. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 341 с.
3. Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Федорова Н.Н. Химический анализ почв. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та. 1995. – 263 с.

УДК 631.412

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НЕПОЛНОРАЗВИТЫХ ПРОФИЛЕЙ ПОЧВ ПЛАКОРОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Т.А. Марон, А.В. Родикова, Е.В. Каллас
НИ Томский ГУ, РФ, t-nov-a@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности формирования и основные свойства неполноразвитых почв плакоров Ширинской степи (Чулымо-Енисейская котловина, Минусинская впадина). Отмечена вариабельность изучаемых параметров, зависящих в значительной степени от положения в рельефе, климатогенного фактора и ряда других экологических агентов. Для почв характерно высокое содержание гумуса, наличие карбонатов по всему профилю (в мучнистой форме и корочек на литоморфах), небольшая мощность почвенной толщи, обилие щебнистого материала.

PECULIARITIES OF THE FORMATION OF INCOMPLETELY DEVELOPED SOIL PROFILES OF PLACORS IN THE STEPPE ZONE OF THE CHULYMO-YENISEI BASIN

T.A. Maron, A.V. Rodikova, E.V. Kallas
Tomsk State University, Russia, t-nov-a@yandex.ru

Abstract. The peculiarities of formation and basic properties of incompletely developed soils of Shirin steppe plateaus (Chulymo-Yenisei basin, Minusinsk depression) are considered. The variability of the studied parameters, depending largely on the position in the relief, climatogenic factor, and a number of other environmental agents, was noted. The soils are characterized by high humus content, the presence of

carbonates throughout the profile (in powdery form and crusts on lithomorphs), a small thickness of the soil column, and abundance of crushed material.

Согласно классификации [1], к неполноразвитым почвам относят объекты, представленные усеченным набором горизонтов профиля. На степной территории Чулымо-Енисейской впадины они обычно приурочены к повышениям рельефа в основном массиве зональных типов, как правило, занимая вершины холмов, сопков, крутые склоны куэст и другие элементы земной поверхности, лишенные по различным причинам рыхлого плаща осадочных отложений. Однако эти природные системы могут быть образованы и на пониженных участках, при близком залегании коренных пород, или при проявлении процессов денудации в недалеком геологическом прошлом. Развитие их происходит, главным образом, под сообществами петрофитов и ксерофитов.

Объектами исследования послужили молодые межгорно-равнинные почвы Ширинской степи, формирующиеся по зональному типу. Для характеристики объектов использованы общепринятые в почвоведении методы и методики [2].

Из общих особенностей изученных почвенных тел можно отметить наличие солей угольной кислоты с поверхности, небольшую мощность почвенной толщи местами с выраженными нарушениями профиля. Под дерниной, как правило, залегает переходный горизонт, или порода различной степени выветрелости. Характерным является наличие значительного количества обломочного каменистого материала.

Установлено, что по гранулометрическому составу исследуемые природные системы относятся к легко- и среднесуглинистым разновидностям, в их поверхностных горизонтах (Ad) преобладают, как правило, крупнопылеватые фракции в диапазоне значений около 28-40% и фракции среднего и мелкого песка (26-36%). Внутрипрофильное распределение гранулометрических частиц вариабельно, с высокой частотой характеризуется увеличением доли крупной пыли и снижением доли тонких фракций с глубиной. В почвах, формирующихся на вершинах водоразделов, заметно значительное содержание крупного пес-

ка по всему профилю с возрастанием его количеств к породе. Это, по-видимому, указывает на достаточно интенсивное преобразование подстилающего материала процессами физического разрушения.

Плотность сложения – показатель, достаточно редко определяемый для подобных объектов, что сопряжено с некоторыми методическими сложностями из-за скелетности толщи. Для поверхностных горизонтов почв автономных позиций значения колеблются от 1,03 до 1,39 г/см³, тогда как для подчиненных – 1,06-1,24 г/см³. В изучаемых подсистемах данный параметр вполне закономерно возрастает вниз по профилю (до 1,69 г/см³) и тесно связан с гранулометрическим и вещественным составом.

Для исследуемых объектов изучены некоторые параметры гумусового состояния. Установлено, к примеру, достаточно высокое содержание почвенного органического вещества, что объясняется сочетанием дернового почвообразовательного процесса со степным, а также обильным эоловым поступлением вещества [3]. Высоко гумусированы могут быть почвы как находящиеся в межсклоновых понижениях (до 9,26%), так и на вершинах водоразделов различного порядка (до 16,13%). Меньшее количество почвенного органического вещества (4,42% гумуса) характерно для объектов, приуроченных к склонам, особенно юго-западной экспозиции (крутые склоны куэст), что может быть связано со склоновыми процессами, дефляцией, более выраженной сухостью крутых наклонных поверхностей и обедненным составом разреженного растительного покрова.

Неполноразвитые почвы, сформированные на породах разного генезиса и состава (доломиты, туффиты вулканического происхождения, известяки бейской свиты), обнаруживают ряд общих свойств и характеристик гумусовых профилей: мощность гумусового слоя А+АВ составляет 20±1 см, распределение по профилю общего органического углерода имеет аккумулятивный характер; соотношение основных компонентов гумуса колеблется в узких пределах (С_к:С_{фк} – 1,5±0,1). Учитывая это, а также одинаковое положение почв в геоморфологическом профиле, можно полагать, что соотношение основных ком-

понентов гумуса обусловлено климатогенно. Т.е. в формировании гумусового профиля неполноразвитых почв более существенную роль играют климатические условия, а не литогенные свойства пород, что подтверждает закон о климатической конвергенции почвообразования (и гумусообразования), сформулированный И.А. Соколовым [4]. Гумусовый профиль можно охарактеризовать как слабо дифференцированный и монотонный.

Все изучаемые объекты содержат карбонаты ($0,6-32,2\% \text{CO}_2$) и вскипают от кислоты с поверхности. Максимум углекислых солей, как правило, приурочены к нижней части профиля, что связано с их наличием в почвообразующей породе, хотя встречаются варианты, когда скопление этих солей характерно для поверхностных горизонтов (AB_k), что уже, видимо, связано с процессами почвообразования и передвижением карбонатных солей внутри почвенного профиля. Чаще всего карбонаты встречаются в мучнистой форме и корочек на литоморфах.

Реакция среды слабощелочная и щелочная, обусловлена, вероятно, избытком содержания углекислоты карбонатов и/или составом легкорастворимых солей, в почвах, сформированных на выходах пород вблизи озерных побережий. Значения рН водной суспензии изменяются в пределах 7,40-9 единиц.

Таким образом, неполноразвитые степные почвы изучаемой территории имеют переменные свойства, зависящие в основном от их положения в рельефе (склон, позиция, экспозиция) и характера материнских пород.

Библиографический список

1. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: «Колос», 1977. – 221 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
3. Каллас Е.В. Гумусовые профили почв озерных котловин Чулымо-Енисейской впадины. – Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. – 170 с.
4. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1993. – 232 с.

**ДИНАМИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ
В КОРЕННЫХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСАХ
НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.Н. Никифоров, А.Г. Дюкарев, Н.В. Климова, С.Г. Копысов, Н.А. Чернова
ФГБУН Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, РФ, a.nik-n@mail.ru

Аннотация. В работе отражены основные механизмы и закономерности влияния сукцессий. Выделены важные сукцессионные стадии, влияющие на изменчивость и динамичность почв. Отмечены наиболее динамичные признаки и свойства, связанные с изменением структуры фитоценоза.

**DYNAMICS OF SOIL FORMATION IN PRIMARY DARK CONIFEROUS
FORESTS ON THE EXAMPLE OF THE TOMSK REGION**

A.N. Nikiforov, A.G. Dyukarev, N.V. Klimova, S.G. Kopysov, N.A. Chernova
Institute for Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS a.nik-n@mail.ru

Abstract. The paper reflects the main mechanisms and patterns of influence of successions. Important successional stages affecting the variability and dynamics of soils have been identified. The most dynamic features and properties associated with changes in the structure of phytocenosis are noted.

Современное состояние почв коренных темнохвойных лесов Сибири затрагивает различные аспекты и причины сукцессионной динамики. Естественные факторы, особенно в условиях активного влияния человека, накладываются как друг на друга, так и на антропогенные процессы, что затрудняет их четкое разграничение. В настоящий момент практически невозможно найти естественные таежные фитоценозы, эволюция которых была бы связана только с одним фактором. Вместе с тем отдельные компоненты ландшафта развиваются синхронно, а связь почва-растение (почва и напочвенный покров) имеет максимальную и более четко выраженную сопряженность.

Многие исследователи описывали в своих работах такое сопряжение при заболачивании ландшафтов [1], при деградации или смене структуры растительного покрова [2] и других как естественных, так и антропогенных процессах.

Наши исследования представляют динамические изменения свойств и признаков почв на различных стадиях восстановительных циклов коренных темнохвойных лесов, деградация которых связана с естественными факторами, в сочетании с наложенными на них разнонаправленными процессами.

Резкая смена видового состава растительного покрова и его продуктивности, а также замещение доминантов, сопровождается формированием ячеистой структуры типа «окно-дерево», в связи с деградацией и распадом древостоя. Образование в структуре лесного массива окна, как правило, сопровождается сменой таежного мелкотравья, более высокорослыми видами. Это приводит к увеличению продуктивности фитоценоза и последовательной смене морфологических признаков, а затем и отдельных химических и физико-химических показателей, в профилях распространенных, в районе исследования, дерновых глубокооподзоленных почв без признаков турбаций.

В период с 2018 по 2021 годы в пределах Томского района Томской области нами были проведены исследования и оценка состояния биогеоценозов на различных сукцессионных стадиях. Весь широкий спектр объектов был сгруппирован в пять категорий сукцессионной динамики: 1) начало деградации древостоя и первичные изменения в напочвенном покрове; 2) частичный или полный распад древостоя и выход яруса крупнотравья; 3) выход подроста лиственных пород на фоне высокопродуктивных напочвенных фитоценозов; 4) стадия зрелых лиственных лесов с темнохвойным подростом на фоне высокопродуктивных напочвенных фитоценозов; 5) формирование мертвопокровного или мелкотравного темнохвойного леса.

Отметим, что каждая из стадий влияет и очень тесно связана с климатическими факторами жизни растений, оценка которых в исследованиях учитывалась лишь по косвенным свидетельствам.

Ранее полученные нами результаты [3, 4], указывают на изменение наиболее динамичных показателей, напрямую связанных с изменениями структуры растительного сообщества.

Последовательный ряд, отраженный на рисунке 1, иллюстрирует динамические изменения как в растительном покрове, так и в морфологических признаках почв. В первом приближении четко прослеживается увеличение мощности грубогумусовых горизонтов и достижения пика аккумуляции мортмассы на стадии полной деградации древостоя. Следующие стадии сопровождаются трансформацией подстилки и миграцией границ как гумусоаккумулятивных, так и гумусово-элювиальных горизонтов.

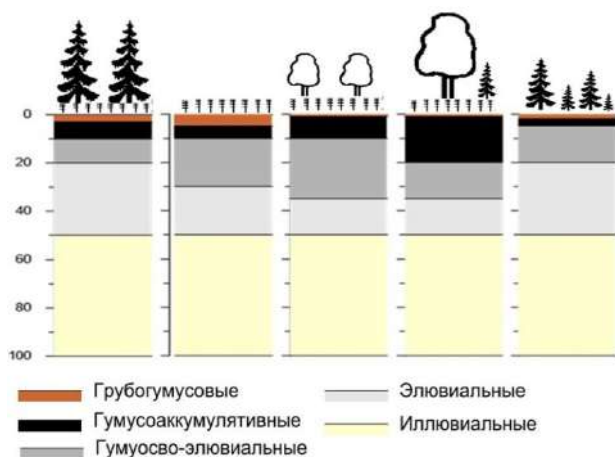


Рис. 1. Динамический ряд почвенно-растительных сукцессий

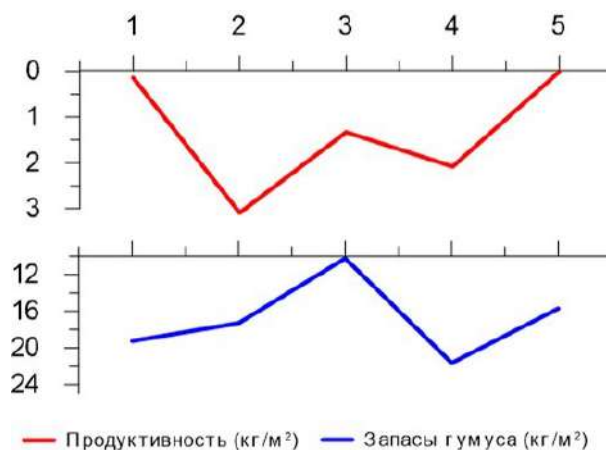


Рис. 2. Продуктивность надземной фитомассы и запасы гумуса в последовательном ряду

На стадии формирования коренного темнохвойного леса гумусовый профиль довольно резко деградирует и возвращается к типичному зональному, характеризующемуся маломощной подстилкой и образованием тонкой прослойки, собственно гумусоаккумулятивного горизонта, а в профиле преобладают признаки элювиирования.

По соотношению продуктивности фитомассы и запасам гумуса в верхнем полуметре можно проследить общую тенденцию (рис. 2), обусловленную сменной напочвенного покрова и флуктуациями состава элементов-биогенов (Н, С, N) и элементов-биофилов (К, Р, Са, Mg, Mn). В связи с этим даже при условии активного выноса большей части элементов из почвенного профиля, по интенсивности отбеления верхней части профиля, можно выявить этапы изменения напочвенного покрова, выраженные в динамичности гумусообразования.

Таким образом, сукцессии затрагивают преимущественно верхние горизонты почвенного профиля, слабо проникая и затрагивая нижнюю часть почвенной толщи. Трансформация поверхностных горизонтов проявляется в совокупности изменяющихся признаков и свойств. Наиболее динамичны – структурно-морфологические и те из них, которые связаны с динамикой органического вещества. В этом ключе выводы о том, что богатство почв запускает механизм биогенных сукцессий, не соответствует действительности, т.к. только совокупность факторов накопления рисков приводит к резким и серьезным изменениям биогеоценоза.

Библиографические источники

1. Пологова Н.Н. Сопряженные ряды почв заболоченных ландшафтов / Н.Н. Пологова. Новосибирск: ВО «Наука». Сиб. издат. фирма, 1993. – 169 с.
2. Сукцессии и биологический круговорот / А.А. Титлянова, Н.А. Афанасьев, Н.Б. Наумова [и др.]. Новосибирск: ВО «Наука». Сиб. издат. фирма, 1993. – 157 с.
3. Технологии мониторинга пихтовых лесов в зоне инвазии уссурийского полиграфа в Сибири. Методическое пособие / С.А. Кривец, Бисирова Э.М., Волкова Е.С. [и др.]. Томск: УМИУМ, 2018. – 74 с.
4. Сукцессионная динамика почвообразования в пихтовых лесах юга Западной Сибири / А.Н. Никифоров, А.Г. Дюкарев, Н.В. Климова, [и др.] // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Иркутск, 23-29 августа 2021г. – Иркутск, 2021. – С.154-158.

**СПЕЦИФИКА СТЕПНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ
НА ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ (ПОДНОЖИЕ ВОСТОЧНОГО
МАКРОСКЛОНА КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ, ХАКАСИЯ)**

А.В. Родикова, С.П. Кулижский

Томский государственный университет, РФ, rodikovaav@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены локальные особенности формирования почв при озерных понижениях степей Хакасии. Отмечено специфическое влияние эолового и делювиального факторов почвообразования, что приводит к возникновению сложных полигенетических почв.

**SPECIFICS OF STEPPE SOIL FORMATION
ON LAKE SEDIMENTS (FOOT OF THE EASTERN MACROSLOPE
OF KUZNETSK ALATAU, KHAKASIA)**

A.V. Rodikova, S.P. Kulizhskiy

Tomsk State University, rodikovaav@mail.ru

Abstract. The local features of the formation of the soils of the lake depressions of the steppes of Khakasia are considered. The specific influence of wind and deluvial factors of soil formation is noted, which leads to the emergence of complex polygenetic soils.

Отложения озерного генезиса, ввиду достаточно широкого распространения лимнических систем на территории степей левобережья Енисея (респ. Хакасия), весьма активно включаются в почвообразовательные процессы, при этом существует ряд особенностей почвенных тел, формирующихся в условиях своеобразного экотона «озеро-суша».

Для выявления специфики формирования почв побережий озер использованы полевые и лабораторно-аналитические методы, общепринятые в почвоведении. Объектами исследования послужили солончаки гидроморфные (11 объектов, 74 образца) прибрежной полосы минерализованных озер степей Хакасии (Ширинской, Койбальской).

Полигенетичность профилей прибрежных почв является, несомненно, их визитной карточкой. Ввиду непрекращающейся циклической динамики площадей акваторий процесс почвообразования постоянно прерывается отложениями

свежих порций осадка. Тем не менее водно-аккумулятивные седименты не являются исключительно результатом аквального осадконакопления, они всегда содержат продукты почвообразования и выветривания, перемещенные в подчиненные позиции с автономных. Эолово-озерно-аллювиальные осадки (с возможным участием делювиальных) могут быть вовлечены в почвообразование с разной напряжённостью, от стабилизации дневной поверхности вплоть до его прерывания, формируя слоистые отложения и погребенные горизонты. На процессы седиментогенеза активно налагаются процессы увлажнения-иссушения, замерзания-оттаивания, что формирует местами специфичные рисунки профилей с криогенными выдавливаниями, заклинками и трещинами, заполненными материалом из верхних горизонтов.

Влияние эолового фактора на формирование почв описываемой территории сложно переоценить. Спускаясь на дно впадин со значительной скоростью, нагретые и сухие фёны оказывают иссушающее действие (рис.). Кроме стекающих с горных систем воздушных масс, наблюдаются местные ветры, формирующиеся вследствие разницы температур на залесенных склонах гор и открытых пониженных участках, особенно осенью и весной, вызывая пыльные бури с высотой пылевого столба до 1,5-2,0 км, при этом мощность разово аккумулярованных наносов может достигать 25 см, а сносимого ветром материала – несколько сантиметров. Не исключены и варианты интенсивной зимней дефляции [1].

Локально, ввиду особенностей форм земной поверхности степей (наличия холмов, гряд, куэст), а местами деятельности человека, на ветровое и водное накопление седиментов налагаются склоновые процессы макро- и мезомасштабов, влияние которых отмечено еще в середине XX века, как фактора, способствующего аномальному росту профилей степных почв вверх (включая зональные типы) [2].

В ходе исследований выявлена значительная вариабельность почвенных параметров изучаемых объектов (табл.). Реакция среды, в зависимости от содержания карбонатов и ассортимента легкорастворимых солей, колеблется от

7,00 до 9,78 ед. Особенностью состава обменных оснований является частое превышение ионов Mg^{2+} над Ca^{2+} (средние значения (\bar{X}): 19,25:6,27 ммоль/100 г почвы), этот факт, как правило, связывают с особенностями почвообразующих пород территории и гидроморфизмом солончаков. Локализация максимума водорастворимых соединений (max содержание 8,22%), как правило, связана с динамикой озерных вод на момент вскрытия почвенных профилей.

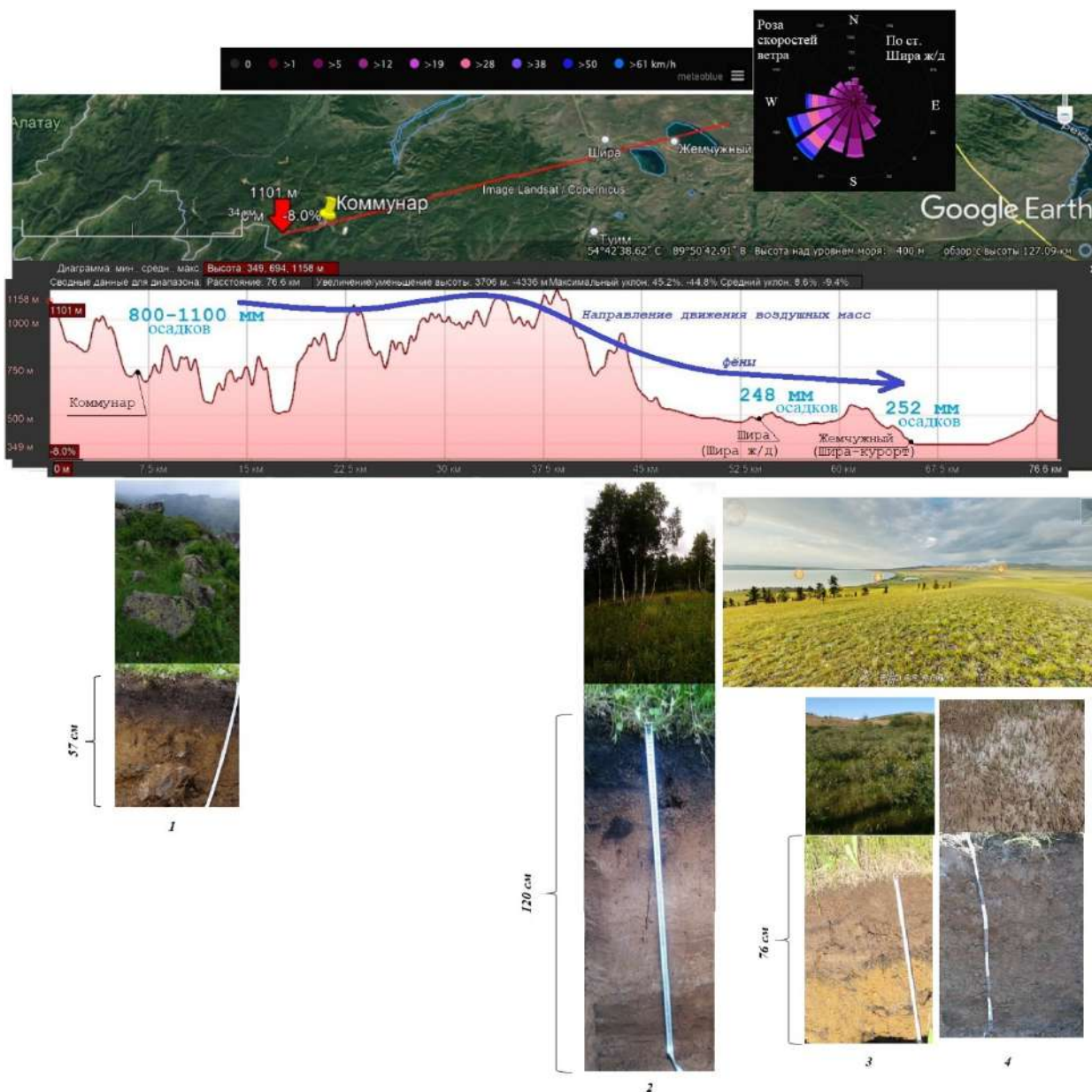


Рис. Комплексный профиль по линии метеостанций Коммунар-Ши́ра-курорт¹:
 1 – горно-луговая альпийская (~ 1700 м над у/м); 2 – чернозем обыкновенный (~730 м); 3 – лугово-болотная (~550 м); 4 – солончак гидроморфный (~372 м)

¹Сост. по: [3]; [4]; [5]; [6]; фотоматериалы ВКР обучающихся направления подготовки 06.03.02 Почвоведение ТГУ.

Таблица – Некоторые химические свойства гидроморфных солончаков

| Гумус, % | | | CO ₂ карб., % | | | SO ₄ ²⁻ , % (гипс) | | | ЕКО, ммоль/100 г | | |
|----------|------|-----------|--------------------------|-------|-----------|--|------|-----------|------------------|-------|-----------|
| min | max | \bar{X} | min | max | \bar{X} | min | max | \bar{X} | min | max | \bar{X} |
| 0,13 | 4,00 | 1,05 | 0,30 | 13,00 | 4,08 | 0,00 | 6,52 | 1,73 | 2,40 | 34,82 | 16,14 |

Таким образом, спецификой формирования изучаемых почв и их свойств является наложение на базовые факторы почвообразования целого комплекса локальных агентов, в результате чего появляются исключительно сложные природные тела, понимание генезиса и функционирования которых по сути требует от исследователей комбинаторного мышления и привлечения методов различных областей знаний.

Библиографический список

1. Периоды усиления эрозионных процессов при освоении целинных и залежных земель на юге Средней Сибири / Е.Я. Чебоцаков и др. // Вестник КрасГАУ. – 2018. - №3. – С. 223-228.
2. Танзыбаев М.Г. Почвы Хакасии. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. – 256 с.
3. Гавлина Г.Б. Климат Минусинской впадины // Труды Южно-енисейской комплексной экспедиции. – Вып. III. – Природные условия Минусинской впадины (Климат и геоморфология) / Отв. ред. Д.И. Щербаков. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 126 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Красноярский край, Тувинская АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – Вып. 21. – Книга 1. – 557 с.
5. Виртуальные туры по заповеднику // Заповедник Хакасский: сайт. – URL: <https://zapovednik-khakassky.ru/zapovednik-xakasskij/360tours.html> (дата обращения: 13.12.2021).
6. meteoblu.com : сайт. – URL: meteoblu.com (дата обращения: 27.11.2021).

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ МИКРОЗАПАДИН В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О.И. Сапрыкин

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, РФ, saprykin@issa-siberia.ru
Институт водных и экологических проблем СО РАН, РФ*

***Аннотация.** В трех геоморфологических районах лесостепной зоны юго-восточной части Западной Сибири изучены почвы микрозападин под лесной растительностью. По данным морфологических описаний определена суммарная мощность органогенных и элювиальных горизонтов. По мере усиления гумидности климата, при продвижении с юго-запада на северо-восток и смене геоморфологических районов, наблюдается увеличение средней мощности органогенной и элювиальной толщи, при этом отмечается увеличение вариативности данных показателей, что говорит об увеличении количества факторов, влияющих на исследуемые параметры.*

CHANGES IN MORPHOMETRIC PARAMETERS OF SOILS OF MICROHOLLOWS IN VARIOUS GEOMORPHOLOGICAL AREAS OF THE SOUTHEASTERN PART OF WESTERN SIBERIA.

O.I. Saprykin

*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, saprykin@issa-siberia.ru
Institute for Water and Environmental Problems SB RAS*

***Abstract.** In three geomorphological regions of the forest-steppe zone of the southeastern part of Western Siberia, the soils of microhollows under forest vegetation were studied. According to morphological descriptions, the total thickness of organic and eluvial horizons was measured. As the climate becomes more humid, when moving from the southwest to the northeast and changing geomorphological regions, an increase in the average thickness of the organogenic and eluvial strata observed alongside an increase in the variability of these parameters, which indicates an increase in the number of factors affecting the studied parameters.*

Микрозападины, занятые березовыми или березово-осиновыми лесами, имеют широкое распространение на территории лесостепной зоны Западной Сибири [1]. Почвы микрозападин могут различаться между собой по формирующим их процессам: выщелачиванию, осолодению, оподзоливанию, поверхностному или грунтовому оглеению, однако все они относятся к отделу тек-

стурно-дифференцированных почв. Несмотря на то, что почвы микрозападин изучались во многих работах [2-4], исследований по изучению изменений морфометрических показателей почв микрозападин в широком географическом аспекте не проводилось.

Цель исследования: выявить изменения морфометрических свойств почв микрозападин под лесной растительностью в местах их распространения в геоморфологических районах юго-восточной части западной Сибири.

В качестве объектов исследования выступают 13 полнопрофильных разрезов (рис. 1), заложенных в микрозападинах под лесной растительностью, на территории Северной Кулунды (P1-3), Барабинской низменности (P5, P6, P9, P11, P13) и Приобского плато (P7, P8, P15, P19, P21).

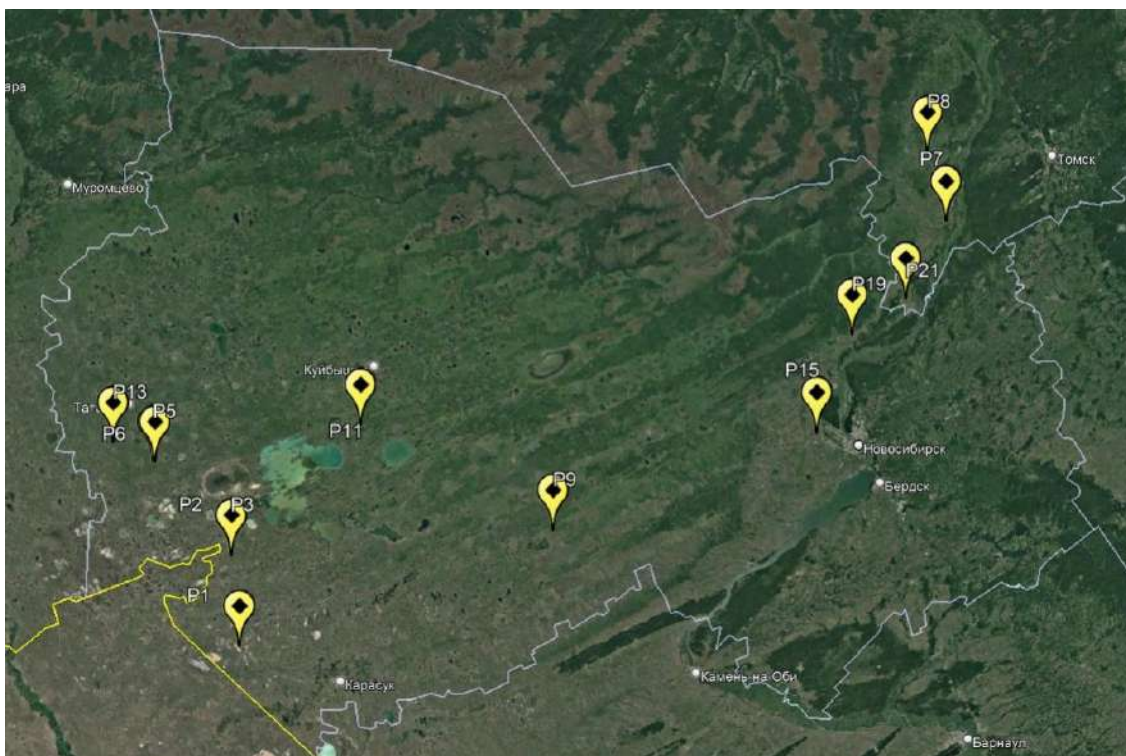


Рис. 1. Карта-схема расположения объектов исследований

Составление морфологических описаний, определение классификационной принадлежности, а также разделение почвенных горизонтов на органогенные и элювиальные проводилось в соответствии с Классификацией почв России [5] и Полевым определителем почв [6]. При расчете мощности органогенной толщи учитывались общая мощность горизонтов, относящихся к поверхностным гумусовым и органогенным по [5]. Элювиальная толща представляет со-

бой совокупность горизонтов, относящихся, согласно классификации [5], к элювиальным. Были рассчитаны средние значения мощности исследуемых морфометрических параметров и пределы их варьирования в геоморфологических районах.

Установлено, что средняя мощность органогенного слоя почв микрозападин при смене геоморфологических районов увеличивается от 6,7 см в Северной Кулунде до 12,4 см в Барабинской низменности и 16,2 см в Приобском плато. Вместе с этим увеличивается и вариативность данного показателя от 5 до 9 и 19 см соответственно (рис. 2).

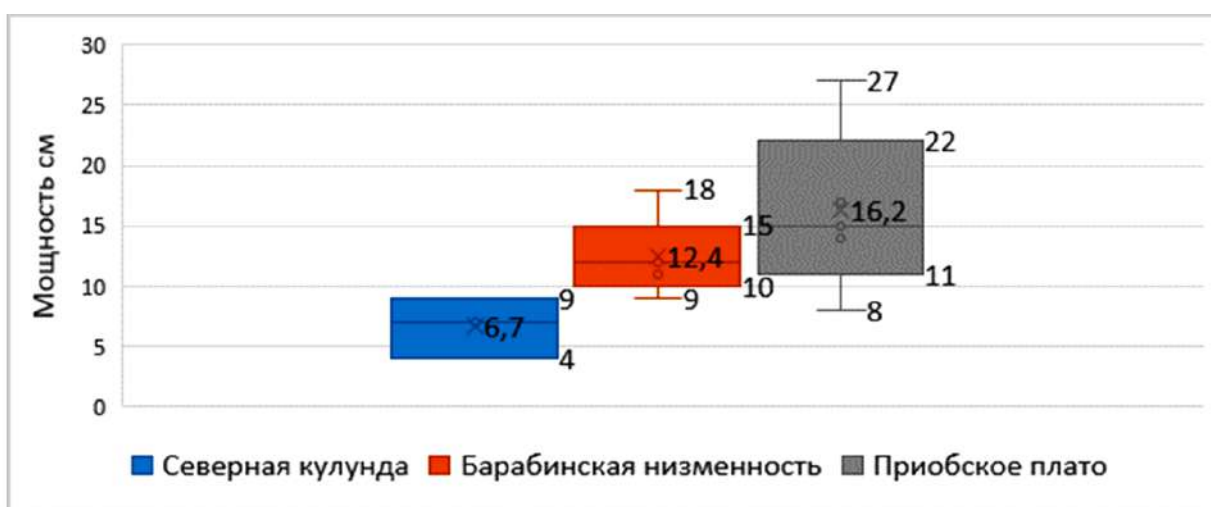


Рис. 2. Мощность органогенной толщи в почвах микрозападин различных геоморфологических районов

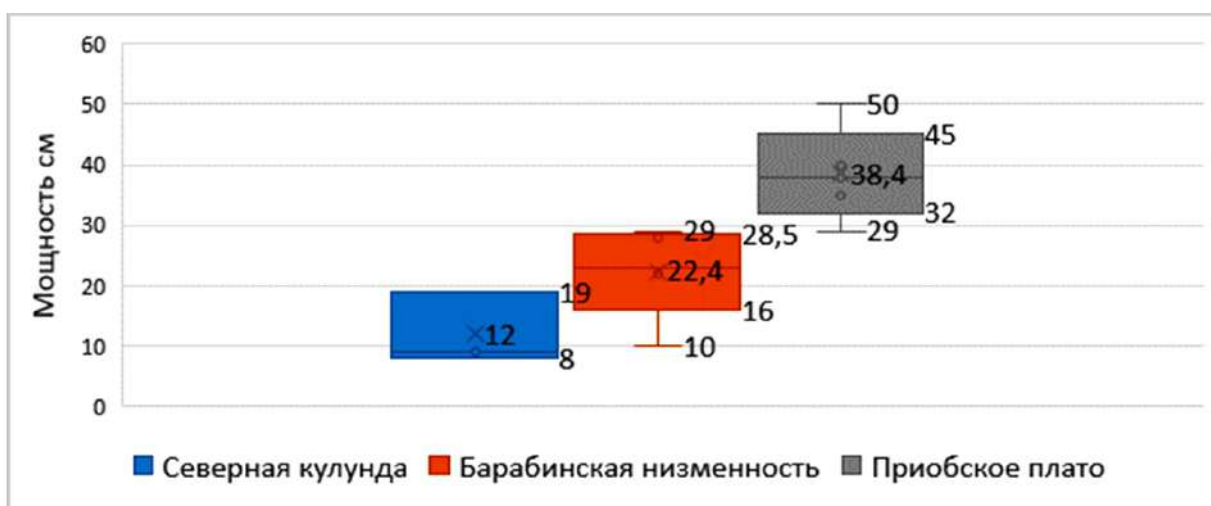


Рис. 3. Мощность элювиальной толщи в почвах микрозападин различных геоморфологических районов

Статистическая обработка данных показала постепенное увеличение мощности элювиальной толщи в различных геоморфологических районах. Так, средние значения для Северной Кулунды составляют 12 см и увеличиваются до 22,4 и 38,4 см в Барабинской низменности и Приобском плато соответственно. Разброс данных увеличивается от 9 до 19 и 21 см соответственно.

Наибольшая мощность органогенной толщи для каждой из групп наблюдается в разрезах P2, P11 и P21, расположенных на наиболее дренируемых участках.

Наибольшая мощность элювиальной толщи, соответственно, и выраженность элювиальных процессов, для каждого геоморфологического района наблюдаются в разрезах P1, P5 и P21, что объясняется более легким гранулометрическим составом в P1 и выраженностью микрорельефа для P5 и P21, способствующего накоплению и перераспределению атмосферных осадков в зимний и весенний периоды.

Средняя мощность как органогенной, так и элювиальной толщи, а вместе с этим и интенсивность формирующих их процессов (гумусообразования, элювиирования, осолодения и лессиважа) различается по геоморфологическим районам и изменяется при смене климатических условий с юго-запада на северо-восток. Увеличение же вариативности значений этих показателей говорит об увеличении количества факторов, влияющих на исследуемые параметры.

Работа выполнена по государственному заданию ИПА СО РАН и по государственному заданию ИВЭП СО РАН.

Библиографический список

1. Генезис, эволюция и география почв Западной Сибири / И.М. Гаджиев, В.М. Курачев, В.Н. Шоба и др. – Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1988. – с. 223
2. Зайдельман Ф.Р. Солоди Барабинской низменности и Приобского плато: свойства, генезис, методы диагностики / Ф.Р. Зайдельман, Е.Ю. Пахомова, М.Т. Устинов // Почвоведение. – 2010. – №10. – С. 1155-1170.

3. Сапрыкин О.И. Сравнительная характеристика агрохимических свойств почв в агроландшафтах с западным микрорельефом / О.И. Сапрыкин, Г.А. Конарбаева, Б.А. Смоленцев // Агрохимия. – 2020. – № 10. – С. 15-19.
4. Смоленцев Б.А. Влияние почв микрозападин на структуру агроландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири / Б.А. Смоленцев, О.И. Сапрыкин, Н.А. Соколова, Н.В. Елизаров // Сибирский вестник сельскохозяйственных наук. – 2017. – №6 (48). – С. 11-18.
5. Полевой определитель почв. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
6. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

УДК 631.445

ПОЧВЕННЫЕ КАТЕНЫ НА ПРОДУКТАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ПЛОТНЫХ ПОРОД В СТЕПНОМ АЛТАЕ

Е.Н. Смоленцева

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, РФ, parabraunerde@rambler.ru

***Аннотация.** Рассматриваются состав и свойства почв, формирующихся на элюво-делювии различных коренных пород под естественной растительностью на Предалтайской равнине. Определена классификационная принадлежность этих почв. Установлено, что состав коренных пород в значительной степени определяет состав и свойства минеральной части почв, в меньшей степени – состав органической субстанции.*

SOIL CATENES ON WEATHERING PRODUCTS OF ROCKS IN THE STEPPE ALTAI

E.N. Smolentseva

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, parabraunerde@rambler.ru

***Abstract.** The composition and properties of soils formed on eluvial-colluvium of different bedrocks under natural vegetation on the Pre-Altai plain are considered. The classification of these soils has been determined. It has been established that the*

composition of bedrocks largely determines the composition and properties of the mineral part of soils, to a lesser extent – the composition of organic matter.

В степных предгорьях Алтая на элюво-делювии коренных пород палеозойского возраста формируются специфические почвы. Под различными названиями они упоминались авторами уже в начале прошлого века [по 1]. Позднее Б.Ф. Петров [2] охарактеризовал их как горно-степные почвы, а И.И. Карманов [1] – как горные чернозёмы. В прошлом веке почвообразование на коренных породах горных территорий считалось специфическим, а почвы выделялись в особые типы горных почв [3]. На предгорных равнинах такой педогенез рассматривался как аналог равнинного в рамках зональных или азональных типов почв [3]. В частности, на Предалтайской равнине такие почвы относили к неполноразвитым родам чернозёмов или к дерново-карбонатным почвам [1, 3]. В настоящее время эти объекты слабо изучены. Поэтому цель представленной работы – на основе современных представлений показать классификационный статус, свойства и особенности состава почв, сформированных на продуктах выветривания различных коренных пород в степных предгорьях Алтая.

Объекты и методы. Работы проводились на территории Предалтайской равнины в границах Алтайского края. Геоморфологически это волнистая равнина, на которой встречаются отдельные сопки и их группы, образованные выходами на поверхность метаморфических и магматических пород палеозойского возраста [4]. Естественная растительность, в зависимости от положения в рельефе, представлена петрофитными и настоящими разнотравно-ковыльными степями. Зональными почвами являются чернозёмы миграционно-мицелярные и дисперсно-карбонатные. Были изучены почвы, сформированные на элюво-делювии наиболее распространённых палеозойских пород: лимонитизированных известняков (катена 1; разрезы 1-10, 1-11, 1-12), гранитов (катена 3; разрезы 3-11, 3-12) и вулканических туфов (катена 4, разрез 4-10, 4-11, 4-12). Почвы диагностировались по [5]. Определение свойств почв проводилось по общепринятым в почвоведении методам [6].

Результаты и их обсуждение. Установлено, что изученные объекты относятся к двум стволам: постлитогенному (литозёмы и органо-аккумулятивные почвы) и стволу первичного почвообразования (слаборазвитые почвы) (табл. 1).

Таблица 1 – Классификационная принадлежность и формула профиля почв

| Номер разреза | Формула профиля | Тип, подтип почвы | Отдел |
|---------------|-----------------|--|-----------------------|
| 1-10 | W-Mca | Карбопетрозём гумусовый типичный | Слаборазвитые |
| 1-11 | AUca-Mca | Карболитозём тёмногумусовый типичный | Литозёмы |
| 1-12 | AUca-Cca-Mca | Тёмногумусовая остаточно-карбонатная | Органо-аккумулятивные |
| 3-11 | AU-Cm-M | Литозём тёмногумусовый метаморфизованный | Литозёмы |
| 3-12 | AU-Cmic-M | Тёмногумусовая метаморфизованная | Органо-аккумулятивные |
| 4-10 | W-Mic-M | Петрозём гумусовый натёчно-карбонатный | Слаборазвитые |
| 4-11 | AU-M | Литозём тёмногумусовый типичный | Литозёмы |
| 4-12 | AU-AUbc-Cbc-M | Тёмногумусовая типичная | Органо-аккумулятивные |

Петрозёмы состоят из горизонта W, лежащего непосредственно на плотной породе, и формируются на вершинах и верхних частях склонов сопок. Литозёмы и тёмногумусовые почвы приурочены к средним и нижним частям их склонов, где увеличивается мощность мелкозёма. Профиль этих почв состоит из тёмногумусового горизонта AU. Отличаются литозёмы и тёмногумусовые почвы мощностью рыхлой толщи, которая у первых не превышает 30 см. Также для тёмногумусовых почв характерна значительная мощность (50-60 см) горизонта AU. Срединный горизонт B как самостоятельное генетическое образование не выражен. Диагностически значимой морфологической особенностью, зависящей как от состава и свойств исходной породы, так и от специфики педогенеза, является распределение по профилю карбонатов и форма их выделения. Были обнаружены две основные формы аккумуляции педогенных карбонатов: в виде натёчных образований на нижних поверхностях обломков плотных пород (ic) и диффузно-рассеянные в мелкозёме (bc). Изучение почв показало различное влияние на них почвообразующей породы (ПП). Почвы катены 1, сформированные на продуктах выветривания известняков, тяжелосуглинистые во всех

горизонтах, за исключением карбопетрозёма (табл. 2). Почвы на делювии гранитов преимущественно легкосуглинистые, на туфах – среднесуглинистые.

Таблица 2 – Свойства почв Предалтайской равнины

| Горизонт | Глубина образца, см | pH водной суспен. | Сорг., % | C/N | Обменные катионы, мг-экв на 100 г почвы | | | Ca-CO ₃ , % | Физ. глина, % | Сгк/Сфк |
|---|---------------------|-------------------|----------|-----|---|------------------|-------|------------------------|---------------|---------|
| | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Сумма | | | |
| Разрез 1-10. Карбопетрозём гумусовый типичный | | | | | | | | | | |
| W | 0-4 | 7,3 | 9,54 | 30 | 50,0 | 1,7 | 52,3 | 18,5 | 25,8 | 0,9 |
| Разрез 1-11. Карболитозём тёмногумусовый типичный | | | | | | | | | | |
| AUca | 0-10 | 7,3 | 3,42 | 12 | 42,7 | 1,1 | 44,2 | 16,5 | 48,6 | 0,9 |
| AUca | 10-20 | 7,3 | 2,60 | 10 | 33,4 | 0,9 | 34,5 | 18,9 | 45,4 | 0,6 |
| Разрез 1-12. Тёмногумусовая остаточно-карбонатная | | | | | | | | | | |
| AUca | 0-10 | 7,3 | 3,53 | 11 | 32,3 | 1,1 | 33,7 | 14,3 | 51,9 | 1,6 |
| AUca | 12-22 | 7,3 | 3,89 | 15 | 35,5 | 1,0 | 36,8 | 15,1 | 54,0 | 0,8 |
| AUca | 40-50 | 7,5 | 1,57 | 7 | 26,0 | 0,8 | 27,0 | 23,3 | 45,9 | 0,6 |
| Cca | 60-70 | 7,6 | 0,35 | – | 19,3 | 0,6 | 20,1 | 27,7 | 40,8 | – |
| Разрез 3-11. Литозём тёмногумусовый метаморфизованный | | | | | | | | | | |
| AU | 0-10 | 5,9 | 3,18 | 12 | 25,3 | 3,6 | 29,2 | 0,5 | 25,4 | 0,6 |
| AU | 15-25 | 6,3 | 1,25 | 10 | 20,2 | 2,2 | 23,1 | 1,5 | 22,8 | 0,7 |
| Разрез 3-12. Тёмногумусовая метаморфизованная | | | | | | | | | | |
| AU | 0-8 | 5,7 | 3,50 | 13 | 23,4 | 4,1 | 27,9 | – | 35,2 | 0,9 |
| AU | 30-40 | 6,2 | 2,71 | 20 | 23,4 | 3,0 | 26,7 | – | 24,3 | 0,9 |
| AU | 40-50 | 7,1 | 1,59 | 11 | 24,0 | 2,5 | 26,8 | – | 20,8 | 1,1 |
| Cmic | 60-70 | 7,5 | 0,85 | 14 | 21,4 | 1,2 | 22,8 | 12,3 | 17,1 | 0,7 |
| Разрез 4-10. Петрозём гумусовый натёчно-карбонатный | | | | | | | | | | |
| W | 0-5 | 5,4 | 4,09 | | 12,7 | 18,3 | 31,6 | 4,5 | 58,3 | 0,7 |
| Разрез 4-10. Литозём тёмногумусовый типичный | | | | | | | | | | |
| AU | 0-8 | 6,0 | 4,39 | 13 | 22,7 | 4,5 | 27,5 | 2,5 | 42,9 | 0,7 |
| AU | 10-20 | 6,6 | 1,93 | 14 | 16,2 | 4,7 | 21,2 | 5,0 | 41,2 | 0,8 |
| Разрез 4-12. Тёмногумусовая типичная | | | | | | | | | | |
| AU | 0-5 | 6,4 | 5,02 | 15 | 22,7 | 3,3 | 26,7 | – | 38,4 | 0,9 |
| AU | 7-17 | 7,0 | 3,15 | 13 | 25,8 | 2,1 | 28,2 | – | 41,8 | 1,1 |
| AUbc | 34-44 | 7,7 | 1,68 | 12 | 18,7 | 2,2 | 21,3 | 7,4 | 33,4 | 1,0 |
| Cbc | 72-82 | 8,3 | 0,30 | - | 11,2 | 2,2 | 13,7 | 17,7 | 23,9 | 0,3 |

В почвах катены 1 более тяжёлый гранулометрический состав связан с тем, что в известняках крупные фракции мелкозёма менее устойчивы, чем в гранитах и туфах, и при выветривании быстрее пеллитизируются. Граниты и туфы содержат устойчивые к выветриванию зерна кварца, что увеличивает содержание песка и крупной пыли. Установлено влияние ПП и на реакцию среды почв. Так, слабощелочная реакция во всём профиле характерна для почв на продуктах выветривания известняков (табл. 2), что обусловлено присутствием в

субстрате литогенных карбонатов. Почвы на элюво-делювии гранитов и вулканических туфов имеют слабокислую реакцию в верхней части профиля, которая с глубиной подщелачивается. Все почвы характеризуются высокой суммой обменных катионов и сходны по их составу (табл. 2). Тёмногумусовый горизонт изученных почв характеризуется высоким содержанием гумуса. Распределение гумуса по профилю постепенно убывающее, характерна средняя обогащённость его азотом, а C/N значительно варьирует по профилю. Тип гумуса преимущественно гуматно-фульватный или фульватно-гуматный (табл. 2).

Заключение. Почвы, сформированные на продуктах выветривания коренных пород на Предалтайской равнине, согласно современным представлениям, относятся к типу тёмногумусовых почв, к отделу литозёмы или к слабо-развитым почвам. Химизм ПП влияет на классификационный статус почвы, определяя в слабо-развитых почвах и литозёмах типовую принадлежность, в тёмногумусовых – подтиповую. ПП оказывают влияние также на реакцию среды почв, на содержание и профильное распределение карбоната кальция и на гранулометрический состав. На содержание гумуса и на его свойства состав почвообразующих пород оказывает незначительное влияние.

Работа выполнена по государственному заданию ИПА СО РАН.

Библиографический список

1. Карманов И.И. Почвы чернозёмной зоны засушливой, умеренно-засушливой и луговой степи предгорных равнин, предгорий и низкогорий Алтая // Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР 1959. – С. 139–175.
2. Петров Б. Ф. Почвы Алтае-Саянской области. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 247 с.
3. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 224 с.
4. Горяинова О.П., Смеловская М.М., Стефанович Е.Н. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000, серия Алтайская, лист М-44-У. Объяснительная записка. – М.: Изд-во по геологии и охране недр, 1959. – 62 с.

5. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Изд-во «Ойкумена», 2004. – 342 с.
6. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 325 с.

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЧЕРНОЗЕМАХ КОЙБАЛЬСКОЙ СТЕПИ

В.З. Спирина, Т.Н. Белкина

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Российская Федерация, Spirina.pochva@mail.ru*

Аннотация. Влияние основных свойств почв на содержание и профильное распределение каждого изученного микроэлемента в черноземах Койбальской степи многофакторно. Выявлены особенности распределения цинка, меди, марганца и кобальта в профилях почв в зависимости, прежде всего, от интенсивности процессов почвообразования, величины рН, гранулометрических фракций, содержания карбонатов и гумуса.

CONTENT OF MICROELEMENTS IN THE CHERNOZEM OF THE KOIBAL STEPPE

V.Z. Spirina, T.N. Belkina

National Research Tomsk State University, Spirina.pochva@mail.ru

Abstract. The influence of the main properties of soils on the content and profile distribution of each studied trace element in the chernozems of the Koibalskaya steppe is multifactorial. The features of the distribution of zinc, copper, manganese and cobalt in soil profiles are revealed, depending, first of all, on the intensity of soil formation processes, pH value, granulometric fractions, carbonate and humus content.

Почвы являются важным компонентом наземных биоценозов в экосистеме, основным источником микроэлементов, а также барьером на пути передвижения загрязняющих веществ. Выявление факторов, влияющих на накопление микроэлементов в почвах, имеет большое значение при оценке плодородия почв. Недостаток микроэлементов, как и высокое содержание, может привести к заболеваниям и стать причиной гибели урожая [1].

Исследованная территория Койбальской степи в пределах центральной части Бейского района характеризуется распространением черноземов. Благо-

приятные климатические условия территории способствовали интенсивному использованию почв, что привело к снижению их плодородия.

Объектами исследования послужили обыкновенные и южные черноземы (постлитогенные аккумулятивно-гумусовые дисперсно-карбонатные) естественных ландшафтов. Для каждого подтипа почв характерно большое разнообразие родов, видов и разновидностей. Почвенные профили черноземов были вскрыты в разных частях пологих склонов южной и северо-западной экспозиций. Обыкновенные черноземы относятся к среднесплошным видам (45-56 см), южные – средне- и малосплошным.

Для определения свойств почв использовались общепринятые в почвоведении методы. Содержание подвижных форм микроэлементов определялось экстрагированием из почвы 1н ацетатно-аммиачным буфером с рН 4,8, с последующим определением атомно-абсорбционным методом [2].

По гранулометрическому составу обыкновенные черноземы являются среднесуглинистыми иловато-крупно-пылеватыми и иловато-мелко-песчаными. Крупной пыли содержится 25-54%, илистых частиц – 21-31%. Южные малосплошные черноземы относятся к легкосуглинистым с большим содержанием песчаных частиц (61-65%) и незначительным количеством ила. Среднесплошные виды являются тяжелосуглинистыми с преобладанием ила (24-33%) и мелкого песка. Обыкновенные черноземы среднегумусные (7,2-8,1%). Южные черноземы относятся к малогумусным видам (3,2-4,8%). Карбонатов в южных черноземах содержится от 2 до 11%, в обыкновенных – 0,3-7,5%. Реакция среды в обыкновенных черноземах близка к нейтральной, в южных рН по всему профилю слабощелочной и щелочной. В гумусовых горизонтах черноземов отмечается максимальная сумма обменных катионов (31,5-40,8 мг-экв/100 г почвы). В составе ППК преобладает кальций. Легкогидролизуемого азота в гумусовых горизонтах обыкновенных черноземов содержится 2,4-2,6 мг/100 г почвы, подвижного фосфора – 4,8-5,2 мг/100 г, южные черноземы обеспечены этими элементами в меньшей степени. В обыкновенных и южных черноземах калия содержится 13,1-18,2 мг/100 г почвы.

Для регулирования уровня микроэлементного питания большое значение имеет обеспеченность почв подвижными формами Mn, Cu, Co, Zn. Исследованные черноземы характеризуются низкими значениями подвижного марганца. Содержание его в гумусовых горизонтах обыкновенных (0,72-1,69 мг/100 г почвы) и южных (0,94-1,38 мг/100 г почвы) черноземов существенно не отличается. К материнской породе в обыкновенных черноземах происходит некоторое увеличение элемента, что связано с возрастанием значений pH и мелких частиц. В южных черноземах наибольшее количество марганца характерно для горизонтов максимального скопления карбонатов.

Медь в почвах образует различные комплексы с веществами почв [1]. Имеющиеся результаты многих исследователей относительно связи подвижной Cu со свойствами почв весьма противоречивы [3]. Некоторые данные ученых свидетельствуют о тесной зависимости распределения меди по профилю почв с гумусом, гранулометрическим составом, реакцией почв, а результаты других исследований такую связь не подтверждают. По количеству подвижной меди черноземы изученного района характеризуются низким содержанием элемента. В гумусово-аккумулятивных горизонтах и в нижней части почвенной толще обыкновенных и южных черноземов средняя величина подвижной меди одинаковая (0,01-0,03 мг/100 г почвы). Вероятно, содержание гумуса в данных почвах оказывает слабое влияние на подвижность меди. В средней части почвенных профилей происходит аккумуляция подвижных форм меди до 0,05-0,07 мг/100 г почвы, что обусловлено, возможно, наличием карбонатных геохимических барьеров. Вынос подвижных форм Cu за пределы профиля благодаря карбонатному экрану, видимо, исключен. Выявить влияние одного почвенного фактора на распределение меди невозможно, поскольку оно обусловлено многими свойствами почв.

Количество подвижных форм кобальта и их распределение в профиле почв определяется теми же факторами, что и у меди, но направленность и сила влияния несколько другие. Как отмечают многие исследователи, распределение подвижных форм кобальта по почвенному профилю находится в зависимости

от содержания гумуса и гранулометрического состава [3]. Однако такая связь проявляется не всегда. В черноземах исследуемой территории зависимость содержания подвижного кобальта от гумуса выражена слабо, тем не менее в обыкновенных черноземах кобальта содержится немного больше. В гумусовых горизонтах данного подтипа количество этого элемента составляет 0,006-0,008 мг/100 г почвы, в материнской породе – 0,002-0,004 мг/100 г почвы. В южных черноземах содержание подвижного кобальта по профилю практически не изменяется (0,004-0,006 мг/100 г почвы), и только в горизонтах скопления карбонатов отмечается его аккумуляция (0,012-0,014 мг/100 г почвы).

В исследованных черноземах прослеживается четкая зависимость содержания и профильного распределения подвижного Zn от величины гумуса. Больше всего Zn содержится в гумусовых горизонтах обыкновенных черноземов (0,051-0,058 мг/100 г почвы) и к материнской породе постепенно снижается до 0,018-0,023 мг/100 г почвы. Южные черноземы подвижным Zn обеспечены меньше: в гумусовых горизонтах – 0,017-0,025 мг/100 г почвы, в материнской породе – 0,004-0,007 мг/100 г почвы.

Таким образом, проведенные исследования, направленные на определение содержания и изучение распределения по профилю черноземов подвижных форм микроэлементов, позволили выявить их зависимость, прежде всего, от величины pH, гранулометрических фракций, количества карбонатов и гумуса.

Библиографический список

1. Сысо А.И., Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 226 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
3. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – С. 158-235.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭТАЛОНЫ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А.С. Стребкова¹, Е.Г. Пивоварова²

¹*Алтайский государственный университет, РФ, alena040994@mail.ru*

²*Алтайский государственный аграрный университет, РФ, pilegri@mail.ru*

Аннотация. Предложен подход к разработке региональных эталонов почв 14-го почвенного района Алтайского края. С помощью двухфакторного информационного анализа разработаны количественные характеристики центральных образов почв 14-го почвенного района. Представлена информационно-логическая модель диагностики центральных образов региональных почв. Полученные количественные характеристики диагностических признаков зонального эталона могут служить показателями для агроэкологического мониторинга почв.

REGIONAL SOIL STANDARDS OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE ALTAI TERRITORY

A.S. Strebkova¹, Ye.G. Pivovarova²

¹*Altai State University, alena040994@mail.ru*

²*Altai State Agrarian University, pilegri@mail.ru*

Abstract. An approach to the development of regional soil standards of the 14th soil region of the Altai Territory. With the help of two-factor information logical analysis, quantitative characteristics of the central soil images of the 14th soil region were developed. An information-logical model for diagnosing the central images of regional soils has been elaborated. The obtained quantitative characteristics of diagnostic features of the zonal standard can serve as indicators for agroecological monitoring of soils.

Введение. В настоящее время при проведении современных почвенных исследований по мере усиления антропогенной нагрузки на почвы приходится учитывать и роль современных динамических процессов, приводящих к деградации почвенного покрова. В ряде работ [1, 2] обосновано, что на уровне почвенного района выделяются количественные различия диагностических признаков одного и того же «центрального образа». Также было установлено [3], что разработка региональных эталонов «центрального образа» позволяет на долгосрочной основе проводить почвенный экологический мониторинг.

На территории Алтайского края в соответствии с почвенно-географическим районированием 1959 года выделяют 12 подзон и 44 почвенных района [4], для каждого из которых необходимо разработать региональные эталоны почв. Целью настоящей работы является разработка математических моделей региональных эталонов почв 14-го почвенного района лесостепной зоны Алтайского края.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования явились почвы зоны выщелоченных черноземов и серых лесных почв [5]. Разработка региональных эталонов осуществлялась на примере 14-го почвенного района выщелоченных среднегумусных среднemosных и маломощных черноземов и темно-серых лесных почв. Математическая обработка данных проводилась по материалам крупномасштабного почвенного обследования АлтайНИИГипрозем за 1993 год по 27 хозяйствам четырех административных районов (Первомайский, Тальменский, Зональный, Косихинский) Алтайского края (выборка составила 1360 объектов).

В качестве методической основы был использован информационно-логический анализ ИЛА [6]. Основными параметрами ИЛА являются коэффициент эффективности передачи информации ($K_{эфф}$) между изучаемыми параметрами (теснота связи между фактором и явлением) и специфичные (наиболее вероятные) состояния функции (почвенного свойства) для определенных состояний аргумента (таксономической группы) [6]. Набор специфичных состояний свойств для каждой таксономической группы исследуемых почв может служить виртуальным образом определенной таксономической группы (типа, подтипа) для данного почвенного района (региональный эталон).

Результаты и их обсуждение. Для территории 14-го почвенного района были выделены основные таксономические группы в соответствии с профильно-генетической классификацией почв СССР, 1977 г. [7]. Региональными почвами района являются черноземы выщелоченные, оподзоленные, темно-серые лесные, серые лесные и светло-серые лесные почвы. Данные почвы при проведении информационного анализа были выстроены в генетические сопряженный

ряд (в соответствии с номером ранга), отражающий интенсивность гумусово-аккумулятивного (дернового) и ослабление подзолистого процессов почвообразования при переходе от серых лесных почв к черноземам.

При разработке центральных образов региональных эталонов почв 14-го почвенного района в качестве функции выступают физико-химические свойства почв (таксономические признаки), так как почвенные свойства отражают основной и второстепенные почвообразовательные процессы. Именно генезис (процессы) в той или иной степени лежит в основе профильно-генетической классификации почв СССР 1977 года [2].

С целью выявления таксономического веса диагностических свойств почв были использованы параметры информационного анализа. По величине $K_{эфф}$ установлен таксономический вес каждого признака.

Наиболее высокий коэффициент эффективности передачи информации к таксону имеет содержание гумуса, % (0,1912), что свидетельствует о разной интенсивности проявления гумусово-аккумулятивного процесса почвообразования в выделенных таксономических группах. Достаточно высокий таксономический вес таких диагностических признаков, как сумма поглощенных оснований, м-экв. (0,1687), содержание валового азота, % (0,1666), содержание илистой фракции, % (0,1622) и поглощенного кальция, м-экв. (0,1593), что отражает степень вариации этих признаков внутри однородной совокупности (таксономической группы). Несколько ниже значения $K_{эфф}$ по содержанию фракции физической глины, % и рН солевой вытяжки. Наименьший таксономический вес имеют такие диагностические признаки, как гидролитическая кислотность Нг, м-экв./100г (0,0910), содержание поглощенного магния, м-экв. (0,0263), содержание подвижного фосфора P_2O_5 , мг/100 г (0,0225), содержание обменного K_2O , мг/100 г (0,0365).

По результатам двухфакторного информационно-логического анализа определены специфичные (наиболее вероятные) состояния свойств для каждой таксономической группы исследуемых почв, набор которых может служить виртуальным образом определенного типа (подтипа) для данного региона (ко-

личественная модель) (табл. 1). Рассмотрим специфичные состояния свойств чернозема выщелоченного.

Таблица 1 – Характеристика регионального эталона – чернозема выщелоченного 14-го почвенного района Алтайского края

| Таксономический признак | Специфическое состояние, метрическое значение (ранг) | |
|--|--|------------------|
| | Ап | АВ |
| Мощность гумусового слоя, M_{A+AB} , см | 20,01-25,0 (2) | |
| Содержание физической глины, ФГ (<0,01 мм), % | 35,01-40,0 (5) | 35,01-40,0 (5) |
| Содержание илистой фракции, Ил (<0,001 мм), % | 15,01-20,0 (3) | 15,01-25,0 (3-4) |
| pH солевой вытяжки, pHс | 5,01-6,0 (2-3) | 5,51-6,0 (3) |
| Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г | 3,01-4,0 (3) | 3,01-4,0 (3) |
| Сумма поглощённых оснований мг-экв/100 г | 25,01-30,0 (5) | 15,01-20,0 (3) |
| Содержание поглощенного Ca^{2+} , мг-экв/100 г | 15,01-25,0 (3-4) | 10,01-20,0 (2-3) |
| Содержание поглощенного Mg^{2+} , мг-экв/100 г | 2,51- 5,0 (2) | <2,5-5,0 (1-2) |
| Содержание подвижного фосфора, P_2O_5 , мг/100 г | 15,01-20,0 (3) | 20,01-25,0 (4) |
| Содержание обменного калия, K_2O , мг/100 г | 6,01-12,0 (3-4) | 3,01-6,0 (2) |
| Содержание гумуса, % | 5,01->6,01 (5-6) | 2,01-3,0 (2) |
| Содержание валового азота, % | >0,31 (6) | 0,11-0,15 (2) |

В целом, можно сказать, что для регионального эталона чернозема выщелоченного специфичен аккумулятивный характер распределения веществ по генетическим горизонтам. В то же время в профиле чернозема выщелоченного отмечается нарушение аккумулятивного характера распределения фосфора: в пахотном горизонте содержание подвижного фосфора варьируется в пределах 15,01-20,0 мг /100 г, но не превышает содержание P_2O_5 в подпахотном горизонте, это свидетельствует об агроистощении почв в отношении фосфора. В верхнем горизонте происходит обеднение чернозема выщелоченного илистой фракцией, что может быть обусловлено проявлением эрозионного процесса, а именно вымыванием из пахотного горизонта почв наиболее дисперсных фракций (физической глины и ила).

При помощи однофакторного информационно-логического анализа [6], учитывая таксономический вес диагностического признака пахотного и подпахотного горизонтов на основе сопоставления коэффициента эффективности передачи информации (Кэфф) (табл. 2) и обобщая результаты с помощью функций многозначной логики, была разработана качественная модель регионального эталона.

Таблица 2 – Коэффициент эффективности передачи информации диагностических признаков (таксономический вес) по горизонтам

| Свойства | Коэффициент эффективности передачи информации Кэфф | |
|--|--|---------------|
| | Ап | АВ |
| Мощность гумусового слоя, M_{A+AB} , см | 0,0548 | |
| Содержание физической глины, ФГ (<0,01 мм),% | 0,1900 | 0,1780 |
| Содержание илистой фракции, Ил (<0,001 мм),% | 0,2552 | 0,2657 |
| рН солевой вытяжки, рНс | 0,2191 | 0,1375 |
| Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г | 0,0938 | 0,0634 |
| Сумма поглощённых оснований мг-экв/100 г | 0,2410 | 0,1676 |
| Содержание поглощенного Ca^{2+} , мг-экв/100 г | 0,2434 | 0,1631 |
| Содержание поглощенного Mg^{2+} , мг-экв/100 г | 0,0748 | 0,0483 |
| Содержание подвижного фосфора, P_2O_5 , мг/100 г | 0,0178 | 0,0497 |
| Содержание обменного калия, K_2O , мг/100 г | 0,0121 | 0,0297 |
| Содержание гумуса, % | 0,2203 | 0,0716 |
| Содержание валового азота, % | 0,2016 | 0,0924 |

Информационно-логическая модель для определения типов и подтипов почв 14-го почвенного района Алтайского края имеет вид:

$$ТП = Ил^{AB}, \boxtimes Ил^{Ap}, \boxtimes (S^{Ap}, \boxtimes Ca^{Ap}, \wedge (\Gamma^{Ap}, \boxtimes pHc^{Ap}, \boxtimes Nv^{Ap})),$$

где ТП – ранг подтипа почвы;

Ил – ранг по содержанию ила;

S – ранг суммы поглощённых оснований;

Ca – ранг по содержанию поглощенного кальция;

Г – ранг по содержанию гумуса;

pHc – ранг водородного показателя;

Nv – ранг по содержанию валового азота;

\wedge - знак функции конъюнкции;

\boxtimes - знак функции нелинейного произведения.

Разработанная качественная модель протестирована на 30 различных почвах и в 80% случаев дает безошибочный прогноз (совпадение ранг в ранг). Достоверность модели можно оценить, сравнивая фактический ранг с теоретическим рангом модели, используя метод корреляционного анализа (рис.).

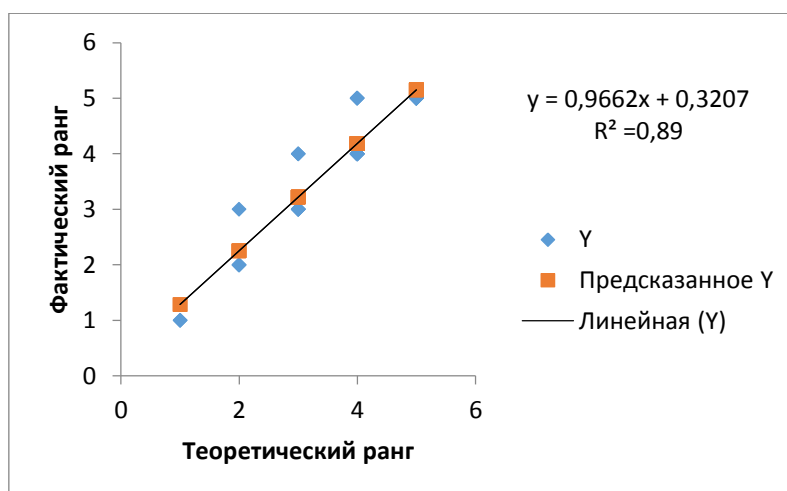


Рис. Оценка точности качественной модели региональных эталонов 14-го почвенного района по профилльно-генетической классификации почв СССР (1977 г.)

Корреляция между фактическими и теоретическими значениями линейная, $R^2 = 0,89$, точность полученной модели высокая. Таким образом, полученная качественная модель может быть использована при диагностике почв и проведении почвенно-экологического мониторинга.

Выводы. С помощью информационно-логического анализа определен таксономический вес диагностических признаков региональных эталонов почв 14-го почвенного района Алтайского края. В профилльно-генетической классификации почв на уровне типа, подтипа наибольший таксономический вес имеют признаки, отражающие интенсивность дернового процесса: содержание гумуса,% (0,1912), сумма поглощенных оснований мг-экв/100 г (0,1687), содержание валового азота,% (0,1666), содержание ила,% (0,1622), содержание поглощенного кальция мг-экв/100 г (0,1593).

В результате работы разработана качественная информационно-логическая модель, позволяющая диагностировать основные типы почв исследуемой территории по профилльно-генетической классификации, безошибочный прогноз составляет 80%. Качественные модели могут использоваться для уточнения таксономической группы почв, при возникновении неопределенности, или как дополнительный инструмент на начальных (подготовительных) этапах картографирования.

Полученную количественную модель региональных эталонов почв можно использовать в долгосрочном мониторинге почв, их экологического состояния и оценке интенсивности агрогенной трансформации.

Библиографический список

1. Использование агрохимических свойств для характеристики центральных образцов почв подзоны южных черноземов засушливой степи Алтайского края / Е. В. Кононцева, Е. Г. Пивоварова, Ж. Г. Хлуденцов, А. Ю. Кононова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 10 (168). – С. 61-67.
2. Пивоварова, Е. Г. Агрохимическая оценка свойств почв в системе почвенно-географического районирования Алтайского края / Е. Г. Пивоварова, Е. В. Кононцева, Ж. Г. Хлуденцов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3 (185). – С. 61-69.
3. Математические модели региональных эталонов в агрохимическом мониторинге почв / Е. Г. Пивоварова, Е. В. Кононцева, Ж. Г. Хлуденцов, И. П. Аверьянова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 8 (178). – С. 54-62.
4. Почвы Алтайского края. – Москва: Изд-во АН СССР, 1959. – 380 с. – Текст: непосредственный.
5. Природное районирование Алтайского края [Текст]: [Сборник статей] / [Отв. ред. д-р геол.-минерал. наук А. Н. Розанов, канд. геол.-минерал. наук Н. И. Базилевич]. - Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1958. - 210 с.
6. Пузаченко Ю.Г., Карпачевский Л.О., Взнуздаев Н.А. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. С. 103-121.
7. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 221 с.

ЭВОЛЮЦИЯ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СТАВРОПОЛЬЯ В ПОЗДНИЙ ПЕРИОД ГОЛОЦЕНА

В.С. Цховребов, Ал-Дарраджи Марван Мохаммед

Ставропольский ГАУ, РФ, tshovrebov@mail.ru

Аннотация. Исследования проводили в засушливой зоне Ставропольского края. Возраст погребённых почв в кургане 2300-2500 лет. Установлено, что почвы из каштановых перешли в тёмно-каштановые. Псевдомицелий верхнего горизонта разрушен и мигрировал в иллювиальную зону. Сопоставляя полученные данные с ранее проведёнными исследованиями, можно предположить, что эволюция почв проходила по схеме: солончаки → солончаковатые почвы → солонцевато-солончаковатые → солонцы → солонцеватые почвы → зональные каштановые.

EVOLUTION OF STAVROPOL'S CHESTNUT SOILS IN THE LATE HOLOCENE PERIOD

V.S. Tshovrebov, Al-Daraji Marwan Mohammed

Stavropol State Agrarian University, tshovrebov@mail.ru

Abstract. The studies were carried out in the arid zone of the Stavropol Territory. The age of buried soils in the barrow is 2300-2500 years. It was established that the soils changed from chestnut to dark chestnut. The pseudomycelium of the upper horizon is destroyed and migrated to the illuvial zone. Comparing the data obtained with previous studies, it can be assumed that the evolution of soils proceeded according to the following scheme: solonchak → solonchakous soils → solonetsous-alkaline soils → solonetztes → solonetzic soils → zonal chestnut soils.

Эволюцию почв за определённый период времени можно исследовать только на примере раскопок погребённых почв древних курганов. Изучение эволюции почв – одна из главных задач генетического почвоведения, от решения которой зависит понимание закономерностей развития почв и ландшафта в целом [1]. Основными факторами почвообразования, как правило, признаются порода, растительность, рельеф и климат. Считается, что для изменения почв необходима трансформация одного из этих факторов. Времени, как фактору почвообразования, уделяется незначительное внимание [2].

Но трудно предположить, что процесс почвообразования прекращается, если нет изменения в факторах почвообразования. Он всё равно идёт, и почва эволюционирует во времени. При раскопках курганов-могильников появляется уникальная возможность изучения погребенных почв и на основании полученного материала сделать определённые выводы, во-первых, об изменении почв на определённом таксономическом уровне и, во-вторых, о климате прошедших эпох [3].

Исследования проводили в Георгиевском районе Ставропольского края недалеко от села «Новозаведенное», расположенного в засушливой зоне края. Погребение в кургане осуществлено 2300-2500 лет назад, т.е. в эпоху расцвета скифской цивилизации. Высота курганной насыпи 2,5-3 м. В непосредственной близости от кургана на расстоянии 70-100 м был заложен разрез на целине, т.е. на почве, продолжившей своё развитие.

Было произведено сравнение с ранее проведёнными исследованиями погребенных почв этой же зоны, но возрастом около 5 тыс. лет.

При проведении морфологического описания выявили, что погребенная почва кургана может классифицироваться как каштановая карбонатная среднесуглинистая. Современная почва классифицируется уже как темно-каштановая карбонатная среднесуглинистая. Тем не менее в современной почве имеется второй горизонт А (под дернинным горизонтом), который отсутствует в погребёнке. Горизонт С в палеопочве начинается с глубины 62 см., а в современной почве – с 75 см., т.е. на 13 см ниже.

Обращает на себя внимание отсутствие в погребённой почве дернового горизонта, характерного для целинного участка. Мощность его составляет 17 см, а морфологические признаки характерны для обрабатываемых угодий.

В почве под курганом отчетливо просматривается карбонатный псевдомицелий, которого нет в современной почве, хотя вскипание от 10% HCl наблюдается в обоих разрезах. В палеопочве в горизонте В белоглазка очень мелкая, размером 0,2-0,3 см. В современных почвах её размер достигает 0,5-1,0 см.

Таким образом, по прошествии 2,5 тыс. лет почвы из каштановых перешли в тёмно-каштановые. Материнская порода стала ниже на 15 см. Трансформировался карбонатный комплекс, псевдомицелий верхнего горизонта разрушен и мигрировал в иллювиальную зону, где переотложился в виде белоглазки.

Анализ содержания водорастворимых солей указал на слабую и среднюю засоленность профиля погребённой почвы (Σ солей 0,3-0,6%). Современные почвы не засолены (Σ солей 0,08-0,1%). Анализ состава обменных оснований выявил низкое содержание обменного натрия и, следовательно, отсутствие солонцеватости.

Ранее проведённые исследования в этой зоне почв курганов-могильников, захоронения которых датируются около 5 тыс. лет назад, также свидетельствовали о прохождении процесса рассоления [4]. Но кроме этого было отмечено рассолонцевание почв, т.к. палеопочвы диагностировались как солонцы, а современные – как зональные каштановые почвы. Можно предположить, что рассоление и рассолонцевание каштановых почв произошло более 2,5 тыс. лет назад, т.е. в доскифский период. Таким образом, каштановые почвы с начала голоценового периода последовательно прошли стадии эволюции по следующей схеме: солончаки → солончаковатые почвы → солонцевато-солончаковатые → солонцы → солонцеватые почвы → зональные каштановые.

Библиографический список

1. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука, 1992. 144 с.
2. Цховребов В.С. Каргалев И.В. Эволюция почв в историческом цикле на примере Ипатовского кургана-могильника // Материалы I Межд. науч. конф. «Циклы». – Ставрополь, 2000. – С. 143-146.
3. Слюсарев В.Н., Онищенко Л.М., Осипов А.В. Современное состояние почв Северо-Западного Кавказа // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2013, № 42. - С. 99-103.
4. Цховребов В.С., Каргалев И.В., Калугин Д.В. Эволюция каштановых почв в голоцене //Агрехимический вестник, 2018, № 1. – С. 5-8.

ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, В ПОЧВОВЕДЕНИИ АГРОХИМИИ И ЭКОЛОГИИ

УДК 631.452

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Аксенова

Омский ГАУ, РФ, yuv.aksenova@omgau.org

Аннотация. Исследования проведены на пахотных почвах Омской области, представленных типом серых лесных почв и почв черноземного ряда. На большей площади почв отмечено очень низкое и низкое содержание нитратного азота, среднее – подвижного фосфора, низкое – гумуса. Почвы черноземного ряда имеют очень высокое количество подвижного калия, обменного кальция и магния, реакция среды близкая к нейтральной. В серой лесной глеевой почве показатели плодородия значительно отклонены от оптимальных для данного типа почв.

ASSESSMENT OF MODERN CONDITION OF ARABLE SOILS OF LAND USERS OF OMSK REGION

Yu. V. Aksenova

Omsk state agrarian university named after P.A. Stolypin, yuv.aksenova@omgau.org

Abstract. Research was carried out on arable soils of the Omsk region, represented by the type of gray forest soils and soils of the black Earth series. On a larger area of soils there is a very low and low content of nitrate nitrogen, the average is mobile phosphorus, and the low is humus. Soils of the chernozem series have a very high amount of mobile potassium, exchange calcium and magnesium, the reaction of the medium is close to neutral. In gray forest moistened soil, fertility indicators are significantly deviated from the optimal for this type of soil.

Цель исследований – получение информации о современном состоянии плодородия почв пашни и выявление отрицательных результатов хозяйственной деятельности землепользователей Омской области.

Исследования проведены в 2020 году на территории трех муниципальных районов Омской области на пахотных почвах, находящихся под посевами льна. Преобладающий тип почв устанавливался по заложенным на пашне почвенным разрезам. В Муромцевском районе обследованная территория расположена на границе северной лесостепи и таежно-лесной зоны, в почвенном покрове преобладали светло-серая лесная грунтово-глееватая маломощная тяжелосуглинистая ($C_{1г-1г}$) и лугово-черноземная среднемощная среднегумусная среднесуглинистая ($Чл_3^2_c$) почва. В Таврическом районе, расположенном в южной лесостепи, на исследуемой территории были выделены черноземно-луговая и лугово-черноземная маломощные малогумусные тяжелосуглинистые почвы ($Лч_2^1_{т}$, $Чл_2^1_{т}$). В почвенном покрове пашни Нововаршавского района степной зоны преобладал чернозем обыкновенный очень маломощный слабогумусированный и маломощный малогумусный тяжелосуглинистый ($Ч^1_{т}$, $Ч^2_{1т}$). Из минеральных удобрений применяли аммофос. Отбор образцов проведен из слоев 0-20 и 20-40 см с площади 200 га на каждом обследуемом участке пашни.

Аналитические работы по определению показателей плодородия почв проведены в соответствии с ГОСТ и другими нормативными документами.

Научные исследования и обобщенные данные агрохимического обследования земель сельскохозяйственного назначения, полученные ФГБОУ ЦАС «Омский» Омской области, свидетельствуют о снижении в почвах пашни содержания гумуса и элементов минерального питания в период с 1965 по 2001 год. Использование землепользователями соломы в качестве органических удобрений способствовало стабилизации и воспроизводству органического вещества и некоторому его увеличению к 2020 году. Очень низкие дозы применения всех видов удобрений привели к дефициту азота, фосфора и калия в почвах пашни во многих хозяйствах области [1-3]. В Муромцевском районе низкий уровень плодородия имела светло-серая лесная почва. По степени гумусированности она вошла в класс слабогумусированных. Пахотный слой характери-

зовался повышенным содержанием обменного кальция и очень высоким – обменного магния, очень низкой обеспеченностью для растений нитратным азотом, средней – подвижным фосфором, количество подвижного калия по слоям изменялось от повышенного до высокого. Величина рН свидетельствовала о слабокислой реакции среды. Лугово-черноземная почва отличалась от светло-серой лесной очень высоким содержанием обменного калия, реакцией среды близкой к нейтральной и большей гумусированностью (табл.). Однако в почве наблюдалась недостаточная обеспеченность для растений элементами минерального питания.

На обследуемой площади пашни Таврического района почвы имели нейтральную реакцию среды, очень высокое содержание подвижного калия, обменного кальция и магния. Пахотный слой лугово-черноземной почвы отличался от слоя черноземно-луговой почвы очень высоким и высоким количеством подвижного фосфора и очень низким – нитратного азота, но содержание гумуса было ниже, и почва вошла в класс слабогумусированных. Содержание нитратного азота в черноземно-луговой почве варьировало от низкого до среднего уровня.

Таблица – Химические и физико-химические свойства пахотных почв

| Почва | Слой, см | Гумус*, % | Элементы минерального питания, мг/кг | | | рН _{H2O} рН _{KCl} ** | Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы | |
|---|----------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------|---|--------------------------------------|------------------|
| | | | N-NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| Муромцевский район | | | | | | | | |
| С _{1Г-1Г} | 0-20 | 2,19 | 4,37 | 54,5 | 121 | 5,1** | 11,1 | 8,9 |
| | 20-40 | 2,16 | 4,37 | 81,8 | 228 | 5,1** | 11,0 | 8,6 |
| Ч _{Л3} ² _с | 0-20 | 6,15 | 4,45 | 76,4 | 107; 134 | 5,6** | 32,9 | 4,9 |
| | 20-40 | 5,78 | 4,45 | 79,1 | 107; 121 | 5,7** | 28,2 | 16,6 |
| Таврический район | | | | | | | | |
| Лч ₂ ¹ _т | 0-20 | 5,73 | 7,2; 10,9 | 131 | 369 | 6,5 | 20,6 | 12,5 |
| | 20-40 | 3,01 | 4,20 | 109 | 207 | 7,2 | 30,6 | 10,0 |
| Ч _{Л2} ¹ _т | 0-20 | 4,65 | 4,01 | 233 | 532 | 6,5 | 21,5 | 11,3 |
| | 20-40 | 4,43 | 8,02 | 199 | 228 | 6,9 | 25,8 | 9,5 |
| Нововаршавский район | | | | | | | | |
| Ч ₁ ¹ _т | 0-20 | 3,41 | 12,6 | 125 | 665 | 6,3 | 25,8 | 10,8 |
| | 20-40 | 3,57 | 10,0 | 121 | 646 | 6,4 | 25,8 | 11,1 |
| Ч ₁ ² _т | 0-20 | 4,65 | 17,2 | 84; 203 | 665 | 6,2 | 21,7 | 9,1 |
| | 20-40 | 4,00 | 14,0 | 66; 148 | 442 | 6,2 | 22,5 | 11,7 |

Примечание. *Оценка дана по градациям степени гумусированности для пахотных почв Западной Сибири.

В почвах пашни Нововаршавского района, при использовании минеральных азотно-фосфорных удобрений, количество азота установилось на среднем и высоком уровне, величина фосфора изменялась от среднего до повышенного уровня. Снижало плодородие этих почв небольшая мощность пахотного слоя (19-25 см) и количество гумуса, по величине которого почвы входили в класс меньше минимального содержания и слабогумусированных. Почвенно-поглощающий комплекс почв имел очень высокую насыщенность обменным кальцием и магнием, реакция среды была близкая к нейтральной.

В целом на обследуемой площади пахотных почв была установлена недостаточная обеспеченность для растений нитратным азотом и подвижным фосфором, низкое содержание гумуса, что снижало их уровень плодородия. Для улучшения питательного режима и воспроизводства почвенного плодородия требуется регулярное внесение органических и минеральных удобрений, а также проведение иных приемов, направленных на компенсацию использованных растениями веществ и поддержания уровня плодородия, выше исходного.

Библиографический список

1. Динамика подвижного фосфора в почвах лесостепи Западной Сибири / В.М. Красницкий, А.Г. Шмидт, О.А. Матвейчик, И.А. Бобренко // Плодородие. – 2020. – № 2 (113). – С. 57-60.
2. Гиндемит А.М., Аксенова Ю.В. Оценка плодородия агрогенных почв засушливых областей Омского Прииртышья // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 3. – С. 5-9.
3. Красницкий В.М., Шмидт А.Г., Матвейчик О.А. Динамика изменения плодородия почв пашни в Омской области // Актуальные проблемы природообустройства, водопользования, агрохимии, почвоведения и экологии: материалы Всероссийской (национальной) конференции. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2019. – С. 768-776.

**ПРИНЦИПЫ ОЦИФРОВКИ И ВЕРИФИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ
В ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЕ ДАННЫХ**

*О.С. Безуглова, В.Э. Болдырева, Ю.А. Литвинов,
А.А. Меженков, И.В. Морозов
Южный федеральный университет, РФ, mascow@mail.ru*

Аннотация. Необходимым условием развития цифровых технологий в сельском хозяйстве и управления земельными ресурсами является создание региональных почвенных баз данных в организациях, специализирующихся на сборе первичной почвенной информации. Пополнение баз данных новой информацией и ее последующая верификация – неотъемлемый этап функционирования базы данных. Проверка данных осуществляется как на этапе оцифровки, так и в базе данных с привлечением хранящейся в ней разнородной природно-почвенной информации.

**PRINCIPLES OF DIGITIZATION AND VERIFICATION
OF THE RESULTS OF PHYSICO-CHEMICAL ANALYSES
IN A SOIL-GEOGRAPHICAL DATABASE**

*O.S. Bezuglova, V.E. Boldyreva, Yu.A. Litvinov, A.A. Mezhenkov, I.V. Morozov
Southern Federal University, Rostov-on-Don, RF, mascow@mail.ru*

Abstract. A necessary condition for the development of digital technologies in agriculture and land management is the creation of regional soil databases in organizations specializing in the collection of primary soil information. An integral stage of the database operation is the replenishment of new information and its subsequent verification. Data verification is carried out both at the digitization stage and in the database with the involvement of heterogeneous natural and soil information stored in it.

В настоящее время идет активное развитие цифровых технологий и специализированных баз данных в области сельского хозяйства, рационального использования земельных ресурсов и охраны почв [3]. Почвенные базы данных уже используется в ряде регионов России для задач мониторинга показателей почвенного плодородия, инженерно-экологических изысканий, почвенно-грунтовых и почвенно-мелиоративных обследований. Список показателей, собираемых в ходе почвенных и агрохимических обследований, определяется фе-

деральным законодательством, в частности статьей 15 Федерального закона от 16.07.1998 г. № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения». Результаты почвенного обследования представлены техническими отчетами, содержащими полевые описания почв (средние морфологические признаки и описания почвенных профилей) и данные физико-химических анализов почвенных образцов. Гранулометрический состав почв – один из важнейших показателей, используемых в оценке уровня почвенного плодородия, проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия, рекультивации почв и кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. В рамках представленного исследования были проведены сбор и оцифровка архивных и актуальных материалов почвенного обследования Северного Приазовья, выполненных в период с 1955 по настоящее время. Источниками информации являлись отчёты почвенного обследования НИИ ЮЖГИПРОЗем и результаты инженерно-экологических изысканий ФГБУ ГЦАС «Ростовский» [5]. В процессе оцифровки почвенных разрезов была определена их координатная привязка в географической системе координат WGS 84 на основе материалов крупномасштабного почвенного обследования Ростовской области. Данные ведомости результатов гранулометрического анализа из отчетов обследований были внесены в структурированные алфавитно-цифровые таблицы и загружены в почвенную базу данных кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ как регионального компонента Информационной системы «Почвенно-географическая база данных России» (ИС ПГБД РФ) [1, 4]. Для оцифрованных показателей были проведены их анализ и верификация средствами почвенной базы данных. Проверка выполнялась в несколько этапов:

1. Первичная проверка. Для внесенных данных рассчитывалась сумма фракций. Отличные от 100% значения подвергались исправлению за счет изменения значения фракции мелкого песка. Исправления возможны в случае, если отклонения не превышают погрешность анализа гранулометрического состава почв. Для внесенных почвенных данных выполнялось пространственное пере-

сечение с цифровой крупномасштабной почвенной картой Ростовской области с целью выявления расхождений в наименованиях почв. В случае выявления расхождений выполнялась корректировка классификационных наименований почвенных профилей.

2. Вторичная проверка включает в себя контроль значений в пределах гранулометрических фракций. Большинство почв на территории Северо-Приазовского почвенного округа сформированы на лессовидных суглинках, что позволяет сделать вывод о прямой взаимосвязи гранулометрического состава почвообразующей породы и содержания крупнопылевой фракции в почвенных горизонтах. Для черноземов обыкновенных, сформированных на лессовидных отложениях, характерно содержание «лессовой» фракции (0,01-0,05 мм) в пределах 30–55%. Данные после первичной проверки были проанализированы на соответствие этого диагностического признака.

Всего для Северо-Приазовского почвенного округа [2] представлены данные по 74 разрезам. По результатам проверки изучаемого района выявлены следующие почвенные профили в количестве: черноземы – 60, дерново-намытые почвы – 3, лугово-черноземные почвы – 3, аллювиальные луговые насыщенные почвы – 2, луговые почвы – 3, солончако-солонцы – 1, не определено – 2. После удаления неиспользуемых записей осталось 56 разрезов. Первичная проверка – по сумме всех фракций: 100% – 53, 99,8% – 1, 100,5% – 1, 110% – 1. После исправления и удаления осталось 55 разрезов.

Проверка по содержанию крупнопылевой фракции как диагностического признака: менее 30% – 18, 30-55% – 37 разрезов.

Только после проведения подобной проверки можно приступать к продолжению работы с данными и использовать их для всевозможных расчётов, требующих наличия результатов гранулометрического состава, исследование взаимосвязей физических и физико-механических свойств почвы, а также для задач почвенно-экологических и почвенно-грунтовых изысканий.

Библиографический список

1. Голозубов О.М., Рожков В.А., Алябина И.О., Иванов А.В., Колесникова В.М., Шоба С.А. Технологии и стандарты в информационной системе Почвенно-географической базы данных России, 2015 г. // Почвоведение, 2015, № 1, с. 3-13, DOI: 10.7868/S0032180X15010062
2. Крыщенко В. С., Самохин А. П. Матричная закономерность в топографии почв. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2008. 320 с.
3. Литвинов Ю.А. Инвентаризация, гармонизация и анализ разнородных почвенно-географических данных для целей агроэкологического мониторинга (на примере ростовской области): дис. ... к.б.н. по спец. «Почвоведение». МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, 2018, 230 с.
4. Официальный сайт Информационной системы «Почвенно-географическая база данных России» URL:<https://soil-db.ru/> (Дата обращения 13.01.2022)
5. Официальный сайт ФГБУ ГЦАС «Ростовский» (<https://don-plodorodie.ru/>) (Дата обращения 13.01.2022)

УДК 631.445 (571.15)

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЛЮВИАЛЬНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ В ПОЙМЕ РЕКИ АЛЕЙ

И.Г. Брыкина
Алтайский ГАУ, melioratsii@yandex.ru

Аннотация. Изложены результаты исследований распространения аллювиально-луговых почв в пойме реки Алей, выявлены зональные особенности строения, содержания гумуса и агрохимических свойств почв, повышение их продуктивности возможно только с применением почвозащитных технологий.

STUDY OF ALLUVIAL MEADOW SOILS IN THE FLOOD-PLAIN OF THE ALEY RIVER

I.G. Brykina
Altai State Agricultural University, melioratsii@yandex.ru

***Abstract.** The results of studies of the distribution of alluvial meadow soils in the floodplain of the Alei River are presented, zonal features of the structure, humus content and agrochemical properties of soils are revealed, increasing their productivity is possible only with the use of soil protection technologies.*

Для решения задач по увеличению производства дешевых и питательных кормов могут стать пойменные земли. В настоящее время большие площади в поймах рек заняты малопродуктивными лугами, являясь в значительной степени лишь потенциально ценным земельным фондом. Вопросы комплексного и рационального использования пойменных почв и разработка приемов повышения их биологической и хозяйственной продуктивности невозможны без глубоких исследований в зональном аспекте.

Почвы поймы реки Алей в отношении их морфолого-химических и агропроизводственных свойств практически не изучены, только сведения о свойствах почв при крупномасштабном картографировании. При исследовании аллювиально-луговых почв в пойме реки Алей и разработке мероприятий по регулированию параметров их плодородия в условиях создавшегося поемного режима использованы материалы почвенных обследований Алтайского предприятия Запсибгипрозем, материалы почвенных обследований (более 300 разрезов) и результаты полевых опытов обработаны статистически с использованием дисперсионного и информационно-логического анализа.

Полоса поймы реки Алей не широка, но имеет значительную протяженность, площадь около 120 тыс. га, включая зеркало реки, озер и стариц, расположена в пределах трех почвенных подзон: обыкновенных черноземов засушливой и колючей степи, южных черноземов, обыкновенных черноземов предгорных равнин. Формируется под влиянием комплекса зональных и интразональных факторов, в связи с этим почвенный покров в ней разнообразен. Доминирующими почвами являются аллювиально-луговые, площадь около 70 тыс. га, что соответствует 65% почвенного покрова поймы. В сельскохозяйственном производстве используется около 60 тыс. га. Основные площади отведены под пастбища – 46,4% и сенокосы – 42,3%, распаханность поймы незна-

чительна – 12,3%. Но самый высокий процент распаханности в подзоне обыкновенных черноземов предгорных равнин (24,5%), сенокосов – в подзоне обыкновенных черноземов засушливой и колючной степи (44,9%), пастбищ – в подзоне южных черноземов (54,8%) [1].

В соответствии со степенью выраженности почвообразовательных процессов согласно классификации и диагностики почв Западной Сибири в типе аллювиально-луговых почв выделяют подтипы и роды (табл. 1).

Таблица 1 – Распространение аллювиально-луговых почв в пойме р. Алей, %

| Почвы | Подзона обыкновенных черноземов засушливой и колючной степи | Подзона южных черноземов | Подзона черноземов предгорных равнин | Среднее |
|----------------|---|--------------------------|--------------------------------------|---------|
| Подтипы почв | | | | |
| Примитивные | 20,0 | 29,0 | 16,0 | 22,0 |
| Слаборазвитые | 47,0 | 44,0 | 42,0 | 44,0 |
| Аллюв.-луговые | 33,0 | 27,0 | 42,0 | 34,0 |
| Роды почв | | | | |
| Обычные | 14,6 | 1,0 | 43,5 | 19,7 |
| Карбонатные | 36,8 | 72,0 | 40,3 | 49,8 |
| Солончаковые | 42,1 | 18,0 | 1,4 | 20,6 |
| Солончаковатые | 5,7 | 5,3 | 1,2 | 4,1 |
| Солонцеватые | 0,8 | 2,7 | 13,7 | 5,8 |

Примитивные формируются на пониженных элементах рельефа в прирусловой и низкой поймах, это наиболее молодые почвы, образуются при периодическом затоплении, гумусонакопление слабое и прерывистое, зональные признаки отсутствуют. Слаборазвитые распространены в русловой и центральной бугристой поймах в условиях неустойчивого по годам режима затопления, гумусовый горизонт сформирован, ясно выраженных зональных признаков нет. Аллювиально-луговые развиваются в прирусловой высокой и центральной поймах, зональные признаки почвообразования сказываются со значительной силой из-за резкого сокращения аллювиальных и поемных процессов.

Преимущественным распространением пользуются слаборазвитые, площади аллювиально-луговых несколько меньше, менее распространены примитивные. Примитивные распространены в основном в подзоне южных черноземов, слаборазвитые – в подзоне обыкновенных черноземов засушливой и ко-

лочной степи, собственно аллювиально-луговые – в подзоне обыкновенных черноземов предгорных равнин.

При распределении по родам основной фон составляют карбонатные, обычные и солончаковые распространены примерно одинаково, занимая площади в два раза меньшие, солончаковые и солонцеватые встречаются реже. Карбонатные и солончаковые сосредоточены в подзоне обыкновенных черноземов засушливой и колючей степи (Алейский, Шипуновский, Поспелихинский районы), обычные – в подзоне обыкновенных черноземов предгорных равнин.

Гранулометрический состав почв варьирует от супесчаного до глинистого, но наиболее распространены тяжелосуглинистые. Верхние горизонты являются относительно однородными и относятся к группе глинистых, тяжело- и среднесуглинистых, у средних и нижних горизонтов менее однородный состав, варьирует от глин до супесей и песков. Содержание ила в гумусовом горизонте А в среднем 33,0%, физической глины – 54,7% отмечается в подзоне обыкновенных черноземов предгорных равнин, в подзоне обыкновенных черноземов засушливой и колючей степи несколько снижается и более низкое в подзоне южных черноземов (ила 23,5%, глины 41,9%).

Данные почвы формируются с широким диапазоном колебаний мощности гумусового горизонта и содержания гумуса, что подтверждается высокими коэффициентами варьирования (табл. 2).

Таблица 2 – Мощность гумусового горизонта и содержание гумуса
в аллювиально-луговых почвах

| Мощность гумусового горизонта | | | | Содержание гумуса | | | |
|---|----------|-------|----------------------------|-------------------|------|----------------------------|-----|
| Подтип почвы | Горизонт | М, см | Лимит $p=0,95 M \pm tm$ | V,% | M,% | Лимит $p=0,95 M \pm tm$ | V,% |
| Подзона черноземов обыкновенных засушливой и колючной степи | | | | | | | |
| Примитивные | A | 16 | 14-18 | 29 | 2,02 | 1,34-2,70 | 43 |
| Слаборазвитые | A | 26 | 20-32 | 44 | 4,33 | 2,90-5,76 | 51 |
| Аллюв.-луговые | A+B | 50 | 44-56 | 32 | 4,88 | 4,33-5,43 | 36 |
| Подзона южных черноземов | | | | | | | |
| Примитивные | A | 16 | 14-20 | 26 | 1,64 | 1,03-2,25 | 41 |
| Слаборазвитые | A | 25 | 18-33 | 50 | 2,89 | 1,97-3,81 | 38 |
| Аллюв.-луговые | A+B | 40 | 29-51 | 33 | 3,88 | 3,18-4,58 | 34 |
| Подзона обыкновенных черноземов предгорных равнин | | | | | | | |
| Примитивные | A | 22 | 15-29 | 38 | 2,36 | 1,16-3,56 | 57 |
| Слаборазвитые | A | 28 | 23-32 | 18 | 3,80 | 2,75-4,85 | 39 |
| Аллюв.-луговые | A+B | 57 | 48-66 | 27 | 4,64 | 3,66-5,62 | 46 |

Часто встречаемые мощности гумусового горизонта аллювиально-луговых подтипов 40-50 см и 50-60 см в подзонах обыкновенных черноземов засушливой и колючной степи и обыкновенных черноземов предгорных равнин среднемощные, в подзоне южных черноземов 30-40 см – маломощные.

Сильно колеблется содержание гумуса, варьирование значительно увеличивается с глубиной. По содержанию гумуса в горизонте А слаборазвитые и аллювиально-луговые почвы относятся к среднегумусным 3-5%, примитивные – к малогумусным <3%. Характеризуются резким падением гумуса с глубиной, основное его количество образуется на месте в процессе почвообразования, а не приносится с наилками. Тяжелые по гранулометрическому составу аллювиально-луговые почвы подзоны обыкновенных черноземов засушливой и колючной степи и подзоны обыкновенных черноземов предгорных равнин содержат больше гумуса, менее гумусированы среднесуглинистые почвы подзоны южных черноземов.

Агрохимические показатели почв имеют значение при оценке обеспеченности их элементами питания. Данные характеристики являются генетическими параметрами и отражают направленность процессов, происходящих в почве.

Содержание валового азота 0,24-0,44%, для него также можно отметить высокие коэффициенты варьирования. Тяжелый гранулометрический состав и средняя гумусность в почвах определяют высокую сумму поглощенных оснований. В составе поглощенных оснований преобладает кальций (84,2%), реже магний (63,2%). Содержание натрия в солонцеватых почвах от 0,5 до 20,0% от емкости поглощения. Очень слабо в аллювиально-луговых почвах во всех подзонах изменяется рН водной вытяжки. Почвы имеют нейтральную и щелочную реакцию среды, при этом вниз по профилю щелочность может возрастать до сильной. Реакция почвенного раствора в горизонте А у обычных родов нейтральная (рН = 7,2-7,4). У карбонатных – слабо- и среднещелочная (рН = 7,6-8,0), у солончаковых – сильнощелочная (рН = 8,2-8,6). Подвижными формами фосфора и подвижного калия почвы обеспечены в различной степени, на неравномерность распределения указывают очень высокие коэффициенты варьирования. По среднеарифметическим показателям обеспеченность почв фосфором низкая (0,81-3,1 мг/100 г), калием – средняя (23,9-35,0 мг/100 г) [2].

Результаты исследований позволили выявить зональные особенности распространения, строения и свойства аллювиально-луговых почв в пойме реки Алей. Установить, что почвы подзон различаются по морфологическим признакам, гранулометрическому составу и агрохимическим параметрам. Более высокими показателями обладают почвы подзоны обыкновенных черноземов предгорных равнин, менее – подзоны южных черноземов, почвы подзоны обыкновенных черноземов засушливой и колючной степи занимают промежуточное положение [3].

Для повышения плодородия изучаемых почв на основании данных исследований получили региональные модели, разработанные на основе сопряженного анализа регулируемых факторов, а именно водного и питательного режимов почв и урожайности возделываемых культур. Наиболее существенными технологическими приемами и факторами на высокой пойме (многолетние травы) являются: орошение в сочетании с удобрениями ($K = 0,6786$), удобрения ($K = 0,5785$), орошение ($K = 0,4054$), год жизни травостоя ($K = 0,2656$), гидро-

термический коэффициент ($K = 0,1838$). Коэффициенты эффективности канала связи K дают количественную оценку влияния рассматриваемых факторов на эффективное плодородие изучаемых почв. Чем больше K , тем большее влияние оказывает фактор.

При разработке системы мер интенсивного освоения пойменных лугов важно установить границы агропроизводственных контуров однотипных по почвенным и мелиоративным характеристикам, а также по сформированным в естественных условиях увлажнения фитоценозов. Реальное повышение продуктивности пойм возможно только с применением агротехнических, мелиоративных и почвозащитных технологий, рекомендованных научными учреждениями и применяемых дифференцированно к месту, а именно на высокой, средней и низкой пойме.

Библиографический список

1. Брыкина И.Г. Изучение пойменных почв реки Алей / И.Г. Брыкина, Л.М. Бурлакова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: сб. материалов VII Междунар. науч. конф. – Брянск, 2010. – С. 293-296.
2. Бурлакова Л.М. Изучение пространственного варьирования свойств пойменных почв степных рек / Л.М. Бурлакова, И.Г. Брыкина // Материалы XVIII науч. техн. конф. / ЧГАУ. – Челябинск, 2004. – Ч.3. – С. 265-269.
3. Брыкина И.Г. Мелиоративные приемы улучшения экологического состояния пойменных земель/ И.Г. Брыкина // Региональные экологические проблемы: материалы межрегиональной. науч.-практ. конф. – Белокуриха: Изд-во АлтГТУ, 2012. – С. 23-25.

**ВНУТРИПРОФИЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА
СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА
В ПОЧВАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

В.А. Голубцов¹, А.А. Черкашина¹, Ю.В. Вантеева¹, Э.П. Зазовская²

¹Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, РФ, г. Иркутск,
tea_88@inbox.ru;

²Институт географии РАН, РФ, г. Москва

***Аннотация.** В автоморфных почвах Байкальского региона наблюдается рост значений $\delta^{13}\text{C}$ с глубиной, что согласуется с широко распространенным явлением утяжеления изотопного состава углерода в нижних частях профилей по отношению к поверхностным горизонтам. Несмотря на общность такого тренда для почв всех ландшафтных зон, выраженность изотопных градиентов подчинена ландшафтно-климатическим условиям формирования почв и зависит от интенсивности круговорота C в почвах.*

**DEPTH PROFILES OF STABLE CARBON ISOTOPES
IN SOILS OF BAIKAL REGION**

V.A. Golubtsov¹, A.A. Cherkashina¹, Yu.V. Vanteeva¹, E.P. Zazovskaya²

¹V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Russia, Irkutsk, tea_88@inbox.ru;

²Institute of Geography RAS, Russia, Moscow

***Abstract.** There is an increase in $\delta^{13}\text{C}$ values with depth in well-drained soils of Baikal region which is consistent with the widespread phenomenon of carbon isotopic composition enrichment in the lower parts of the profiles relative to the surface horizons. Despite the commonality of this trend for soils of all landscape zones, the severity of isotopic gradients is subject to the landscape-climatic conditions of soil formation and depends on the rate of the C turnover.*

Исследования состава стабильных изотопов углерода широко используются для понимания динамики почвенного органического вещества [1, 2]. Как правило, значения $\delta^{13}\text{C}$ в хорошо дренируемых почвах с глубиной возрастают, что обусловлено относительной аккумуляцией ^{13}C в ходе минерализации органического вещества [2, 3]. В почвах Байкальского региона такое утяжеление достигает в среднем 2,97 ‰ [4]. При этом в почвах степей оно минимально (0,5-1,5‰), в таежных почвах наблюдаются наиболее выраженные градиенты $\delta^{13}\text{C}$, достигающие преимущественно 4-5 ‰, иногда 9,5 ‰.

Увеличение содержания ^{13}C с глубиной в исследуемых почвах, как правило, соизмеримо со снижением содержания органического углерода. Ранее установлено, что выраженность изменений $\delta^{13}\text{C}$ в почвенном профиле взаимосвязана с фракционированием изотопов углерода во время разложения, а взаимосвязь между обогащением ^{13}C и круговоротом углерода была подтверждена лабораторными инкубационными измерениями минерализации почвенного углерода [1], а также моделированием массового баланса изотопов углерода и метаанализом [2]. Была установлена регрессия между содержанием общего органического углерода в логарифмическом масштабе и значениями $\delta^{13}\text{C}$, а наклоны линейных регрессий (β) были предложены в качестве индикатора скорости оборота органического углерода в почвах [2].

Нами рассчитаны β -коэффициенты для 53 почвенных разрезов. На фоне близких значений коэффициента β , наблюдаемых в степных, лесостепных, подтаежных и подгольцовых ландшафтах Байкальского региона, значительно более выраженными выглядят значения β в почвах горной тайги (рис.).

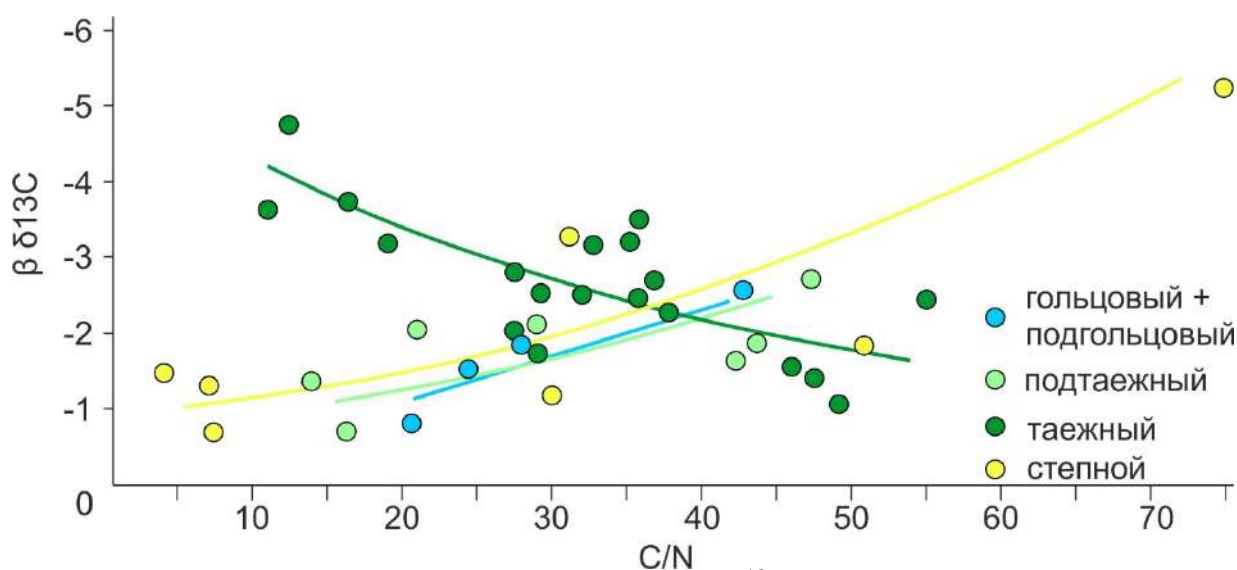


Рис. Зависимость коэффициента $\beta \delta^{13}\text{C}$ от величины C/N в почвах различных ландшафтов Байкальского региона

При этом если для почв степных, лесостепных, подтаежных и подгольцовых ландшафтов более выраженное обогащение органического вещества ^{13}C наблюдается с ростом соотношения C/N в опаде, то почвы таежных ландшафтов демонстрируют обратную закономерность. К примеру, объем выборки для

степных/лесостепных почв составил 12 разрезов. Результаты регрессионного анализа показали высокую корреляцию бета-коэффициента с C/N ($R = 0,77$) с высоким уровнем значимости/достоверности ($p = 0,003$), т.е. чем больше C/N, тем меньше значение бета-коэффициента. При этом для таежных почв объем выборки составил 17 разрезов. Выявлена средняя степень связи бета-коэффициента с C/N для почв горной тайги $R = 0,65$ с высокой степенью значимости/достоверности ($p=0,004$). В данном случае, зависимость обратная, т.е. чем больше значение C/N, тем больше значение бета-коэффициента.

Соотношение C/N рассматривается как один из значимых показателей интенсивности разложения опада [5] и минерализации органического вещества в целом. Выявлено, что интенсивность разложения органического вещества ниже в почвах с высокими соотношениями C/N [5]. В случае с таежными почвами Байкальского региона такая закономерность подтверждается падением выраженности градиентов $\beta \delta^{13}\text{C}$ при увеличении C/N, что свидетельствует о более слабом фракционировании изотопов углерода в ходе микробного разложения органического вещества. Таким образом, для таежных почв исследуемой территории коэффициент β на данный момент кажется приемлемым для индикации интенсивности углеродного обмена.

Как было отмечено выше, для степных, подтаежных почв и почв гольцового и подгольцового пояса отмечается обратная зависимость (рис.). Выраженность градиента $\beta \delta^{13}\text{C}$ падает со снижением значений C/N. Кроме этого выраженность градиентов β здесь заметно меньшая, чем в таежных почвах. Среди возможных причин, обусловивших такие эффекты на данном этапе мы предполагаем следующие: 1) специфика азотного цикла, связанная, в частности, с особым составом растительных тканей и обуславливающая большую обогащенность азотом органического вещества; 2) незначительная роль опада при более выраженной роли корневой массы, характеризующейся более тяжелым изотопным составом углерода в сравнении с надземными частями тех же растений; 3) непродолжительность периодов оптимального сочетания тепла и влаги для микробиологических процессов, что особенно выражено для степных крио-

аридных почв; 4) слабое физическое перемешивание почвенной массы в результате меньшей биологической активности в сочетании с менее глубоким промачиванием почвенного профиля и более щелочной реакцией среды, что ограничивает миграцию органического вещества в профиле.

Перечисленные факторы могут оказывать значительное влияние на слабую выраженность β -коэффициентов в профилях степных, лесостепных и гольцовых подтаежных почв. Для выявления вклада каждого из них необходимы дальнейшие исследования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-04-00142).

Библиографический список

1. Garten C.T. Relationships among forest soil C isotopic composition, partitioning and turnover times // Can. J. For. Res. – 2006. – Vol. 36 (9). – P. 2157-2167.
2. Acton P., Fox J., Campbell E., Rowe H., Wilkinson M. Carbon isotopes for estimating soil decomposition and physical mixing in well-drained forest soils // J. Geophys. Res. Biogeosci. – 2013. – Vol. 118 (4). – P. 1532–1545.
3. Nadelhoffer K.F., Fry B. Controls on natural ^{15}N and ^{13}C abundances in forest soil organic matter // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1988. – Vol. 52 (6). – P. 1633-1640.
4. Голубцов В.А. Состав стабильных изотопов углерода органического вещества позднелейстоценовых и голоценовых почв Байкальского региона // Почвоведение. – 2020. – № 6. – С. 673-690.
5. Brunn M., Spielvogel S., Sauer T., Oelmann Y. Temperature and precipitation effects on $\delta^{13}\text{C}$ depth profiles in SOM under temperate beech forests // Geoderma. – 2014. – Vol. 235-236. – P. 146-153.

ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЧАСТИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.В. Гаврилова, А.А. Козлова, Д.А. Заец, А.А. Никитина,
Т.С. Иванова, А.Е. Куклина*

Иркутский государственный университет, РФ, allak2008@mail.ru

***Аннотация.** Содержание, состав и свойства гумуса являются важнейшими признаками, отражающими состояние почвенного плодородия. Его деградация, особенно лабильных форм, в основном связана с агрогенным воздействием. Установлено, что в освоенных серых лесных почвах Иркутской области содержание подвижного гумусового вещества резко снизилось. Перевод почв в залежный режим способствовал восстановлению количества гумуса в самой верхней части гумусового горизонта. В нижней его части количество гумуса соответствовало пахотной почве.*

ESTIMATION OF SOIL FERTILITY IN AGRICULTURAL PART OF THE IRKUTSK REGION

*A.V. Gavrilova, A.A. Kozlova, D.A. Zayets, A.A. Nikitina,
T.S. Ivanova, A.E. Kuklina*

Irkutsk State University, Russia, allak2008@mail.ru

***Abstract.** The content, composition and properties of humus are the most important signs reflecting the state of soil fertility. Its degradation, and especially of its labile forms, is mainly associated with agrogenic effects. It was found that in the developed gray forest soils of the Irkutsk region, the content of mobile humic matter decreased sharply. The transfer of soils to the fallow regime contributed to the restoration of the amount of humus in the uppermost part of the humus horizon. In its lower part, the amount of humus corresponded to the arable soil.*

Постановка проблемы. Основными критериями оценки почвенного плодородия традиционно являются содержание и запасы органического вещества в почвах. Вместе с тем уменьшение плодородия почв связано не столько в снижении общего содержания гумуса, сколько в потерях лабильных форм органического вещества, которые определяют жизнь почвы, ее важнейшие агрономические свойства и урожай [1, 2].

Объекты и методы исследования. Объектами исследования стали наиболее освоенные серые лесные почвы юга Иркутской области, находящиеся

в целинном, агро- и постагрогенном состоянии. Они составляют наибольшую площадь пашни (835,1 тыс. га – 47%) и основном сосредоточены в лесостепной зоне и имеют три подтипа, которые отличаются по содержанию гумуса [3]. Этот тип почвы формируется на положительных элементах рельефа. Подстилающими породами являются юрские песчаники и сланцы, а также делювиальные суглинки и глины. Гумусовый горизонт от 10-30 см, его структура комковатая или комковато-ореховатая, по гранулометрическому составу средне- и тяжелосуглинистые. Содержание гумуса составляет от 2 до 8%, реакция среда солевой суспензии – от среднекислой до нейтральной [4].

Показателем, который характеризует функционирование и трансформацию гумусного состояния почв при их сельскохозяйственном использовании, является содержание фракции подвижных гумусовых веществ (ПГВ), выделяемой растворами 0,1 н NaOH (рН 10). Она представляет собой лабильный, активный гумус и в основном образована сравнительно «молодыми» формами гумуса, непрочносвязанными с минеральной частью почвы и содержащими повышенное количество азота, способных относительно быстро трансформироваться и высвободить азот для растений [5, 6].

Разработаны градации содержания подвижных гумусовых веществ, характеризующие уровень плодородия почв. Так, содержание ПГВ соответствует: очень низкому – < 100 , низкому – 100-200, среднему – 200-300, высокому – 300-400 и очень высокому – > 400 мг С/100 г почвы уровню плодородия. Данный показатель применяют и при оценке степени выпаханности агрогенных почв, под которой понимают обесструктурирование пахотного слоя почв в результате их использования при низком уровне поступления в почву источников гумуса, что приводит к ухудшению их агрономических свойств и снижению уровня плодородия. Так, если ПГВ содержится меньше 100 мг С/100 г – это очень сильная степень выпаханности, 100-200 – сильная, 200-300 – средняя, 300-400 – слабая и больше 400 мг С/100 – очень слабая [7].

Результаты исследования. Вследствие короткого вегетационного периода и периода биологической активности в серой лесной целинной почве идет

накопление и консервация растительного материала, что способствует активному образованию подвижных гумусовых веществ и соответствует очень высокому уровню плодородия. Преобладают фульвокислоты, отношение ГК:ФК подвижного гумусового вещества составило меньше 1 (0,6).

Глубокое преобразование гумусного состояния почв, находящихся в условиях длительного агрогенного и постагрогенного воздействия, диагностируется по содержанию ПГВ в почвах. Так, при длительном распахивании в результате сведения естественной растительности почва испытывает значительные колебания температуры и влаги. Периодическое промерзание и оттаивание серой лесной агропочвы способствует образованию простейших гуминовых кислот, отношение ГК:ФК первой фракции составило 2,3. Фульвокислоты, как ближайший резерв питательных элементов, легко подвергаются разложению микроорганизмами и минерализуются. При этом уровень плодородия агропочвы высокий, степень выпаханности – низкая.

Выход почвы в залежный режим и нахождение ее в этом состоянии долгое время приводит к накоплению в ней органического углерода за счет естественного восстановления почвенного плодородия, которое обуславливается поступлением в почву и депонированием в ней растительного материала. Этот процесс сопровождается заметным увеличением содержания гумуса, его лабильных фракций, в том числе и выделяемых 0,1 н NaOH, что и наблюдалось в исследуемой залежной почве, отношение ГК:ФК первой фракции составило 1,4. Перевод почвы в залежный режим сопровождается поселением и произрастанием на них многолетней травянистой растительности, в связи с чем происходит дифференциация пахотного горизонта на верхнюю, задернованную часть и нижнюю, близкую по свойствам к пахотному горизонту агропочвы [8, 9].

Выводы. Установлено, что содержание фракции подвижных гумусовых веществ, выделяемой растворами 0,1 н NaOH, может являться наиболее надежным и информативным диагностическим показателем для оценки состояния плодородия почв. Гумусовый горизонт исследуемой целинной серой лесной почвы оказался обогащен подвижными гумусовыми веществами. При этом в

агропочве наблюдается резкое падение количества ПГВ до 20 мг С/100 г почвы в пахотном горизонте, что указывает на очень низкий уровень плодородия и очень сильную степень выпаханности. В почве залежи произошла дифференциация пахотного горизонта на верхнюю часть – с накоплением ПГВ и нижнюю – где их содержание на уровне пахотного горизонт.

Библиографический список

1. Агрочвоведение / под ред. В.Д. Муха. – М.: КолосС, 2004. – 528 с.
2. Гришина Л.А. Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С. 42-47.
3. Доманский Ю.А., Дмитриева Е.Ш. Почвы Иркутской области и методы полевого обследования почвенного покрова. – Иркутск, 2002. – 128 с.
4. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкальского участка зоны БАМ // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования в зоне БАМ. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. – С. 11-98.
5. Шпедт А.А. Оценка и оптимизация органического вещества почв сельскохозяйственных угодий Красноярского края. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2013. – 230 с.
6. Шпедт А.А. Влияние гумусовых веществ черноземов Красноярского края на продуктивность зерновых культур // Агрехимия. – 2016. – № 2. – С. 3-9.
7. Шпедт А.А., Вергейчик П.В., Картавых В.В. Оценка легкоразлагаемого органического вещества почв сельскохозяйственных угодий Красноярского края // Агрехимия. – 2015. – № 12. – С. 37-45.
8. Литвинович А.В., Павлова О.Ю. Изменение гумусового состояния дерново-подзолистой глееватой песчаной почвы на залежи // Почвоведение. – 2007. – № 11. – С. 1323-1329.
9. Козлова А.А. Показатели гумусного состояния почв Южного Предбайкалья, находящиеся в целинном, пахотном и залежном режиме // Научный медицинский вестник. – 2016. – № 1 (3). – С. 106-118.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИС

В.А. Кириллова, И.О. Алябина
МГУ им. М.В. Ломоносова, fekda-star@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматривается значение геоинформационных систем для формирования профессиональных компетенций будущих специалистов в области экологии и почвоведения. Описываются этапы, особенности и некоторые методические аспекты преподавания учебного курса по освоению ГИС с применением проектного метода.*

APPLICATION OF THE PROJECT APPROACH FOR THE STUDY OF GIS

V.A. Kirillova, I.O. Alyabina
Lomonosov Moscow State University, fekda-star@mail.ru

***Abstract.** The article discusses the importance of GIS for the formation of professional competencies of future specialists in the field of ecology and soil science. The stages, features and some methodological aspects of teaching a training course on the development of GIS using the project method are described.*

В современном обществе информационные технологии проникают в различные сферы человеческой деятельности, играя в жизни человека всё большую роль. Наиболее отчётливо эта тенденция проявляется в области образования. Активное внедрение информационных технологий в образовательный процесс является одним из эффективных путей подготовки специалистов и признано важным средством осуществления модернизации системы образования [1].

Изучение геоинформационных технологий направлено на подготовку обучающихся к производственно-технологической, организационно-управленческой и научно-исследовательской видам деятельности, к решению профессиональных задач, предусмотренных Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования [2].

Рассматриваемые умения приобретают особую значимость в области проектной деятельности студента в вузе. Как известно, метод проектов давно заре-

комендовал себя в педагогике, а сегодня он выходит на новый уровень в условиях интеграции учебных предметов и технологий обучения. С применением этого метода у студентов вырабатывается умение четко формулировать задачи, составлять выборки, готовить данные для обработки современными средствами информационных технологий, выполнять интерпретацию результатов [3].

На факультете почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова данный метод обучения бакалавров и магистров реализуется в рамках следующих курсов: «ГИС-анализ в почвенных исследованиях», «Геоинформационные системы в эколого-почвенных исследованиях» и «Использование ГИС для решения экологических проблем».

В рамках данных дисциплин студенты изучают программу MapInfo Professional. Данная программа является одной из наиболее распространенных инструментальных геоинформационных систем (ГИС), предназначенных для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных. Её отличительной особенностью является универсальность. Инструментарий MapInfo Pro позволяет создавать и редактировать графические и табличные данные, быстро и удобно вносить в них изменения, применять различные инструменты анализа, создавать и публиковать наглядные карты, а также многое другое. В ходе освоения курсов студенты получают теоретические знания о возможностях использования геоинформационных систем в области почвоведения и экологии, применения методов ГИС-анализа в научно-исследовательской работе, а также изучают ряд методов пространственного анализа и пространственного моделирования, осваивают их применение [4, 5].

Обучение происходит в несколько этапов:

- лекции, которые основываются на наглядном методе обучения и дополнительных объяснениях;
- практические занятия, где осваиваются основные методы ГИС-анализа путём выполнения цикла обязательных задач с предусмотренным набором данных;
- самостоятельная работа студентов – выполнение ГИС-проекта.

Для создания ГИС-проекта каждый студент выбирает тему работы, регион и собирает все необходимые данные (материалы государственной статистики, статистика по выбранному региону, картографические материалы, тексты-описания проблемы и т.п.). Данные (в основном из сети Интернет) обычно дополняются материалами, предложенными преподавателем. По формуле (гео)информатики (данные → информация → знания) на занятиях студенты сначала обсуждают свои темы и возможные пути выполнения работы, визуализируют и представляют данные и затем информацию. Результатом работы является презентация с кратким докладом, включающая также и перечень использованных методов ГИС-анализа. Следует отметить, что в рамках данных дисциплин использование ГИС всё чаще находит своё применение при выполнении студентами курсовых и дипломных работ. При этом выбор темы и в целом области исследования в рамках проекта никак не ограничен. Вот лишь некоторые примеры тем проектов, которые были представлены студентами в ходе проведения зачёта: «Перспективы развития туризма в Мурманской области»; «Анализ строения мозаичного почвенного профиля при помощи инструмента MapInfo»; «Аномальные зоны республики Коми»; «Оценка обеспеченности качественным жильем населения Костромской области»; «Клещевые инфекции в Ленинградской области в 2017-2019 гг.»; «Определение влияния экологического фактора на стоимость жилой недвижимости в Москве»; «Анализ результатов выборов в Государственную Думу 2021».

Правильное «чтение» зрительно представленной информации, а также её корректное конструирование и интерпретация способствуют развитию профессионально значимого умения будущих специалистов. Это умение базируется на целом комплексе других составляющих, которые целесообразно рассматривать как частные умения: осуществлять поиск информации, проводить её оценку, ранжирование, сопоставление.

Геоинформационные системы предоставляют новые возможности в картографических исследованиях: средства обработки огромных массивов данных, специальные методы совместного анализа и установления количественных свя-

зей, способы визуализации информации, обеспечивающие наглядность и способствующие выявлению закономерностей. Поэтапное освоение этих возможностей в общепрофессиональных и специальных курсах формирует у студентов способность использовать знания о современных географических и земельно-информационных системах, умения применять информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства, обоснованно принимать решения в профессиональной деятельности, а также выполнять проектные работы не только в области экологии и почвоведения, но и в других отраслях знания, работающих с пространственными данными.

Библиографический список

1. Симонов А. В. Геоинформационное образование в России: проблемы, направления и возможности развития. URL: <http://e-lib.gasu.ru/eposobia/gis/3.html>.
2. Качалов Я.Н., Ростовцева В.М. Использование геоинформационных систем в профессиональной подготовке студентов современного вуза // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2011. № 10 (112), с. 60-63.
3. Литвинов Ю.А., Голозубов О.М. Опыт преподавания цифровой картографии и ГИС-технологий на кафедре почвоведения и оценки земельных ресурсов // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 6. С. 269.
4. Алябина И.О. Особенности спецкурса «Методы пространственного анализа ГИС» для студентов-почвоведов // Ноосферные изменения в почвенном покрове. Материалы Международной науч.-практич. конференции. Владивосток, 14-22 сентября 2007 г. Владивосток, Изд-во Дальневосточного ун-та, 2007, с. 459-460.
5. Алябина И.О. Географические информационные системы для почвоведения и экологии почв // Материалы по изучению русских почв. Вып. 8(35). СПб: Изд-во С.-Петербургского университета, 2014. С.78-80.

**ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ
В РАЗНОПЛАНОВЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
КАК ИНСТРУМЕНТ СОХРАНЕНИЯ
И ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ
НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

А.Е. Кудрявцев

Алтайский ГАУ, РФ, kae5959@mail.ru

Аннотация. Дифференцированное питание в разноплановых системах земледелия в условиях сухой степи Алтая должно основываться на ГИС-технологиях. Используя почвенную, агрохимическую, функциональную, дистанционную диагностику с помощью цифровых инструментов установлены лимитирующие элементы питания, такие как азот, сера, марганец, цинк, медь. Средним уровнем обеспеченности характеризуются агропочвы по содержанию подвижного фосфора, магния, высоким – калия, бора, кальция. Для сохранения и воспроизводства плодородия рекомендуем систему земледелия no-till, противоэрозионные качества которой нами обоснованно доказаны.

**DIFFERENTIATED NUTRITION IN DIVERSE FARMING SYSTEMS
AS A TOOL FOR PRESERVING AND REPRODUCING FERTILITY BASED
ON DIGITAL TECHNOLOGIES**

A.E. Kudryavtsev

Altai State Agricultural University, kae5959@mail.ru

Abstract. Differentiated nutrition in diverse farming systems in the conditions of the dry steppe of Altai should be based on GIS technologies. Using soil, agrochemical, functional, remote diagnostics with the help of digital tools, limiting batteries such as nitrogen, sulfur, manganese, zinc, copper are installed. Agro-soils are characterized by an average level of security in terms of the content of mobile phosphorus, magnesium, and high - potassium, boron, and calcium. For the preservation and reproduction of fertility, we recommend the no-till farming system, the anti-erosion qualities of which we have reasonably proven.

Инструментов дифференцированного воздействия на урожай огромное количество, они постоянно дополняются, так, например, существуют направления с дифференцированной обработкой почвы, нормой высева гибридов или сортов, использованием средств защиты растений, внесением минеральных удобрений, регулированием питания посредством внекорневых подкормок и

многое другое. В каждом элементе дифференцированного управления производственными процессами заложена своя стратегия.

Дифференцированное питание растений – значимый процесс основан на оценке неоднородности плодородия поля, с помощью технических средств позволяет результативно воздействовать на производственные процессы конкретного элемента питания. Современные информационные технологии сформировали новое направление, которое именуют точным земледелием. По определению ряда авторов под точным земледелием или прецизионным следует понимать систему оптимизации действий землепользователя по получению максимально возможного объема продукции с учетом природных условий, геоинформационных систем, что позволяет принять решение на проведение той или иной операции [1, 2]. Некоторыми авторами прописана пошаговая инструкция точного земледелия, но не в каждом хозяйстве есть техническая оснащенность осуществить этот процесс [3-5]. Однако многие цифровые инструменты хозяйственнику более доступны и интегрировано используются в производственной среде, что определяется не только технической оснащенностью, но и информативностью и интеллектуальными возможностями. Дифференцированное питание любой культуры на каждом поле, тем более в разноплановых системах земледелия, по состоянию не может быть одинаковым.

Основываясь на вышесказанном, цель исследований – изучить дифференцированное питание в разноплановых системах земледелия на основе цифровых технологий как инструмента сохранения и воспроизводства плодородия в сухой степи Алтая. Организация этого процесса должна основываться на природном потенциале, который характеризуется резко континентальным климатом, с суммой активных температур до 2400°C , с годовым количеством атмосферных осадков 240-300 мм, причем более 70% приходится на вегетационный период, гидротермический коэффициент находится в интервале 0,6-0,9, что указывает на преобладание процесса испарения влаги над ее поступлением. Исходя из климатических показателей, было установлено, что в сухой степи Алтая

эффективней применять систему земледелия no-till, однако есть другие природные факторы, которые не позволяют в полном объеме освоить эту систему.

Значимым природным условием в земледелии принято считать рельеф, который для сухой степи Алтая характеризуется относительно небольшими изменениями очертания поверхности – от 98 до 130 м над уровнем моря. Однако на этой территории совокупность неровностей в небольших интервалах приводит к значимым изменениям микроклимата, характера подземных и поверхностных вод, уровня их минерализации, почвообразовательного процесса и, как следствие, требует своего подхода.

Основопологающим фактором в выборе системы земледелия следует считать агропочву, она предопределяет весь набор технологических операций, сроки их проведения, потенциальное и эффективное плодородие и т.д. В структуре почвенного покрова сухой степи Алтая преобладает тип каштановых почв, подтип темно-каштановые и каштановые, на их долю приходится 42% территории, 14% занимает подтип светло-каштановых и светло-каштановых с родовым признаком солонцеватости. Встречаются солонцы и солончаки, которые занимают 11% площади территории, они, как правило, расположены по пониженным элементам рельефа, прилегающим к бессточным озёрам с высокой минерализацией солей [6].

Для сохранения и воспроизводства плодородия агропочв сухой степи Алтая рекомендуем ограничить использование традиционной системы земледелия. Основопологающей системой земледелия должна стать no-till, противоэрозионные качества которой нами обоснованно доказаны. Возможно, для пропашных культур использовать и strip-till, опыт его применения в аридных условиях существует и нами изучался. Понимаем, что strip-till не достаточно эффективен как барьер дефляционным процессам, однако позволяет устранить переуплотнение агропочв, которое характерно для данной территории. Проблема переуплотнения в этой почвенно-климатической зоне, во-первых, обусловлена гранулометрическим составом, во-вторых, щелочной или кислой реакцией среды, формирующейся за счёт высокоминерализованных грунтовых вод и их

близкого расположения к поверхности. Как следствие, при активизации процесса испарения меняется катионно-анионный состав и влечёт за собой процессы переуплотнения. Изначально мы считали, что переуплотнение в большей степени обусловлено активизацией процесса осолонцевания, что вполне логично. Когда более детально изучили этот вопрос, пришли к выводу, что в большей степени переуплотнение происходит за счёт таких минералов, как тенардит Na_2SO_4 и двойных солей сульфата натрия с другими сульфатами – астраханит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и глауберит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$. Как известно, значительные количества сульфата натрия содержатся в почвообразующих породах, сформированных в аридных условиях Алтая донными отложениями солёных озёр хлорид-сульфатного типа, основой которых являлась рапа. Их наличие в агропочвах характеризует кислую реакцию среды (pH 5,5-6,0), под такими почвами занято 66% территории. Повышенную кислотность, следовательно, переуплотнение почв, возможно регулировать за счёт химической мелиорации.

Стратегия дифференцированного питания должна быть разноплановой и созданной на основе геоинформационных систем в цифровом формате, согласовываться со всеми системами земледелия и иметь свою основу. Возделывание сельскохозяйственных культур по системе земледелия no-till полноценно вписывается в агроландшафты сухой степи Алтая и позволяет решать не только производственные вопросы, но и агроэкологические проблемы.

Библиографический список

1. Драчев, Н. А. История и методология научной агрономии: учебное пособие / Н. А. Драчев. – Липецк: Липецкий ГПУ, 2019. – 278 с. – ISBN 978-5-907168-16-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/126975>.
2. Шерстобитов, С.В. Эффективность дифференцированного внесения азотных удобрений в режиме off-line в условиях Западной Сибири / С. В. Шерстобитов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5. – С. 22-26. – ISSN 2073-0853. – Текст: электронный // Лань:

электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/316116> (дата обращения: 20.04.2022).

3. Еремин Д.И., Кибук Ю.П., Ахметова А.С. К вопросу о тканевой диагностике питания зерновых культур в системе точного земледелия // Вестник КрасГАУ. 2017. № 9 (132). С. 14-22.
4. Абрамов Н.В., Семизоров С.А. Управление продукционными процессами агробиоценозов с применением космических систем // Агропродовольственная политика России. 2012. № 5. С. 12-19.
5. Четырбоцкий В.А., Четырбоцкий А.Н., Левин Б.В. Математическое моделирование динамики минерального питания растений в системе "удобрение-почва-растение" // Биофизика. 2020. Т. 65. № 6. С. 1219-1229.
6. Kudryavtsev A., Tumbaeva N. and Toropova E. Digital Technologies in Agriculture of Arid Territories of Altai // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 666 (2021) 052063 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/666/5/05206.

УДК 631.471

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

***В.В. Лапа, Д.В. Матыченков, О.В. Матыченкова,
С.В. Дыдышко, Е.Д. Ананько***

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, Республика Беларусь,
odm@brissa.by*

Аннотация. *Комплексная оценка почвенного покрова представляет собой установление факторов, лимитирующих производительную способность почвенного покрова, на основе геостатистического анализа. Она позволяет создать картограммы оптимальных показателей плодородия почв и установить их пригодность для возделывания сельскохозяйственных культур для каждого элементарного участка.*

INTEGRATED ASSESSMENT OF SOIL COVER FOR USE IN INTELLECTUAL INFORMATION SYSTEMS

V.V. Lapa, D.V. Matychenkau, O.V. Matychenkova, S.V. Dydysenko, E.D. Ananko
Institute of soil science and agrochemistry, Minsk, Republic of Belarus,
odm@brissa.by

Abstract. *A comprehensive assessment of the soil cover is the establishment of factors limiting the productive capacity of the soil cover based on geostatistical analysis. The assessment allows to create cartograms of optimal indicators of soil fertility and determine their suitability for growing crops for each elementary plot.*

Международный опыт показывает, что создание интеллектуальных информационных систем для сельскохозяйственного производства становится в наши дни фактором, определяющим ведение экологически безопасного, ресурсосберегающего и прибыльного сельскохозяйственного производства. В Республике Беларусь разработка информационных систем для рационального использования почв на основе цифровых технологий и создание специализированных баз данных, которые бы обеспечивали научно обоснованные приемы повышения и сохранения плодородия почв, включены в приоритетные направления научной деятельности. Современный подход к управлению продуктивностью сельскохозяйственных культур имеет комплексный характер и должен формироваться по принципам, которые учитывают особенности фотосинтеза, морфогенеза и минерального питания, и обеспечивают управления ими. Первоочередной задачей такого подхода является максимальное нивелирование препятствующих факторов сближения биологического потенциала культуры (сорта) с фактическим. Основная цель формирования агротехнологий, основанных на интегрированном применении средств химизации, заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность сельскохозяйственной культуры и качества продукции. Лимитирующими факторами следует называть такие факторы, которые ограничивают развитие организмов из-за недостатка или их избытка по сравнению с потребностью (оптимальным содержанием).

Важнейшими фактором, определяющим и, в конечном счете, плодородие почв, является ее классификационная принадлежность, определяемая рядом подчиненных свойств: типовая принадлежность почв, гранулометрический состав, подстиление, а также режим увлажнения почв.

Для учета максимально возможного количества факторов, лимитирующих производительность возделываемых культур, в основу базы данных положена информация об агропроизводственных группировках почв [1]. В группировках для конкретной сельскохозяйственной культуры в каждой степени пригодности приводится перечень классификационных единиц почв с учетом типовой принадлежности, степени и режима увлажнения, гранулометрического состава почвообразующих и подстилающих пород, агроэкологического состояния, которые по своим показателям и производительной способности соответствуют той или иной группе пригодности почв. Такие группировки почв разработаны под наиболее требовательные к почвенным условиям культуры, возделываемые в республике: озимую пшеницу, озимое тритикале, яровую пшеницу, ячмень, лен, сахарную свеклу, озимый рапс. Используя данные частных агропроизводственных группировок, регламенты возделывания сельскохозяйственных культур, различные рекомендации, нормативы и справочники [2], были созданы базы данных лимитирующих урожай факторов для вышеперечисленных культур.

Исходя из классификационной принадлежности почвенного покрова, а также факторов, лимитирующих урожайность возделываемой культуры, производится присвоение почвенному контуру цифровой почвенной карты то или иное значение самого фактора. Лимитирующим может быть не только один, но и целая совокупность факторов. Здесь следует различать те факторы, которые могут быть изменены в процессе окультуривания почвенного покрова, и те, которые являются перманентными, то есть постоянными и не могут быть изменены в обозримом будущем. К таким относится типовая принадлежность почв, характер и гранулометрический состав как подстилающих пород, так и самих почв. Следующей является задача установление влияния факторов для данной

сельскохозяйственной культуры для всего элементарного участка. Используя геостатистический метод объединения контуров на основе идентичности заданного параметра, в конечном итоге присваивается значение лимитирующего фактора в целом конкретного рабочего участка.

Комплексная оценка проводится посредством построения картограмм данных факторов, созданных на основе геостатистического анализа почвенного покрова на уровне сельскохозяйственного предприятия. Это позволяет выявить элементарные участки с недопустимым, допустимым, пригодным и оптимальным значениям кислотности почвенного покрова, содержанием гумуса, содержанием подвижных форм фосфора и калия отдельно для каждой из культур. Созданы картограммы комплексной агрохимической характеристики для возделывания сельскохозяйственных культур по элементарным участкам, а также картограммы комплексного показателя плодородия для возделывания выщепечисленных культур по элементарным участкам с учетом классификационной принадлежности почвенного покрова.

Данное исследование позволило провести оценку факторов, лимитирующих производительную способность почвенного покрова, на основе геостатистического анализа и создать картограммы оптимальных показателей плодородия почв (классификационная принадлежность, кислотность, содержание гумуса, содержание подвижных форм фосфора и калия) для ряда сельскохозяйственных культур для сельскохозяйственной организации. В результате получится балл пригодности конкретного элементарного участка для возделывания конкретной культуры. Для точного определения пригодности конкретных участков и для большей наглядности картографического материала нами предложены следующие градации этого показателя: 0-0,75 – непригодные, 0,76-1,25 – малопригодные, 1,26-1,75 – условно пригодные, 1,76-2,25 – приемлемые, 2,26-2,75 – пригодные, 2,76-3 – наиболее пригодные (рис.).

Таким образом, факторы, лимитирующие урожайность конкретных возделываемых культур (классификационная принадлежность почвенного покрова, агрохимические показатели элементарного участка, предшественники), и их

количественные показатели являются параметрами комплексной оценки пригодности почвенного покрова элементарного участка для возделывания сельскохозяйственных культур.

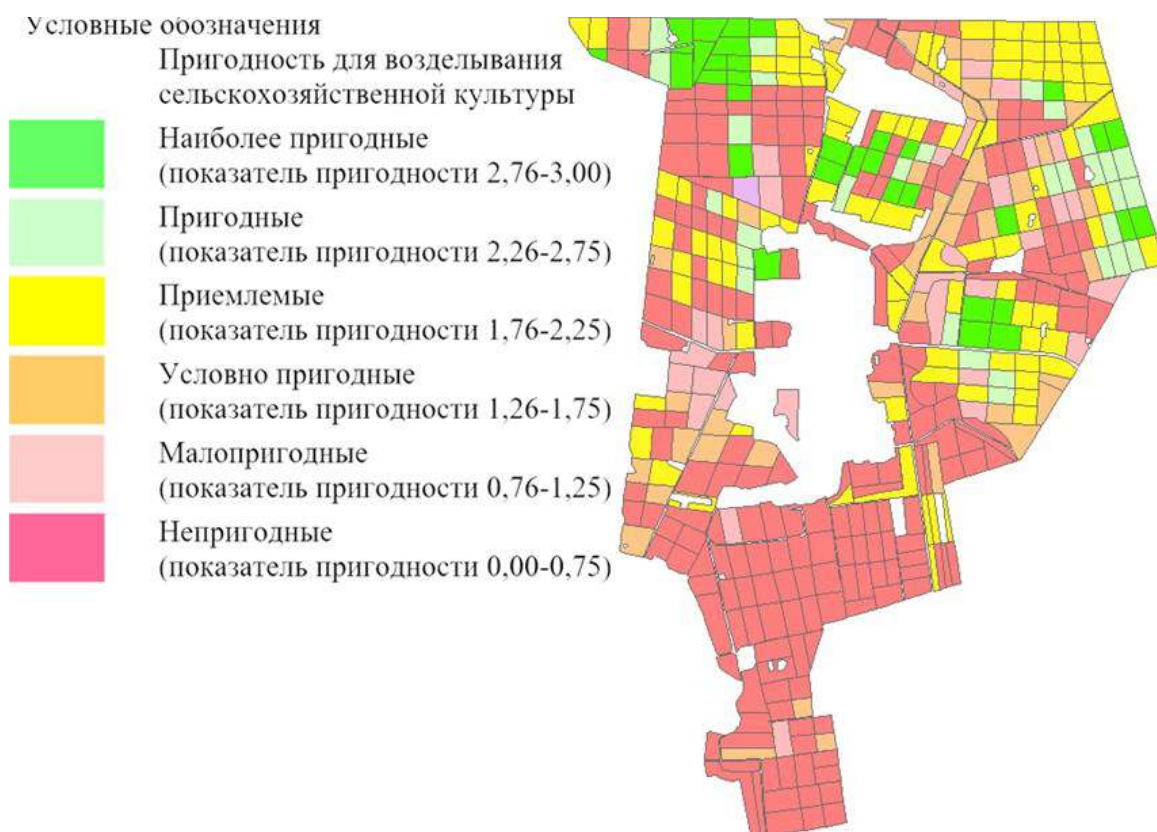


Рис. Пригодность элементарных участков ОАО «Большевик-агро» Солигорского района Минской области для возделывания озимой пшеницы

Библиографический список

1. Лапа В.В., Цытрон Г.С., Шибут Л.И. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации. – Минск, 2011 – 65 с.
2. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 288 с.

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Е.С. Лобанова

ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, РФ, evgeniyalobanova83@mail.ru

Аннотация. В работе представлены данные по структурному состоянию целинных и пахотных серых лесных почв Кунгурского и Березовского районов Пермского края. Оценка структурного состояния проведена по коэффициенту структурности, критерию водопрочности, водоустойчивости, содержанию агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов. Целинные серые лесные почвы обладают неудовлетворительным и удовлетворительным структурным состоянием, пахотные серые лесные почвы характеризуются хорошим структурным состоянием.

STRUCTURAL STATE OF GRAY FOREST SOILS IN THE PERM TERRITORY

E.S. Lobanova

Perm State Agro-Technological University, Russia, evgeniyalobanova83@mail.ru

Abstract. The paper presents data on the structural state of virgin and arable gray forest soils of the Kungur and Berezovsky regions of the Perm Territory. The assessment of the structural state was carried out according to the structural coefficient, the criterion of water resistance, water resistance, the content of agronomically valuable structural and water-resistant aggregates. Virgin gray forest soils have an unsatisfactory and satisfactory structural condition, arable gray forest soils are characterized by a good structural condition.

Серые лесные почвы формируются в южной части лесной зоны и в лесостепи под травянистыми широколиственными лесами в Европейской России и часто сочетают многие процессы как подзолистого, так и дернового процесса почвообразования [1-3]. Поэтому для сохранения и повышения их плодородия важным является изучить их структурное состояние, как одного из важных диагностических признаков, от которого зависят большинство физических свойств почв, а также водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы. На количество и устойчивость водопрочных агрегатов влияют содержание гумуса, реакция

среды, интенсивность и глубина обработки почвы, корневая система растений и многое другое [4-7].

Цель исследования – дать оценку структурного состояния серых лесных почв в естественных и агрогенных ландшафтах.

Лесостепь является одной из самых аграрноосвоенных территориально-административных единиц Пермского края. Серые лесные почвы встречаются на юго-востоке равнинной части края и занимают площадь 468 тыс. га, из которых под пашню используется более 50% [2]. Изучали серые лесные почвы Кунгурского и Березовского районов. Агрегатный состав почв проведен ситовым методом Н.И. Саввинова. Оценка структурного состояния почв – с помощью следующих показателей: коэффициента структурности (К), критерия водопрочности (А), водоустойчивости (агрегаты размером $> 0,25$ мм), содержания агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм) [8, 9].

При оценке результатов агрегатного состава целинных серых лесных почв Кунгурского района установлено, что коэффициент структурности варьирует от хорошего до неудовлетворительного (табл. 1). Водоустойчивость хорошая и удовлетворительная, так как содержание водопрочных агрегатов $< 0,25$ мм составляет 38,4-51,6%. Для почв характерна повышенная глыбистость (агрегатов > 10 мм – 33-48,5%). Агрономически ценная структура оценивается как удовлетворительная и неудовлетворительная. Так, содержание агрономически ценных агрегатов (0,25-10 мм) в почвах изменяется в пределах от 20 до 50%. Такое неблагоприятное структурное состояние целинных серых лесных почв в Кунгурском районе связано с низким содержанием гумуса и кислой реакцией среды.

Структурное состояние светло-серых и серых лесных пахотных почв Кунгурского района Пермского края по содержанию агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов оценивается как отличное и хорошее (66,4-83,5%). Коэффициент структурности в основном отличный, критерий водопрочности отличный и хороший (127-1200), водоустойчивость отличная и хорошая (55,8-72,6). В результате сельскохозяйственного использования (из-

весткование, внесение удобрений, правильная обработка) наблюдается улучшение структурного состояния серых лесных почв, что, соответственно, оказывает благоприятное влияние на комплекс агрофизических свойств.

Таблица 1 – Агрегатный состав серых лесных почв Кунгурского района Пермского края

| Размер агрегатов, содержание, % | | | | | | | | | К | А | В |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|------|-----|------|
| >10 | 10-7 | 7-5 | 5-3 | 3-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | <0,25 | | | |
| Серая лесная обычная среднеспонгиозная тяжелосуглинистая почва, А ₁ 2-23 см | | | | | | | | | | | |
| <u>33,11</u> | <u>5,64</u> | <u>3,01</u> | <u>4,04</u> | <u>3,3</u> | <u>3,94</u> | <u>0,6</u> | <u>0,32</u> | <u>48,39</u> | 0,3 | 117 | 38,4 |
| - | - | - | 4 | 6,4 | 14,2 | 5,8 | 4,8 | 61,6 | | | |
| Серая лесная обычная среднеспонгиозная среднесуглинистая почва, А ₁ 4-25 см | | | | | | | | | | | |
| <u>48,5</u> | <u>15,5</u> | <u>10,4</u> | <u>12,8</u> | <u>6,6</u> | <u>5,5</u> | <u>0</u> | <u>0</u> | <u>0,7</u> | 1,4 | - | 51,6 |
| - | - | - | 0,6 | 1,4 | 10,6 | 13,4 | 25,6 | 48,4 | | | |
| Светло-серая лесная тяжелосуглинистая почва, А _{пах} 0-29 см | | | | | | | | | | | |
| <u>5,7</u> | <u>13,9</u> | <u>16,7</u> | <u>33,9</u> | <u>19,4</u> | <u>8,5</u> | <u>0,3</u> | <u>0,2</u> | <u>1,4</u> | 13,1 | 476 | 55,8 |
| - | - | - | 19,2 | 4 | 8,8 | 9,2 | 14,6 | 44,2 | | | |
| Серая лесная тяжелосуглинистая почва, А _{пах} 0-24 см | | | | | | | | | | | |
| <u>22,0</u> | <u>25,6</u> | <u>25,3</u> | <u>20,8</u> | <u>3,6</u> | <u>1,5</u> | <u>0,2</u> | <u>0,1</u> | <u>0,9</u> | 3,4 | 127 | 72,6 |
| - | - | - | 38,2 | 3,6 | 9,2 | 10 | 11,6 | 27,4 | | | |

Примечание. Числитель – результаты «сухого» просеивания, в знаменателе – «мокрого»; К – коэффициент структурности; А – критерий водопрочности; В – водостойчивость.

При рассмотрении структурного состояния серых лесных почв Березовского района установлено, что серая лесная тяжелосуглинистая целинная почва имеет отличное агрегатное состояние и хорошую водопрочность. Пахотная серая лесная также имеет отличное структурное состояние, при этом ее критерий водопрочности превышает в два раза критерий водопрочности серой лесной целинной и соответствует хорошей водопрочности (табл. 2). Содержание агрономически ценных структурных и водопрочных агрегатов (0,25-10 мм) имеет хорошую оценку как в целинной, так и в пахотной почвах. Однако следует отметить, что активное сельскохозяйственное использование почв приводит к ухудшению структурного состояния за счет увеличения глыбистости, что в свою очередь снижает коэффициент структурности.

Таким образом, установлено, что серые лесные почвы Кунгурского района характеризуются более благоприятным структурным состоянием в сравнении с аналогичными почвами Березовского района. Целинные серые лесные почвы обладают неудовлетворительным и удовлетворительным структурным состоя-

нием. При использовании серых лесных почв Пермского края в сельском хозяйстве происходит улучшение их структурного состояния.

Таблица 2 – Агрегатный состав серых лесных почв Березовского района Пермского края

| Размер фракций, мм, содержание, % | | | | | | | | | К | А | В |
|--|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------|-----|------|
| >10 | 10-7 | 7-5 | 5-3 | 3-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | <0,25 | | | |
| Серая лесная тяжелосуглинистая почва, А ₁ 5-25 см | | | | | | | | | | | |
| <u>26,1</u> | <u>22,5</u> | <u>16,8</u> | <u>9,7</u> | <u>5,4</u> | <u>0,5</u> | <u>6,4</u> | <u>2,1</u> | <u>10,5</u> | 1,73 | 203 | 67,2 |
| - | - | - | 6,8 | 5,4 | 20,4 | 7,8 | 26,8 | 32,8 | | | |
| Серая лесная окультуренная тяжелосуглинистая почва, Апах 0-37 см | | | | | | | | | | | |
| <u>37,8</u> | <u>12,7</u> | <u>17,6</u> | <u>12,6</u> | <u>7,3</u> | <u>3,5</u> | <u>1,6</u> | <u>4,9</u> | <u>2,0</u> | 1,51 | 392 | 70,0 |
| - | - | - | 4,2 | 6,4 | 22,8 | 8,4 | 28,2 | 30 | | | |

Библиографический список

1. Газизуллин А.Х. Генезис почв, сформированных на красноцветных пермских отложениях Среднего Поволжья и Предуралья // Почвоведение. – 1995. – № 9. – С. 1071-1081.
2. Вологжанина Т.В. Серые лесные почвы зоны широколиственных лесов Русской равнины. – Пермь: ПГСХА, 2005. – 454 с.
3. Файзрахманова Э.Р., Валеева А.А. Антропогенная эволюция серых почв Волжско-Камской лесостепи // Сборник научных трудов молодых ученых. – Казань: Отечество, 2014. – С. 171-174.
4. Карпушенков В. В. Агрофизические свойства и гидрологический режим почв тяжелого механического состава Предуралья. Автореферат на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Ленинград; Пушкин, 1984. – 16 с.
5. Шеин Е.В., Милановский Е.Ю. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов // Почвоведение. – 2003. – № 1. – С. 53-61.
6. Самофалова И.А., Патракова С.С. Интегральная оценка плодородия и устойчивости почв эрозионно-аккумулятивной катены / Современная биология: вопросы и ответы // Материалы I Международной научной конференции, 20-21 января 2012 г., г. Санкт-Петербург – Петрозаводск. – Санкт-Петербург; Петрозаводск: ПетроПресс, 2012. – С. 68-74.

7. Самофалова И.А. Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в нечерноземной зоне // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 24-28. – DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10107.
8. Кузнецова И.В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв // Почвоведение. – № 3. – 1979. – С.81-88.
9. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство / Под ред. Е.В. Шеина. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 200 с.

УДК 631.4

**ОЦЕНКА
ПОЧВЕННО-АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ
ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

О.В. Матыченкова, Т.Н. Азаренок, С.В. Дыдышко, Е.Д. Ананько
РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, Республика Беларусь,
soil@tut.by

***Аннотация.** На основании показателей балльной оценки урожайности сельскохозяйственных культур и климатических данных проведена оценка почвенно-агроклиматического потенциала земель Республики Беларусь. Высоким уровнем почвенно-агроклиматического потенциала характеризуются районы преимущественно в западной, центральной и юго-восточной частях, средним – в восточной и юго-западной частях, а низким уровнем – на севере, северо-западе и частично в центральной части республики. Уровень использования потенциала колеблется от 39 до 109%.*

**ASSESSMENT OF THE SOIL-AGRO-CLIMATE POTENTIAL
OF THE LANDS OF BELARUS FOR CROP CULTIVATION**

O.V. Matychenkova, T.N. Azarenok, S.V. Dydysenko, E.D. Ananko
Institute of soil science and agrochemistry, Minsk, Republic of Belarus, soil@tut.by

***Abstract.** An assessment of the soil-agro-climate potential of the lands of Belarus was evaluated based on the scoring indicators, crop yields and climate data. A high level of soil-agro-climatic potential is characteristic of areas mainly in the western, central and southeastern parts, an average level in the eastern and southwestern parts, and a low level in the north, northwest and partly in the central part of the republic. The level of potential use varies from 39% to 109%.*

Современное сельскохозяйственное производство растениеводческой продукции должно опираться на рациональное и эффективное использование земель, учитывая при этом природно-климатические, экономические, биологические, производственные и другие факторы и условия, совокупность которых можно отразить через почвенно-агроклиматический потенциал.

Установлено, что за последние тридцать лет на территории республики произошло увеличение сумм активных температур на 300-450°C, а количество осадков сильно варьирует по областям [1]. Прямое воздействие температуры и атмосферных осадков в результате изменения климата будет способствовать снижению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности пастбищ на 6-90%. Это находит свое отражение в изменении агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур как по административным районам, так и по зонам специализации сельского хозяйства.

Вопросами оценки агроэкологического и агроклиматического потенциала сельскохозяйственных земель занимались многие ученые, такие как Д.С. Булгаков, И.И. Карманов, П.А. Суханов, А.К. Оглезнев и др. [2-4].

Под почвенно-агроклиматическим потенциалом (ПАКП) следует понимать сложную комплексную систему, объединяющую между собой почвенно-земельные и агроклиматические ресурсы, эффективное использование которых позволит получить максимальный объем продукции при минимальных затратах на ее производство». Согласно существующим в республике подходам [5, 6], составляющими для определения почвенно-агроклиматического потенциала были выбраны следующие показатели: балл плодородия пахотных земель; урожайность зерновых и зернобобовых культур в пересчете на кг/балло-гектар; сумма активных температур воздуха $>10^{\circ}\text{C}$; сумма осадков за этот же период, мм. Оценка потенциала по областям республики в разрезе районов определялась на основе совокупных индексов обеспеченности ресурсами каждого района по отношению к среднеобластным условиям. Использование индексного метода позволяет сопоставить различные показатели без применения каких-либо стоимостных показателей [5].

На основании произведенных расчетов была составлена картосхема распределения районов по почвенно-агроклиматическому потенциалу и произведена их группировка (рисунок, таблица).

Таблица – Группировка районов по почвенно-агроклиматическому потенциалу

| Группировка | Среднее значение индекса ПАКП | Урожайность с 1 ц/га | Количество районов в группе | % от всех районов | Средний уровень использования ПАКП, % |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Низкий уровень | 0,93 | 17,4-33,8 | 38 | 32 | 51,4 |
| Средний уровень | 0,98 | 24,3-45,8 | 49 | 42 | 60,0 |
| Высокий уровень | 1,05 | 32,9-72,8 | 31 | 26 | 73,9 |

К первой группе с низким уровнем почвенно-агроклиматического потенциала относятся 38 районов (индекс ПАКП 0,88-0,95). На данных территориях уровень использования почвенно-агроклиматического потенциала колеблется от 39 до 59%. По республике уровень использования ПАКП составляет 62%.

В сельскохозяйственных организациях этой группы необходимо проводить оптимизацию земельных ресурсов и структуры посевных площадей, повышать эффективность использования удобрений с целью сохранения и повышения естественного плодородия почв.

Во вторую группу со средним индексом ПАКП (0,95-1,02) входят 49 районов. Здесь уровень использования равен среднереспубликанскому. Всего по республике эти районы занимают 42%. В районах этой группы рекомендуется поддерживать существующее соотношение земельных ресурсов и научно обоснованную структуру посевных площадей.

К третьей группе относятся районы, где индекс почвенно-агроклиматического потенциала колеблется от 1,03 до 1,15. Уровень использования в среднем составляет 73,9%, что в 1,2 раза больше среднереспубликанского. Всего в эту группу входит 31 район. Меньше всего их в Витебской (Витебский, Оршанский) и Гродненской (Гродненский, Кореличский, Щучинский) областях. В Минской области 4 района относятся к данной группе. В Могилевской и Гомельской – по 6 и 7 соответственно. Наибольшее количество районов в Брестской области – 9 (Барановичский, Брестский, Дрогичинский, Жабинков-

ский, Ивановский, Каменецкий, Ляховичский, Пружанский, Столинский). Рекомендуется также поддерживать сложившуюся научно обоснованную структуру посевных площадей, применение минеральных и органических удобрений соотносить с уровнем достигнутого плодородия.

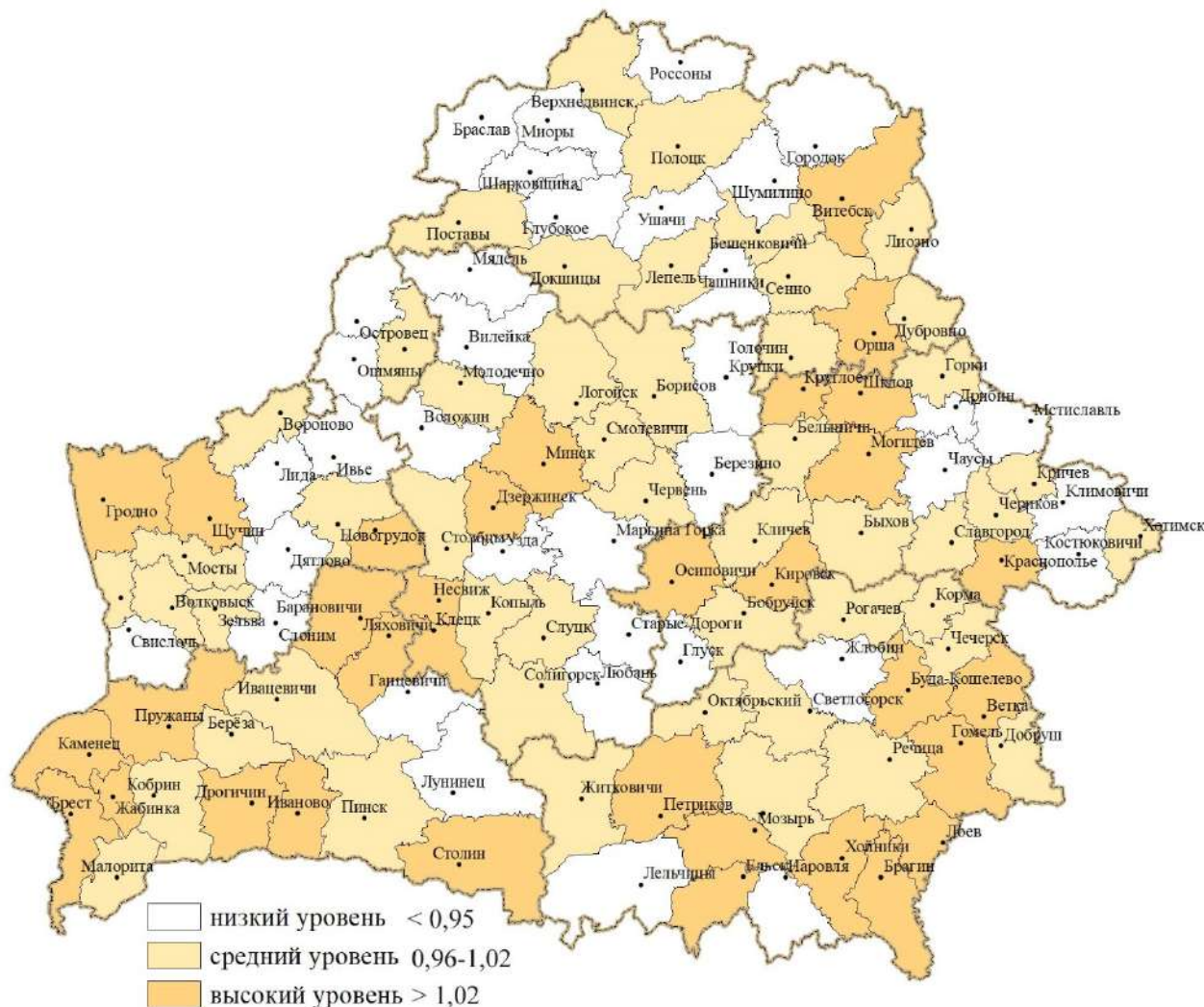


Рис. Картограмма распределения районов республики по почвенно-агроклиматическому потенциалу сельскохозяйственных организаций

Библиографический список

1. Логинов В.Ф., Лысенко С.А. Современные изменения глобального и регионального климата. – Минск: Беларус. навука, 2019. – 315 с.
2. Карманов И.И., Булгаков Д.С. Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра – М: Изд-во ООО «АПР», 2012. – 121 с.
3. Суханов П.А. Комаров А.А. Агроресурсный потенциал: структурно-функциональная организация, точки управления // Современные тенденции в

научном обеспечении АПК Верхневолжского региона. – Иваново: Ипк «ПресСто», 2018. – С. 18-29.

4. Оглезнев А.К. «Оценка качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (М.: Роснедвижимость – ФГУП «Госземкадастрсъемка» – ВИСХАГИ, 2007. – 131 с.
5. Колмыков А.В., Авдеев А.Н. Производственный и почвенно-агроклиматический потенциалы сельскохозяйственных организаций Минской области // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3 – С.191-200.
6. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель. Технология работ ТКП 302-2018 (33520) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 105 с.

УДК 631.4

КАДАСТРОВАЯ СТОИМОСТЬ ЗЕМЕЛЬ АГРОЛАНДШАФТОВ СИБИРИ

П.М. Сапожников, Н.И. Данилова

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
sap-petr@yandex.ru*

***Аннотация.** Агрорландшафты Сибири резко дифференцированы по кадастровой стоимости. Причиной такой дифференциации являются низкие значения агроклиматического потенциала и негативные факторы, снижающие плодородие почв. Наиболее высокие значения агроклиматического потенциала и кадастровой стоимости отмечены в Омской области и Алтайском крае. На эродированных почвах снижение кадастровой стоимости может достигать 40%, а в условиях оглеения – до 60%. Процессы осолонцевания и засоления почв снижают величины кадастровой стоимости до 75%.*

CADASTRAL VALUE OF AGRICULTURAL LAND IN SIBERIA

P.M. Sapozhnikov, N.I. Danilova

Lomonosov Moscow state University, sap-petr@yandex.ru

***Abstract.** Agro-landscapes in Siberia are sharply differentiated by cadastral value. The reason for this differentiation is the low values of agroclimatic potential and*

negative factors that reduce soil fertility. The highest values of agroclimatic potential and cadastral value are noted in the Omsk region and Altai Krai. On eroded soils decrease of cadastral value can reach 40%, and in conditions of gleying - up to 60%. Salinization and salinization processes decrease cadastral value up to 75%.

Государственная кадастровая оценка земель является неотъемлемой процедурой для успешного функционирования системы земельных отношений нашей страны. В первую очередь, определение кадастровой стоимости необходимо для налогообложения и вычисления арендной платы. Источником информации для вычисления кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения является характеристика качества почв. Эти данные базируются на материалах крупномасштабных почвенных исследований, проведенных во всех субъектах Российской Федерации в середине 90-х годов прошлого века [1]. От характеристики качества почв (содержание гумуса, мощности гумусового горизонта, содержание физической глины, негативных факторов, влияющих на плодородие почв) зависит величина кадастровой стоимости, налог на сельскохозяйственные земли, который является местным налогом и остается в субъекте Российской Федерации. Почвы, находящиеся в различных агроклиматических условиях, в различных элементах ландшафта будут дифференцированы по кадастровой стоимости, и изучение характера такой дифференциации является весьма актуальной задачей, имеющей практическую (экономическую) значимость. Эта работа чрезвычайно актуальна в настоящее время, поскольку в 2022 году государственными бюджетными учреждениями (ГБУ) планируется определение кадастровой стоимости в регионах Сибири. Земли сельскохозяйственного назначения Сибирского федерального округа необходимо оценивать по принятым правилам кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения. На примере Иркутской, Томской, Омской областей и Алтайского края рассмотрим дифференциацию показателей кадастровой стоимости. В методических указаниях «О государственной кадастровой оценке» [2], утвержденных приказом Министерством экономического развития Российской Федерации № 226 от 12 мая 2017 г., при кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначе-

ния оценивают почвенные свойства, влияющие на плодородие земель, характеристики климата и рельефа местности. Методические указания рекомендуют проводить кадастровую оценку земель сельскохозяйственного назначения на основе Единого государственного реестра почвенных ресурсов [3], расчета нормативной урожайности и технологических (нормативных) затрат. Данные источники предоставляют наименования почв и показатели их плодородия, а также включают характеристику других природных условий [4].

Рассчитав удельные показатели кадастровой стоимости различных почв, зная площади, которые занимают эти почвы, для конкретных кадастровых участков можно рассчитать их кадастровую стоимость. В современных кадастровых материалах такая информация отсутствует, в них приведены данные о кадастровой стоимости земельных участков без учета качества земель и площади конкретных типов почв. Полученные данные могут быть использованы при проведении производственных работ, выполняемых сотрудниками ГБУ по определению кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения. Данная работа опирается на официальные, используемые в государственной кадастровой оценке земель, данные.

Важным параметром, определяющим величину кадастровой стоимости земель, является величина агроклиматического потенциала [5]. Данный показатель характеризует влияние климатических условий на урожайность сельскохозяйственных культур и включает в себя следующие показатели: сумма активных температур больше десяти градусов, коэффициент увлажнения и континентальности. Минимальные показатели агроклиматического потенциала отмечены на севере Иркутской области, максимальные показатели – на юге Алтайского края и Омской области. Следовательно, можно предположить, что в этих субъектах будут и максимальные значения кадастровой стоимости.

Несмотря на довольно высокие значения содержания гумуса и мощности гумусового горизонта, почвы Иркутской области характеризуются низкими значениями удельных показателей кадастровой стоимости (УПКС), которые не превышают 3,5 руб/м² [6]. Связано это с низкими значениями агроклиматиче-

ского потенциала, величина которого колеблется от 3,5 до 3,6. Необходимо отметить, что в Европейской части России (Курская область) величина агроклиматического потенциала составляет 7,7, а величины УПКС различных подтипов черноземов колеблются от 8,3 до 14,2 руб/м² [7]. Более высокие значения показателей кадастровой стоимости отмечены и для Тюменской области, в зонах с высоким значением агроклиматического потенциала [8].

В Томской области в первой агроклиматической подзоне (север Томской области) преобладают в основном подзолистые и дерново-подзолистые почвы. Сельскохозяйственных угодий в этой подзоне немного, и они используются только для выращивания кормовых угодий [9]. УПКС песчаных подзолистых и дерново-подзолистых почв не превышает 0,16 руб/м². Максимальные показатели для тяжелосуглинистых дерново-подзолистых почв с содержанием гумуса 2,7% составляет 5,7 руб/м². В условиях средней смывости почв снижение УПКС колеблется в интервале 21-23%, а при сильной смывости почв эта величина снижается до 40%. Торфяно-глеевые болотные верховые и торфяно-болотные низинные почвы характеризуются невысокими значениями УПКС – от 0,26 до 0,37 руб/м².

Во второй агроклиматической подзоне возрастает площадь сельскохозяйственных угодий и пахотнопригодных земель. Для светло-серых лесных почв с высоким содержанием гумуса (5%) и значительной мощностью гумусового горизонта (35 см) величина УПКС достигает 7,9 руб/м². Максимальные показатели УПКС темно-серых лесных и дерново-карбонатных почв близки и составляют 8,29-8,93 руб/м².

В условиях развития процесса оглеения данных почв наблюдается снижение УПКС. Для поверхностно- и профилно-слабоглееватых и глееватых почв снижение составляет 13-17%, а у глубоко-глеевых почв снижение может быть более значительным – до 63%. Диапазон УПКС аллювиальных кислых почв р. Оби характеризуется интервалом от 6,8 до 7,7 руб/м².

В третьей агроклиматической подзоне для земель Томской области отмечаются наибольшие площади сельскохозяйственных угодий с высокими значе-

ниями агроклиматического потенциала и максимальное количество высокоплодородных земель. Естественно предположить, что в муниципальных районах этой агроклиматической подзоны будут отмечены максимальные значения УПКС. Для оподзоленных черноземов Томской области УПКСЗ характеризуется максимальными значениями в диапазоне от 9,9 до 10,5 руб/м². Необходимо отметить, что черноземные почвы в Томской области распространены фрагментарно только в Кожевниковском и Шегарском районах.

Территория Омской области резко дифференцирована с севера на юг и включает в себя четыре земельно-оценочных района. Максимальные показатели агроклиматического потенциала и коэффициента увлажнения отмечены на севере Омской области (АП=5,1; КУ=0,98-1,10), минимальные – на юге области (АП=4,3; КУ=0,58-0,69).

Максимальные показатели кадастровой стоимости почв агроландшафтов Омской области отмечены в четвертой (южной) агроклиматической подзоне.

Максимальные показатели кадастровой стоимости у выщелоченных и обыкновенных черноземов, они достигают 5,0-6,5 руб/м². Показатели кадастровой стоимости темно-серых лесных почв колеблются от 2,5 до 3,7 руб/м², серых лесных почв – от 2,0 до 2,5 руб/м², а дерново-подзолистых почв – от 1,5 до 2,5 руб/м². Осолонцевание и засоление почв значительно (до 75%) снижают показатели кадастровой стоимости.

Основу земледелия Алтайского края составляют чернозёмы: обыкновенные, выщелоченные, южные и оподзоленные, а также каштановые почвы. По данным ГБУ «Центр недвижимости и государственной кадастровой оценки Алтайского края» наиболее высокие среднерайонные показатели кадастровой стоимости земель отмечены в районах так называемой Бийской зоны: Бийский, Зональный, Смоленский, Быстроистокский и Троицкий, а также предгорные: Красногорский, Алтайский, Советский и, частично, Солонешенский районы. В этих районах сосредоточены чернозёмы с высоким содержанием гумуса.

Анализ показателей кадастровой стоимости различных почв агроландшафтов Алтайского край показал самые высокие значения кадастровой стоимости в

четвертом агроклиматическом районе (восточная часть края). Величины кадастровой стоимости выщелоченных черноземов в этой агроклиматической зоне составляет 13,7-14,0 руб./м², лугово-черноземной – 12,5-12,9 руб/м². Кадастровая стоимость темно-серых лесных почв составляет 6,0-6,5 руб/м², а серых лесных – 4,0-5,5 руб/м².

Библиографический список

1. Сапожников П.М. Основные проблемы при проведении государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения. - Имущественные отношения в Российской Федерации. № 12. – 2019. – С. 111-115.
2. Методические указания о государственной кадастровой оценке. Утверждены Приказом Минэкономразвития № 226 от 12 мая 2017 г.
3. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0 / Под ред. А. Л Иванова, С.А. Шобы. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. Тула: Гриф и К. 2014. – 768 с.
4. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации / Под ред. П.М. Сапожникова, С.И. Носова. М.: Изд-во ООО «НИПКЦ-Восход А». 2012. – 160 с.
5. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации / Учебно-практическое пособие под ред. С.И. Носова. М.: Изд-во «Маросейка», 2010.- 208 с.
6. Сапожников П.М., Гранина Н.И. Особенности кадастровой стоимости почв земель сельскохозяйственного назначения агроландшафтов Иркутской области. – Вестник МГУ, серия 17, почвоведение. – 2021. – № 1. – С. 21-30.
7. Сапожников П.М., Оглезнев А.К., Конюшкова О.Д. Сравнительная характеристика кадастровой стоимости черноземов Курской области. – АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 4 (30). – С. 1-13.
8. Сапожников П.М., Оглезнев А.К., Филиппова Ю.Н., Конюшкова О.Д. Дифференциация земель сельскохозяйственного назначения агроландшафтов Тюменской области по кадастровой стоимости // Почвоведение. – 2019. – № 11. – С. 1403-1410.

9. Сапожников П.М., Хлопцов Д.М., Данилова Н.И. Дифференциация почв земель сельскохозяйственного назначения Томской области по кадастровой стоимости. – Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2021. – № 2. – С. 21-31.

УДК 630.182.47/48 (571.122)

КОМПЛЕКСНАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Ж.Г. Хлуденцов

Алтайский ГАУ, РФ, zhan.khludentsov@mail.ru

Аннотация. В работе проведена разработка методики комплексной качественной оценки лесных почв на примере Кондинского района ХМАО. На основе информационно-логического анализа установлены связи между почвами и продуктивностью зоо- и фитоценозов, разработана модель качественной оценки почв в натуральном и стоимостном выражениях.

INTEGRATED QUALITATIVE ASSESSMENT OF SOILS IN THE MIDDLE TAIGA ON THE PRODUCTIVITY OF FOREST RESOURCES

J.G. Khludentsov

Altai State Agricultural University, zhan.khludentsov@mail.ru

Abstract. In the work work the development of a methodology for a comprehensive qualitative assessment of forest soils was carried out using the example of the Kondinsky district of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. On the basis of information-logical analysis, links between soils and the productivity of zoo- and phytocenoses have been established. A model has been developed for the qualitative assessment of soils in physical and cost terms.

Комплексная качественная оценка (бонитировка) лесных почв базируется на информации об естественных признаках земель (свойствах почв, климата, рельефа и др.), показывает, насколько почвы отличаются друг от друга по суммарной продуктивности всех используемых для оценки растительных и животных ресурсов, а также средообразующих функций леса. Разнообразие

факторов среды, неоднозначность их влияния на рост и развитие древесных пород зачастую связывают как с почвенными условиями [1-4], так и с показателями эдафифитоценологических векторов, преобладающих пород древостоя, напочвенного покрова [5]. Однако, доказать эту связь без математических методов не предоставляется возможным в современных условиях. В работах Л.М. Бурлаковой отражены попытки решения данной проблемы с использованием информационно-логического анализа [6, 7].

В данной работе, под руководством Л.М. Бурлаковой, проведена разработка методики комплексной качественной оценки лесных почв, установление связей между почвами и продуктивностью зоо- и фитоценозов, определения доли почвенных условий в формировании их продуктивности на основе информационно-логического анализа и разработки шкал оценки лесных почв по отношению к различным ресурсам в условиях средней тайги (на примере Кондинского района ХМАО).

Задачи исследования: с помощью информационно-логического анализа выявить тесноту связи различных таксономических групп почв (типа (подтипа), рода, вида и разновидности) с запасами древесины; выявить наиболее вероятные (специфические) значения запасов древесины по каждому из почвенных факторов; разработать модель качественной оценки почв и провести бонитировку почв по модели.

Кондинский район ХМАО расположен в Юго-Западной части прохладной хорошо увлажненной агроклиматической зоны, осадки преобладают над испарением. Рельеф территории гривообразный, образованный эоловым путем в современный отдел четвертичного периода.

Леса средней тайги представлены в основном хвойными породами (сосновыми, еловыми, пихтовыми с участием кедра). Лиственные леса с менее ценной по продуктивности древесиной являются вторичными.

Почвообразующие породы представлены в основном четвертичными отложениями. Почвенный покров – следующими почвенными разностями: глеевато-таежные (Тж), глеепозолистые (ПГ), подзолистые (П), дерново-

подзолистые (ПД), болотно-подзолистые (ПБ), болотные верховые торфяные (БВТ), болотные низинные торфяные (БНТ), аллювиальные (А), аллювиальные дерновые (АД), аллювиальные болотные торфяные (АБ^Т) почвы.

При создании комплексной бонитировки почв левобережья реки Конды Кондинского района ХМАО использованы результаты качественной оценки по охотничье-промысловым ресурсам, древесине и средообразующим функциям леса (главные из которых поддержание состава воздуха атмосферы, климаторегулирующие и водоохранно-регулирующие) [8].

Математическую обработку данных осуществляли с помощью информационно-логического анализа (ИЛА) [9], в основу которого положены представления об измеримости информации, передаваемой изучаемому явлению как от одного параметра, так и от их совокупности. Определена теснота связи по коэффициенту эффективности передачи информации (Кэфф), а также выявлены наиболее вероятные (специфические) значения запасов древесины по каждому из почвенных факторов.

С помощью информационно-логического анализа выявлено влияние типа (подтипа), рода, вида и разновидности почв на запасы древесины. Наибольшее влияние на запас древесины оказывают тип (подтип) (Кэфф = 0,1269) и вид почв (Кэфф = 0,1001), с долей влияния таксономической единицы 11% и 7% соответственно. В меньшей мере на запас древесины оказывают влияние род и разновидность почв (Кэфф = 0,0431-0,0430, очень близки по значению), доля влияния которых составила по 4% на каждую таксономическую единицу. Доля влияния полного названия почвы (от типа до разновидности) составляет 26%, т.е. почвенные факторы в 26% случаев определяют запасы полнозрелой стволовой древесины, а в 74% случаев влияние оказывают другие факторы (атмосфера, гидросфера, биологические особенности пород деревьев и др.).

Выявлено, также, что взаимосвязи специфических значений запасов древесины от таксономических единиц носят неоднородный характер. Так, наибольший запас древесины хвойных пород приходится на подтип глеево-

подзолистых почв (250-300 м³/га (6 ранг)), наименьший – на типы болотных верховых торфяных и аллювиальных болотных торфяных почвах (< 50 м³/га (1 ранг)).

Среди родов наибольший запас древесины характерен для иллювиально-железистых и иллювиально-гумусово-железистых – 6-й ранг, - наименьший – обычные роды (1-й ранг).

По глубине оподзоливания (таксон – вид) наибольший запас древесины обеспечивают неглубоко-подзолистые почвы (10-20 см) (6-й ранг), наименьший – поверхностно-подзолистые почвы (до 5 см) (1-й ранг).

Зависимость от гранулометрического состава выражена двумя экстремумами, один из которых является max, а другой – min, которые соответствуют максимальным и минимальным запасам древесины 250-300 м³/га (6-й ранг) и <50 м³/га (1-й ранг), так как сосна хорошо произрастает на супесчаных почвах, не требовательна к минеральным элементам питания и в таких условиях может развивать поверхностную корневую систему.

Таким образом, максимальный запас древесины хвойных пород достигается на глеево-подзолистых иллювиально-гумусово-железистых неглубоко-подзолистых суглинистых и тяжелосуглинистых почвах (ПГ^{игж}_{3с}, ПГ^{игж}_{3г}).

По величине коэффициента эффективности передачи информации, отражающего величину связи между различными таксономическими разностями почв (тип/подтип, род, вид, разновидность) и запасами древесины, разработана модель оценки:

$$Рд = Пч \boxtimes В \boxtimes (Р \boxtimes Г) \times Дп,$$

где Рд – ранг продуктивности хвойного леса по запасам древесины, м³/га;

Пч, В, Р, Г – запасы древесины в рангах, соответственно, по типу (подтипу), виду, роду и разновидности почвы;

Дп – доля почвы в формировании продуктивности ресурсов;

\boxtimes – знак операции функции нелинейного произведения.

По данной модели, с использованием специфических (наиболее вероятных) состояний значений запасов древесины по каждому из почвенных фак-

торов, проведена их качественная оценка. Самую высокую оценку 100 баллов получили глеево-подзолистые почвы, продуктивность которых в натуральном выражении составила 78 м³/га, самая низкая оценка – 17 баллов выявлена на болотных верховых торфяных и аллювиально-болотных торфяных почвах, с продуктивностью их в натуральном выражении 13 м³/га. Зная стоимость среднего запаса древесины (169 м³/га) (по данным кадастровой оценки лесных ресурсов в лесах третьей группы ХМАО) и определив стоимость 1б/га, балльную оценку можно легко перевести в стоимостную.

Таким образом, использование математического метода позволило определить величину и степень связи различных почвенных разностей (типа (подтипа), рода, вида и разновидности почв) с запасами древесины, определить специфичные (наиболее вероятные) значения запасов древесины по каждому из почвенных факторов, разработать модель качественной оценки почв в натуральном и стоимостном выражениях.

Библиографический список

1. Колесников Б. П. О генетической классификации типов леса и задачах лесной типологии в восточных районах СССР // Изв. СО АН СССР. – 1958. – № 4. – С. 113-124.
2. Крюденер А. А. Основы классификации типов насаждений и их народнохозяйственное значение в обиходе страны. Вып. 3. Петроград: Типогр. Гл. упр. уделов, 1916. – 190 с.
3. Погребняк П. С. Основы лесной типологии. – Киев: Издво АН УССР, 1955. – 451 с.
4. Сазонов А. Г. Принципы лесоводственной оценки почв. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1986. – 235 с.
5. Сукачев В. Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Избр. тр. Т. 1. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. 420 с.
6. Бурлакова Л.М. К вопросу оценки лесных почв /Л.М. Бурлакова, В.В. Белов // Почвенно-агрономические проблемы Западной Сибири. – Барнаул: АГАУ, 2000.

7. Бурлакова Л.М. Особенности изменчивости свойств почв бассейна р. Конды / Л.М. Бурлакова, Ж.Г. Хлуденцов, Ю.И. Сильченко // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: юбил. Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – Ч. II. – С. 32-35.
8. Ресурсная оценка земель. Ведомость стоимости животных, промысловых ресурсов Ханты-Мансийского района ХМАО. Братск, 1966 (книга 7).
9. Пузаченко Ю.Т. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях / Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкин // Итоги науки Сер. мед.-географ. Вып. 3. М.: ВИНТИ, 1969. – С. 5-711.

УДК 631.45

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЧВ
ГОРНО-КОТЛОВИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
НА ПРИМЕРЕ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ
(ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)**

А.А. Черкашина

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, РФ, anna_cher.87@mail.ru

***Аннотация.** Приведен усовершенствованный вариант методики бонитировки почв, предложенной В.Д. Ивановым в 1986 г. Оценочные шкалы переработаны и адаптированы с целью учета особенностей почвообразования в горно-котловинных условиях Байкальского региона. Апробация методики на примере естественных и агрогенно-преобразованных почв Тункинской котловины показала приемлемые результаты оценки почвенного плодородия, позволила выявить факторы, лимитирующие тот или иной тип землепользования.*

**APPLICATION OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING SOIL
QUALITY FOR MOUNTAIN-DEPRESSION AREAS ON THE EXAMPLE
OF THE TUNKA BASIN (SOUTHWESTERN CIS-BAIKALIA)**

A.A. Cherkashina

V.B. Sochava Institute of Geography SB RUS, anna_cher.87@mail.ru

***Abstract.** The article presents an improved version of soil assessment method proposed by V.D. Ivanov (1986). The existing rating schemes s have been revised and adapted to take into account specific conditions of soil formation in intermontane de-*

pressions in the Baikal region. The results of soil fertility assessment by this methodology tested by the example of natural and agrogenically transformed soils of the Tunka Depression were acceptable, and it enabled us to identify factors limiting the land use.

Для территории РФ характерна высокая пространственная неоднородность физико-географических условий в целом и почвенных в частности. Соответственно, и критерии оценки качества почв в пределах каждой отдельно взятой почвенной зоны (подзоны, горной провинции) должны подбираться с учетом этого разнообразия. Наиболее сложен выбор оптимальной методики оценки для горных районов. В рамках данной работы использована методика бонитировки почв В.Д. Иванова [1], шкалы которой были усовершенствованы и адаптированы, что позволило учесть как базовые показатели плодородия (гумусовое состояние, агрофизические свойства, обеспеченность основными элементами питания и др.), так и климатические, гидрологические и геолого-геоморфологические особенности формирования и функционирования естественных и агrogenно-преобразованных почв горно-котловинных территорий Прибайкалья и Забайкалья. Апробация методики проведена на примере почв Тункинской котловины (юго-западная часть Республики Бурятия), отличающейся большим почвенно-ландшафтным разнообразием, характерным для котловин юга Восточной Сибири.

Исследовано 65 почвенных разрезов, при заложении которых исходили из учета пространственной неоднородности природных факторов почвообразования, характерных для горно-котловинных территорий Прибайкалья (различия высоты, экспозиций и крутизны склонов, характера увлажнения и температурного режима, растительного покрова, разнообразия почвообразующих пород, интенсивности эрозионных процессов и т.д.), учета продолжительности и степени антропогенного воздействия.

Система подсчета баллов основана на равноценной балльной оценке различных факторов плодородия и получения среднего арифметического. Закрытая 100-балльная шкала построена по десяти группам характеристик. Максимальные значения показателей внутри каждой из групп соответствуют 10 бал-

лам. С изменением значений показателей уменьшается количество баллов в той пропорциональности, в которой происходит снижение уровня плодородия почв по данному признаку (рис. 1). Бонитировка почв представляет собой сравнительную оценку их свойств, выраженную для каждого почвенного типа как суммарное количество баллов по группам показателей почвенного плодородия (рис. 2). Подробно оцениваемые критерии, параметры и шкалы, используемые в данной методике, представлены в работе [2].

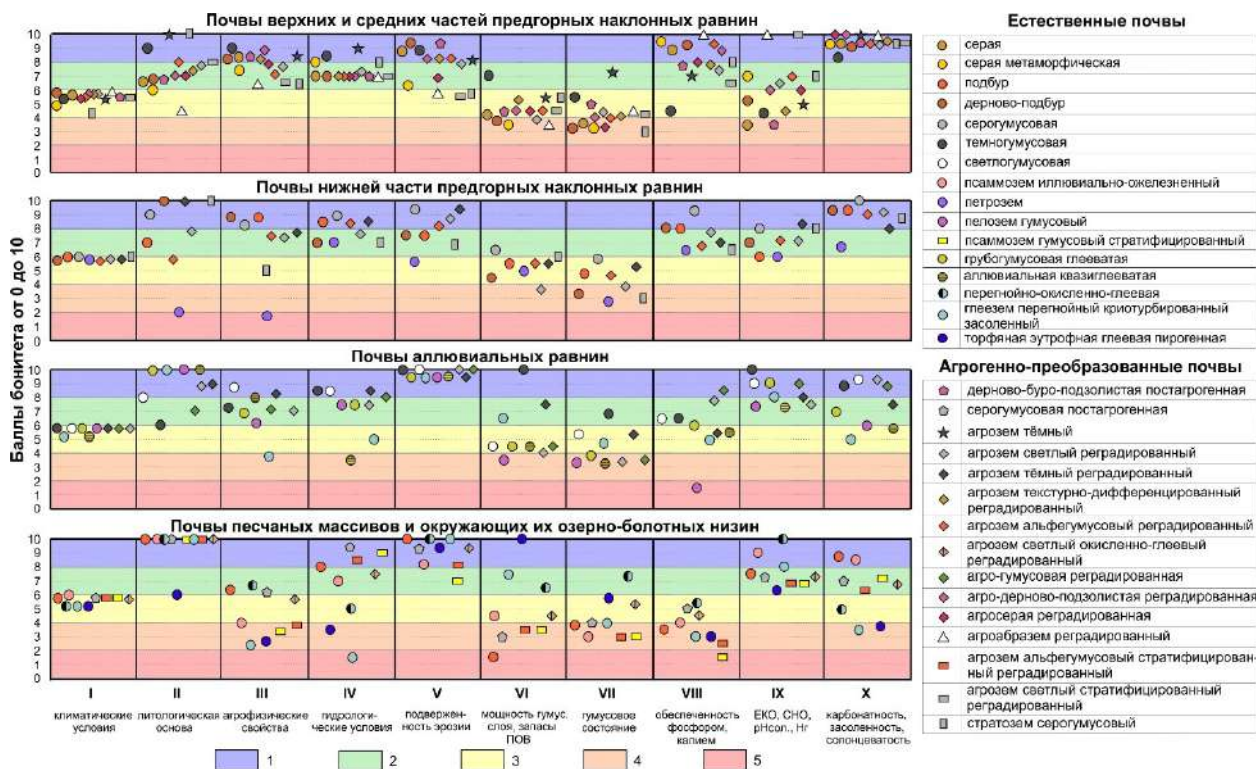


Рис. 1. Сравнительная оценка параметров плодородия основных типов почв Тункинской котловины. Классы ограничений землепользования: 1 – нет существенных ограничений; 2 – умеренные ограничения; 3 – умеренно-сильные ограничения; 4 – сильные ограничения; 5 – очень сильные ограничения

Основные выводы по результатам проведенной оценки качества почв Тункинской котловины:

1. Неблагоприятные климатические факторы, такие как морозоопасность, длительно-сезонно-промерзающий и мерзлотный типы температурного режима почв, ограничивают выращивание овощных и зерновых культур, требуя тщательного подбора сортов и местоположений полей. Засушливость в начале ве-

гетационного периода служит основанием для организации системы искусственного орошения на территории исследования.

2. Специфика горного почвообразования, выражающаяся в малой мощности мелкоземистой части почв, укороченности профилей в целом и их гумусовых горизонтов, сильной каменистости снижают баллы бонитета почв, приуроченных к предгорным частям котловины. Высокая эрозионная опасность ограничивает распашку на склонах, крутизной более 2°. Опасность ветровой эрозии является основанием для введения запрета нарушения почвенного и растительного покровов песчаных массивов-увалов.

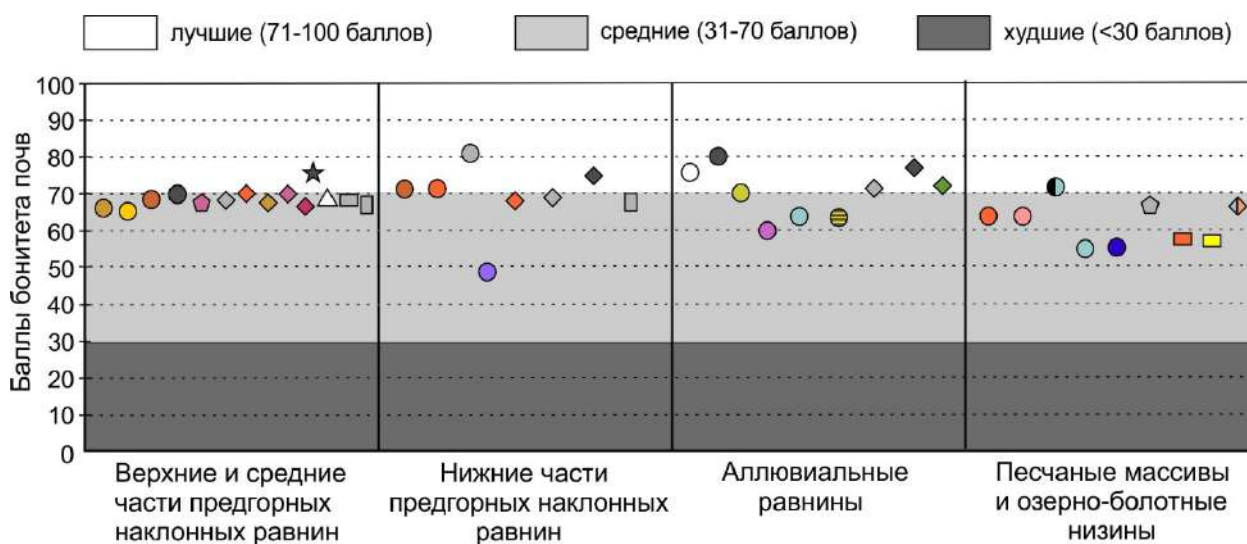


Рис. 2. Бонитировка почв Тункинской котловины

3. Гидроморфные и полугидроморфные почвы озерно-болотных низин и пойм рек подвержены процессам засоления и осолонцевания, что ограничивает возделывание этих участков. Смена гидрологических режимов в совокупности с агрогенными воздействиями может привести к быстрой минерализации органического вещества торфяных горизонтов и деградации почв.

5. Полученные результаты указывают на оправданность возврата почв, приуроченных к террасовым уровням рек и нижним частям предгорных равнин: серогумусовые (81 б.), темногумусовые (80 б.), светлогумусовые (76 б.); а также их агрогенно-преобразованные аналоги: агроземы темные (76 б.) и агроземы светлые (70 б.).

Библиографический список

1. Методические указания по бонитировке почв. Воронеж: ВСХИ, 1986. – 18 с.
2. Черкашина А.А., Голубцов В.А., Бережная Е.В. Применение методики оценки качества почв для горно-котловинных территорий Прибайкалья // Почвоведение. – 2021. – № 11. – С. 1376-1391.

УДК 631.153

ОЦЕНКА ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЧАСТИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

А.А. Шпедт, В.В. Злотникова

*Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
СО РАН», РФ, shpedtalexandr@rambler.ru, kogoyakova.v@mail.ru*

Аннотация. В рамках данного исследования была проведена оценка природно-ресурсного потенциала почв Красноярского края на основе информационно-логического анализа. По результатам исследования было установлено, что наибольшим природно-ресурсным потенциалом обладают почвы Южно-Минусинского природного округа (54,3 балла). Средневзвешенный ПРП почв для земледельческой территории Красноярского края равен 45,0 баллам, что соответствует среднему значению.

ASSESSMENT OF THE NATURAL RESOURCE POTENTIAL OF SOILS IN THE AGRICULTURAL PART OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

A.A. Shpedt, V.V. Zlotnikova

*Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center SD RAS", RF,
shpedtalexandr@rambler.ru, kogoyakova.v@mail.ru*

Abstract. As part of this study, an assessment of the natural resource potential of the soils of the Krasnoyarsk Territory was carried out on the basis of information and logical analysis. According to the results of the study, it was found that the soils of the South Minusinsk natural district (54.3 points) have the greatest natural resource potential. The weighted average natural resource potential of soils for the agricultural territory of the Krasnoyarsk Territory is 45.0 points, which corresponds to the average value.

Рациональное природопользование должно базироваться на основе объективной оценки почв. Большой вклад в оценку почв, в развитие современного

почвоведения внесла заслуженный деятель науки Бурлакова Лидия Макаровна. Ею разработаны модели, позволяющие оценить степень трансформации почв под влиянием различного сельскохозяйственного использования; вскрыты особенности перераспределения и аккумуляции в почве ряда тяжелых металлов; выделены основные сельскохозяйственные культуры по их толерантности к тяжелым металлам. Разработанная Л.М. Бурлаковой методика качественной оценки почв по отношению к различным сельскохозяйственным культурам внедрена в производство. На ее основе в Алтайском крае определена кадастровая стоимость земли [1].

На сегодняшний день в стране нет официального документа, который должен определять принципы, содержание и векторы развития земельных отношений, отсутствуют адекватные сведения о почвах, необходимые для принятия управленческих решений для организации ее рационального использования [2]. Механизм государственной поддержки сельскохозяйственных организаций не предусматривает распределение субсидий, с учетом оценки почв и их текущего состояния, что создает проблемы для рационального использования сельскохозяйственных земель.

Целью данного исследования являлась оценка природно-ресурсного потенциала (ПРП) почв земледельческой части Красноярского края.

Оценка ПРП сельскохозяйственных земель проводилась на основе георесурсной базы данных (Георесурсная БД), включающей систематический список почв, используемых в земледелии и агроклиматических параметров, имеющих тесную связь с продуктивностью сельскохозяйственных культур, таких как сумма среднесуточных температур выше 10°C ($\sum t > 10, ^{\circ}\text{C}$) и годовая сумма осадков ($\sum \text{осадков, мм/год}$). Все почвы и климатические параметры проранжированы в баллах от 5 до 100 [3].

Для расчета итогового ПРП агроландшафтов использовались информационно-логический анализ и уравнения, где оцениваемые показатели оказывают наибольшее влияние на результат, если стоят в начале формулы. Так, для таеж-

ной (холодные почвы) и лесостепной зон большее значение будет иметь теплообеспеченность. Уравнение будет иметь вид:

$$\text{ПРП}_{(1-27)} = T \vee (O \vee П),$$

где ПРП – природно-ресурсный потенциал, балл (в скобках порядковый номер почв);

T – баллы за сумму температур выше 10°C;

O – баллы за годовую сумму осадков;

П – баллы за почву;

\vee – знак нелинейного логического сложения.

Для степной и сухостепной зон в дефиците будут осадки, поэтому степные и сухостепные агроландшафты, с лучшей влагообеспеченностью должны быть оценены выше. Уравнение будет иметь вид:

$$\text{ПРП}_{(28-52)} = O \vee (T \vee П).$$

Для интразональных ландшафтов, где качество почв будет иметь определяющее значение, уравнение будет иметь вид:

$$\text{ПРП}_{(53-65)} = П \vee (T \vee O).$$

Полагаем, что использование данного метода оценки ПРП почв агроландшафтов может служить основой для определения путей оптимизации аграрного природопользования и играть важную роль при распределении государственных субсидий в агропромышленном комплексе. Подобный подход в оценке почв использовался Л.М. Бурлаковой, именно ей принадлежат идеи использования информационно-логического анализа при качественной оценке почв и прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур[1].

Согласно полученным данным (табл.) повышенный показатель ПРП получен на черноземах выщелоченных и обыкновенных северной лесостепи Южно-Минусинского природного округа (62,5 балла). Пониженное значение ПРП имеют дерново-подзолистые почвы северной лесостепи Канского округа (32,5). Удельный вес черноземов земледельческой территории Красноярского края достаточно большой, они занимают 1/3 территории, значения природно-ресурсного потенциала разнятся в зависимости от климатических условий. Так,

для чернозема выщелоченного ПРП изменятся от 50,7 баллов южной лесостепи Чулымо-Енисейского природного округа до 62,5 баллов северной лесостепи Южно-Минусинского природного округа. Это обусловлено тем, что $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ в Чулымо-Енисейском округе равна 1610°C , \sum осадков – 364 мм/год, что в балльной системе означает 30 и 36,4 баллов. В Южно-Минусинском природном округе $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ – 1760°C , \sum осадков – 562 мм/год, что согласно градации соответствует 37,5 и 56,2 баллам.

Условия возделывания сельскохозяйственных культур на почвах земель сельской территории распределились следующим образом: дерново-подзолистые – дерново-карбонатные – серые лесные – аллювиальные – болотные – темно-серые – черноземы оподзоленные – черноземы карбонатные – лугово-черноземные – черноземы выщелоченные – черноземы обыкновенные.

Таблица – Природно-ресурсный потенциал почв

| Природный округ | Канский | | | Красноярский | | | Ачинско-Боготольский | Назаровский | Чулымо-Енисейский | | Южно-Минусинский | | |
|------------------------|---------|------|------|--------------|------|------|----------------------|-------------|-------------------|------|------------------|------|------|
| | Юж | Тип | Сев | Юж | Тип | Сев | | | Сев | Тип | Юж | Тип | Сев |
| Дерново-карбонатные | | | | | | | 40,3 | 38,8 | | | | | |
| Дерново-подзолистые | | | 32,5 | | | 34,8 | 37,8 | 36,3 | | 33,3 | | | 41,6 |
| Серые лесные | 41,8 | 39,3 | 36,3 | 43,0 | 37,8 | 38,5 | 41,5 | 40,0 | 36,6 | 37,0 | 46,0 | 43,8 | 45,3 |
| Черноземы оподзоленные | 45,5 | 49,3 | 46,3 | 46,8 | 47,8 | 48,5 | 51,5 | 50,0 | 40,4 | 47,0 | 56,0 | 53,8 | 55,3 |
| Темно серые | 51,8 | 43,0 | 40,0 | 53,0 | 41,5 | 42,3 | 45,3 | 43,8 | 46,6 | 40,8 | 49,8 | 47,5 | 49,1 |
| Черноземы карбонатные | | | | | | | 52,5 | 50,3 | | | | | |
| Черноземы обыкновенные | 52,8 | 53,8 | 51,5 | 53,8 | 51,5 | 53,8 | 57,5 | 55,3 | 50,7 | 53,4 | 54,5 | 56,8 | 62,5 |
| Черноземы выщелоченные | 52,8 | 53,8 | 51,5 | 53,8 | 51,5 | 51,3 | 57,5 | 55,3 | 50,7 | 53,4 | 54,5 | 56,8 | 62,5 |
| Лугово-черноземные | 50,3 | 51,3 | 49,0 | 51,3 | 49,0 | 53,8 | 55,0 | 52,8 | 48,2 | 50,9 | 52,0 | 54,3 | 59,9 |
| Болотные | 46,5 | 46,0 | 36,8 | 47,3 | 44,8 | 38,3 | 40,5 | 39,3 | 44,1 | 37,6 | 48,5 | 48,5 | 43,4 |
| Аллювиальные | 39,0 | 38,5 | 44,3 | 39,8 | 37,3 | 45,8 | 48,0 | 46,8 | 36,6 | 45,1 | 41,0 | 41,0 | 50,9 |
| Средневзвешенный ПРП | 45,4 | | | 46,3 | | | 47,4 | 49,4 | 47,8 | | 54,3 | | |
| Средневзвешенный ПРП | 45,0 | | | | | | | | | | | | |

На основе средневзвешенных значений ПРП почв, установлено, что условия возделывания сельскохозяйственных культур регрессируют в следующем порядке: Южно-Минусинский природный округ (54,3 балла) – Назаровский (49,4 балла) – Чулымо-Енисейский (47,8 баллов) – Ачинско-Боготольский (47,4 балла) – Красноярский (46,3 балла) – Канский природный округ (45,4 балла). Средневзвешенный ПРП почв для земледельческой территории Красноярского края равен 45,0 баллам, что соответствует среднему значению, и позволяет возделывать зерновые сельскохозяйственные культуры с заданной рентабельностью.

По мере усиления антропогенной нагрузки на почвы необходимо учитывать и роль современных динамических процессов (эрозия, обсыхание отдельных массивов в связи со сведением лесов, миграция речных русел и пр.), приводящих к образованию смытых почв, усилению или возникновению явлений осолончакования, осолонцевания, остепнения и др. [4]. Определение характера таких изменений необходимо также учитывать при оценке ПРП.

Библиографический список

1. Сычева С.А. Женщины-почвоведы. Биографический справочник о российских и советских исследовательницах почв / Под ред. Г.В. Добровольского и Н.Г. Рыбальского – М.: НИИ-Природа, 2003. – 440 с.
2. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)» (под редакцией Р.С.-Х. Эдельгериева). Том 2. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. – 476 с.
3. Шпедт А. А., Трубников Ю. Н., Методика оценки природно-ресурсного потенциала агроландшафтов России // «Живые и биокосные системы». – 2020. – № 31.
4. Пивоварова Е. Г., Кононцева Е. В., Хлуденцов Ж. Г. Агрохимическая оценка свойств почв в системе почвенно-географического районирования Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (185). С. 61–69.

АНТРОПОГЕННЫЕ ПОЧВЫ. МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ

УДК 631.46

БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ УГЛЕПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Ф.Д. Иванов¹, В.В. Зинченко¹, А.В. Горовцов¹, Д.Г. Невидомская¹,
Т.М. Минкина¹, К.А. Казарян²*

¹Южный Федеральный университет, РФ, fivanov@sfedu.ru;

²Ереванский государственный университет

Аннотация. Проведены исследования микробных сообществ почв района складирования отходов угледобычи на территории шахты "Майская" Ростовской области. Определены изменения в микробных сообществах почв под влиянием техногенного загрязнения. Показана зависимость микробиологической активности от особенностей локального загрязнения площадок.

BIODIAGNOSTICS OF THE STATE OF SOILS IN THE COAL-MINING TERRITORIES OF THE ROSTOV REGION

*F.D. Ivanov¹, V.V. Zinchenko¹, A.V. Gorovtsov¹, D.G. Nevidomskaya¹,
T.M. Minkina¹, K.A. Kazaryan²*

¹Southern Federal University, fivanov@sfedu.ru;

²Yerevan State University

Abstract. The study of microbial communities of soils in the area of storage of coal mining wastes on the territory of the mine "Maiskaya" of the Rostov region was carried out. Changes in soil microbial communities under the influence of technogenic pollution have been determined. The dependence of microbiological activity on the characteristics of local contamination of sites is shown.

Природный комплекс на некоторых территориях РФ исторически подвергается долговременному антропогенному воздействию и в настоящее время та-

кие территории являются экологически неблагополучными. Одним из таких районов является Восточный Донбасс, находившийся под прессингом со стороны угледобывающей промышленности на протяжении практически векового периода [1]. Частным случаем является отсыпка отвалов пород угледобычи (терриконов), которые загрязняют окружающую территорию в течение многих лет после прекращения добычи угля. Особенности терриконов мешают укоренению растений, которые способны уменьшить эрозию и оползни на склонах отвалов, что влечёт аэрогенное загрязнение окружающих территорий [2]. Цель работы – исследование микробных сообществ почв района складирования отходов угледобычи на территории шахты «Майская» Ростовской области.

Объектом исследования являются микробные сообщества почв террикона шахты «Майская», расположенного в мкр. Майский, г. Шахты, Ростовская область. Данная шахта эксплуатировалась с 1954 по 2002 гг., остановлена в связи с затоплением выработок [3]. Площадки можно условно разделить на две группы: радиально удаляющаяся от склона линия мониторинга, в которую входят площадки М3, М6, М7, М8, М9 (от 0 м до 168 м на северо-восток), и дополнительные точки на территории (площадка М1 под северным склоном террикона и площадка М2 в 41 м на восток от террикона). В качестве контрольной площадки сравнения был использован образец чернозёма обыкновенного карбонатного тяжелосуглинистого с территории Ботанического сада ЮФУ (г. Ростов-на-Дону).

Пробы почв отбирались методом конверта в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 из верхнего горизонта. Численность микроорганизмов определялась общепринятым методом посева на плотные питательные среды [4]. Учитывались следующие группы микроорганизмов: аминокетотрофы (на среде МПА); аминокетотрофы (на среде КАА); актиномицеты (на среде КАА); плесневые грибы (на среде Чапека с антибиотиком). На основании данных по численности аминокетотрофных и аминокетотрофных бактерий был рассчитан коэффициент минерализации по Мишустину [5].

На рисунках 1 и 2 представлены результаты учёта численности основных групп почвенных микроорганизмов.

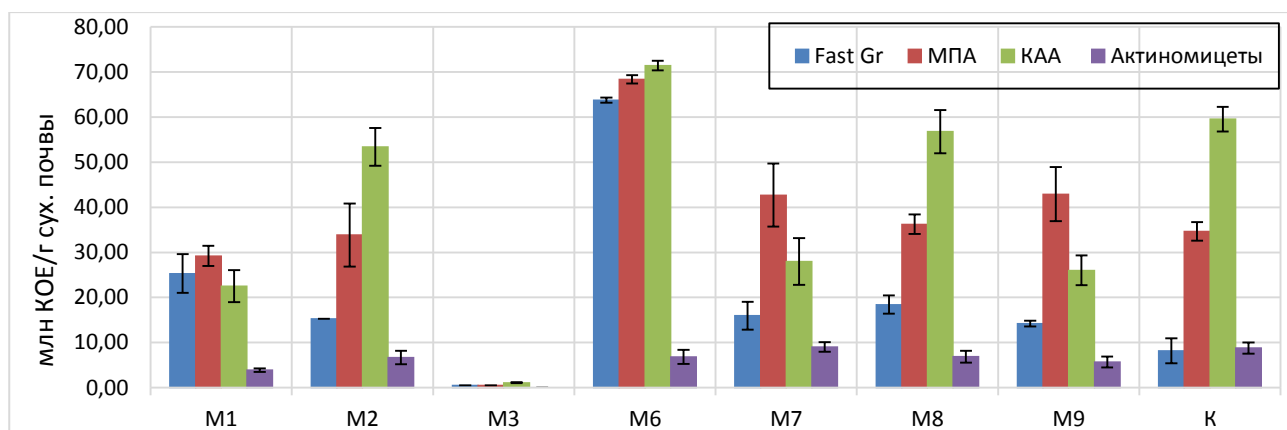


Рис. 1. Численность основных групп прокариот в площадках:
Fast Gr – быстрорастущие аминокетотрофы; МПА – аминокетотрофы;
КАА – аминокетотрофные микроорганизмы

Установлено, что наименьшая микробиологическая активность была обнаружена в площадке М3, в ней 0,49 млн КОЕ/г аминокетотрофов и 1,11 млн КОЕ/г аминокетотрофов. Грибы не обнаруживаются даже в самом низком разведении. Это может быть связано с загрязнением почвы площадки угольной пылью, на поверхности почвы наблюдалась корка засоления. Наибольшая активность была обнаружена в площадке М6, которая расположена в 20 метрах от склона и является техногенно-изменённым чернозёмом с включениями мелкой фракции угольных частиц. В сообществах аминокетотрофов доминируют быстрорастущие виды (93%). Метаболизм азота, согласно коэффициенту минерализации, не имеет чётко выраженной направленности ($K_{мин} = 1,05$). Численность обеих групп микроорганизмов близка, вероятно, они образуют тесное сообщество, поддерживающее циркуляцию азота внутри себя.

Площадка М1 была близка с площадкой М6 по почвенным характеристикам и показывала более низкую биологическую активность, а в верхнем горизонте содержала более крупные включения угля. В ней аналогично доминировали быстрорастущие аминокетотрофы (87%). Однако процессы минерализации азота преобладали над иммобилизационными процессами ($K_{мин} = 1,77$).

Площадка М2 расположена дальше от склона террикона (41 м) и демонстрирует более низкую численность аминокетотрофов. Доля быстрорастущих аминокетотрофов снижена до 44%. В этой площадке преобладают процессы иммобилизации азота ($K_{мин} = 1,82$). Включений угля не было обнаружено, поверхность площадки покрыта растительностью. Это указывает на то, что микробное сообщество почвы получает мало свежего органического вещества и близко по состоянию к естественным сообществам луга, хотя и менее многочисленно, чем сообщества в площадках, расположенных дальше от террикона.

Площадка М7 расположена на отдалении 49 м от склона террикона, но её биологические показатели отличаются от площадки М2. Доля быстрорастущих аминокетотрофов в сообществе составила 37%. $K_{мин}$ составил 0,66, что указывает на преобладание процессов минерализации азота.

Площадка М9 аналогична площадке М7 по микробиологическим показателям, хотя в её структуре и были обнаружены техногенные включения (обломки кирпича). Коэффициент минерализации составил 0,61, доля быстрорастущих аммонификаторов – 33%. Площадка М8 визуально не содержала включений, однако в ней преобладали процессы иммобилизации азота (1,57). Доля быстрорастущих аминокетотрофов составила 51%. Численность актиномицетов слабо варьирует между образцами и составляет от 3,9 до 9,06 млнКОЕ/г. Численность микроскопических грибов представлена на рисунке 2.

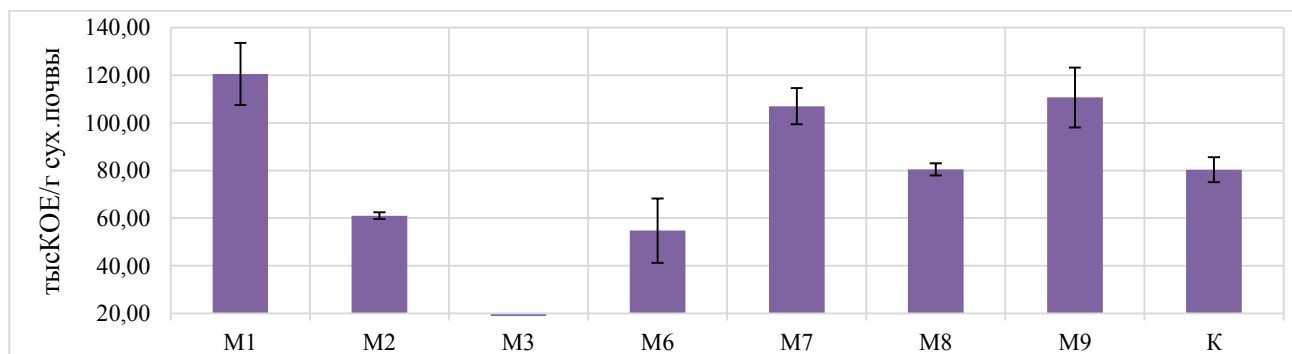


Рис. 2. Численность микромицетов в исследуемых площадках

Численность почвенных грибов в площадках достоверно различалась и демонстрирует слабовыраженный общий тренд увеличения при отдалении от склона террикона. Минимальная численность грибов обнаружена в площадках

М6 и М2 ($54,81 \pm 13,52$ и $61,04 \pm 1,39$ тыс КОЕ/г, соответственно). Это можно объяснить антагонистическим действием почвенных бактерий, обнаруживаемых в изобилии в данных площадках. В площадках М7, М8 и М9 количество микромицетов варьирует с $80,5 \pm 2,52$ до $110,69 \pm 12,58$ тыс КОЕ/г. Площадка М1 была обильно населена плесневыми грибами ($120,46 \pm 13,04$ тыс КОЕ/г).

Таким образом, были представлены изменения микробных сообществ в техногенно-загрязнённых почвах терриконов. Показано, что микробное сообщество угнетается неравномерно и в некоторых случаях может превосходить по численности фоновые показатели. Показано, что в связи с длительным загрязнением территорий, микробное сообщество трансформировалось и адаптировалось к новым условиям обитания.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ Арм_а, проект № 20-55-05014.

Библиографический список

1. Гибков Е.В. Эколого-географический анализ и оценка гидроэкологического риска на территории Восточного Донбасса в связи с реструктуризацией угольной промышленности : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.36. Р-н-Дону, 2011. 23 с.
2. Терриконы : монография / Л. Г. Зубова, А.Р. Зубов, А.А. Зубов, А.В. Харламова, С.Г. Воробьев, Ю.И. Макаришина, В.В. Буняченко. Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2015. 712 с.
3. Шахта «Майская» (Шахты) — MiningWiki (Электронный ресурс). – URL: [http://miningwiki.ru/wiki/Шахта_«Майская»_\(Шахты\)](http://miningwiki.ru/wiki/Шахта_«Майская»_(Шахты)). (дата обращения: 13.01.2022)
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии./ под ред. Д.Г. Звягинцева. М. : Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
5. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 246 с.

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ ОБЬ-ШЕГАРСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Е.В. Каллас

НИ Томский государственный университет, РФ, lkallas@sibmail.com

Аннотация. Изучено гумусное состояние агрочерноземов Обь-Шегарского междуречья. Состав гумуса типичен для черноземного типа почвообразования, направленность гумусообразовательных процессов под влиянием механической обработки существенно не изменилась. По сравнению с целинными аналогами, в пахотных почвах снижено содержание гумуса, однако доли гуминовых кислот и гуматов кальция, отношение $C_{гк}:C_{фк}$ более узкое. Однако оценка гумусного состояния соответствует черноземам с гуматным типом гумуса.

HUMUS STATE OF AGROCHERNOZEMS OF THE OB-SHEGARSKY INTERFLUVE

E. V. Kallas

National Research Tomsk State University, lkallas@sibmail.com

Abstract. The humus state of agrochernozems in the Ob-Shegarki interfluve has been studied. The composition of humus is typical for the chernozem type of soil formation, the direction of humus-forming processes under the influence of mechanical processing has not changed significantly. Compared with virgin analogs, arable soils contain less humus, however the proportion of humic acids and calcium humates, the ratio $Ch_a:C_{f_a}$ is the same. The assessment of the humus state corresponds to chernozems with a humate type of humus.

Почвы, используемые в качестве пахотных угодий, подвергаются различным деградационным процессам, первостепенную роль в которых играет потеря органического вещества и трансформация гумусного состояния агропочв. В связи с этим встает вопрос о направленности, глубине и степени изменения гумусного состояния, определяющего уровень почвенного плодородия.

Цель настоящей работы – оценить гумусное состояние агрочерноземов Обь-Шегарского междуречья.

Объектом исследования послужили агрочерноземы гидрометаморфизованные и оподзоленные, развитые на территории Обь-Шегарского междуречья (Томская область, Кожевниковский район).

Методы исследования. Для изучения фракционно-группового состава гумуса использовался метод И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой. Оценка гумусного состояния почв проводилась на основе системы показателей [1].

Результаты исследования и обсуждение. Исследованные агрочерноземы, благодаря активному гумусово-аккумулятивному процессу, имеют мощный (50 см) темно-серый гумусовый горизонт, зернистость которого утрачена в результате механической обработки. Для почв характерны комковатость и распыленность пахотного слоя, признаки кислотного гидролиза минералов в оподзоленных и оглеения в гидрометаморфизованных почвах, наличие карбонатных новообразований в почвообразующей породе.

Содержание гумуса составляет 7-9%. В его гидролизуемой части доминируют гуминовые кислоты (ГК), доля которых более чем в 1,5-2 раза превышает долю фульвокислот (ФК) в пределах агропреобразованного горизонта, что позволяет отнести гумус к гуматному типу. С глубиной количество ГК незначительно увеличивается к нижней границе пахотного горизонта (до 37-47% от общего органического углерода ($C_{\text{общ}}$)), а затем снижается до 18-24% в слое 60-70 см. Доли ФК в пахотных горизонтах близки – 20-22% от $C_{\text{общ}}$, однако ниже отмечается более существенное возрастание доли этого компонента гумуса в гидрометаморфизованных черноземах (до 33% от $C_{\text{общ}}$), что является закономерным и связано с повышенным гидроморфизмом, сопровождающимся более активным накоплением фульвокислот. Снижение доли ГК и увеличение доли ФК сопровождается сужением отношения $C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}}$, величина которого становится менее единицы с глубины 60 см в гидрометаморфизованных агрочерноземах и с 50 см в оподзоленных. Доли негидролизованного остатка гумуса составляют 31-38% от $C_{\text{общ}}$ в гидрометаморфизованных и 40-57% в оподзоленных почвах, что свидетельствует о большей подвижности гумуса в условиях повышенного гидроморфизма.

В составе ГК устойчиво доминируют черные ГК (фракция 2). Доли их составляют 18-36%. Современные процессы гумусообразования, судя по наличию

новообразованных бурых ГК (фракция 1), идут лишь в пахотной части профиля в слое 0-40 см, ниже по профилю этот компонент гумуса практически отсутствует. Доля этой фракции в верхних горизонтах составляет 3-8% от $C_{\text{общ}}$.

Относительное содержание ГК фракции 3 невысокое и составляет около 3% от $C_{\text{общ}}$. Наиболее подвижным, миграционно и реакционно способным компонентом ФК являются свободные – фракция 1а. Доля их низка (1,4-2,7% от $C_{\text{общ}}$). Доминирующей фракцией ФК является вторая, связанная с ГК-2.

Из вышеизложенного следует, что гумус агрочерноземов является типичным для черноземного типа почвообразования, что свидетельствует о сохранении направленности гумусообразовательных процессов на современной антропогенной стадии их развития.

Не располагая собственными материалами по характеристике гумуса целинных аналогов исследованных почв, приведем данные Л.М. Бурлаковой [2], показывающие более высокое содержание гумуса в естественных черноземах Томской области – 10-12%, в лугово-черноземных – 12-14%. В изученных агрочерноземах эти показатели несколько меньше, что, вероятно, связано с процессами дегумификации, развивающимися при ежегодной механической обработке почвы, и эрозии.

Важнейшим показателем в оценке гумусного состояния почв является степень гумификации органического вещества, характеризующая долю гуминовых веществ в составе гумуса. Для пахотного горизонта исследованных агрочерноземов этот показатель оценивается на уровне очень высокого (40-50%) в гидрометаморфизованных почвах и высокого (30-40%) в оподзоленных. В нижележащих горизонтах степень гумификации снижается до среднего уровня (20-30%) в полугидроморфных и низкого (10-20%) – в автоморфных почвах.

Тип гумуса в горизонтах РU характеризуется как чисто гуматный ($C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}} > 2$) в гидрометаморфизованных агрочерноземах и гуматный ($C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}} = 1,5-2$) в оподзоленных.

В агропреобразованных горизонтах содержание свободных ГК оценивается как очень низкое в гидрометаморфизованных почвах, так как оставляет

менее 20% от суммы ГК и крайне низкое в оподзоленных (менее 10%). Содержание гуматов кальция оценивается на уровне очень высокое (более 80% от суммы ГК) и высокое (60-80%) во всех горизонтах. Доля прочносвязанных с минеральной частью почвы гуминовых кислот характеризуется низким уровнем (менее 10% от суммы ГК) по всему профилю изученных почв. Содержание свободных, так называемых «агрессивных», фульвокислот оценивается как очень низкое (менее 2% от Собщ) и низкое (2-5%).

Заключение. Исследованные агрочерноземы Обь-Шегарского междуречья нельзя отнести к сильно выпаханым почвам с существенно измененным качественным составом гумуса и сдвигом его в сторону фульватного типа. В изученных почвах еще достаточно высоко содержание гумуса и сохранена направленность гумусообразовательных процессов по черноземному типу, что свидетельствует об устойчивом функционировании системы гумусовых веществ в условиях существующей агротехники. Гумусное состояние почв на современном этапе их развития характеризуется очень высокой и высокой степенью гумификации и содержанием гуматов кальция (фракция 2), чисто гуматным и гуматным типом гумуса в пахотных горизонтах, очень низким и крайне низким содержанием свободных (фракция 1) и прочносвязанных с минеральными компонентами (фракция 3) гуминовых кислот и «агрессивных» фульвокислот фракции 1а.

Библиографический список

1. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. – 2004. – №8. – С. 918-926.
2. Бурлакова Л.М. К агрохимической характеристике серых лесных и черноземно-луговых почв // Вопросы почвоведения. Труды Томского университета. – 1964. – С. 45-53.

**СВОЙСТВА ПОЧВ,
СФОРМИРОВАННЫХ НА ИЗЛИВАХ ОТВАЛОВ
УГОЛЬНЫХ ШАХТ КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА
ПЕРМСКОГО КРАЯ**

Н.В. Митракова, А.А. Перминова, Н.В. Порошина

Естественнонаучный институт ПГНИУ, Пермь, РФ, mitrakovanatalya@mail.ru

***Аннотация.** Изливы отвалов ликвидированных угольных шахт являются важным источником загрязнения поверхностных, подземных вод и почв. Изливы с отвалов КУБа привели к образованию подзолистей техногенной химически преобразованной почвы с сильно-кислой реакцией среды, высоким содержанием подвижной серы и тяжелых металлов. Почва не способна выполнять функцию плодородия и нуждается в рекультивации.*

**PROPERTIES OF SOIL FORMED AT OUTFLOW FROM COAL MINES
DUMP OF THE KIZEL COAL BASIN PERM TERRITORY**

N.V. Mitrakova, A.A. Perminova, N.V. Poroshina

*Natural Science Institute of Perm State University, Perm, Russia,
mitrakovanatalya@mail.ru*

***Abstract.** Outflow from closed coal mine dumps is a considerable source of pollution to surface water, groundwater, and soil. Outflows from the Kizel Coal Basin (KCB) dumps resulted in the formation of podzolic technogenic chemically transformed soil with a highly acidic reaction and a high concentration of mobile sulphur and heavy metals. Soil fertility has been compromised, and the soil requires recultivation.*

Деятельность ныне существующих и уже ликвидированных предприятий по добыче угля оказывает негативное воздействие на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы и растительный покров [1-3]. Почвы, накапливая загрязняющие элементы, являются депонирующей средой, которая служит источником вторичного загрязнения тяжелыми металлами. Изменение химических свойств также выражается в смещении рН в сторону подщелачивания или подкисления почвы [1], происходят изменения физико-химических свойств почв в результате изливов с отвалов и шахт [3]. Изливы возникают в результате прекращения забора подземных вод при закрытии шахт, что влечет

подъем уровня грунтовых вод и выход на поверхность загрязненных шахтных вод, которые могут быть токсичны [1].

В восточной части Пермского края расположен Кизеловский угольный бассейн (КУБ), который протянулся на 150 км вдоль западного склона Урала полосой шириной до 25 км, площадь бассейна около 1500 м² [4]. Добыча угля продолжалась с конца XVIII в. до конца XX в. подземным способом, в начале 2000-х годов шахты были ликвидированы. Однако многолетняя эксплуатация шахт и их ликвидация ненадлежащим способом повлекла за собой негативные последствия для поверхностных и подземных вод. Стоки с отвалов имеют сильноокислую реакцию – рН 2-3, характеризуются высокими концентрациями железа, алюминия, марганца, бериллия, содержание которых в сотни раз превышает ПДК_{хп} [4].

Несмотря на подробное изучение поверхностных вод и донных отложений, почвы территории КУБа исследованы не были. **Целью** исследования является изучение химических свойств почвы, образованной на изливе кислых шахтных вод угольного отвала. Задачи исследования включают определение таксономической принадлежности образованной на изливе почвы, определение химических свойств и содержания микроэлементов, а также оценку экологического состояния исследованной почвы.

В 2021 году заложен разрез на территории излива в 350 м от отвала шахты Широковская, глубина прикопки составила 80 см. Территория излива представляет собой узкую полосу шириной около 10-40 м, характеризующуюся отсутствием растительности, присутствуют остатки древесных стволов в виде пней, поверхность ярко-оранжевого цвета тяжелосуглинистого состава, вязкого и липкого. Профиль почвы представлен несколькими слоями, верхний - техногенный горизонт ТСН, образован под влиянием кислых изливов, бесструктурный, охристой окраски, липкий, вязкий, плотный, глинистый. После него тонкая прослойка перегнойного материала и ниже залегает светло-серый горизонт – ЕL. Ниже – структурно-дифференцированный горизонт – ВТ, имеет коричневую окраску, глинистый, плотный, распадается на мелкие призмы.

Зональные почвы территории представлены подзолистыми с глинистым составом. Судя по всему, излив с отвала принес не только кислые воды, но также и мелкодисперсные вещества отвала, которые сформировали техногенный слой на поверхности зональной почвы, что в конечном итоге привело к образованию подзолистых техногенных химически-преобразованных почв, согласно классификации и диагностике почв России (2008).

В исследовании использованы следующие методы: рН водной и солевой вытяжек определяли потенциометрически, содержание сульфатов – турбидиметрическим методом по ГОСТ 26426-85, подвижное железо (общее) – по Веригиной-Аринушкиной, органическое вещество – по ГОСТ 26213-91, подвижная сера – согласно ГОСТ 26490-85, алюминий обменный – по ГОСТ 26485-85, микроэлементы – методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Техногенный слой (0-30 см) характеризуется очень кислой реакцией $pH_{H_2O}=3,0$; высоким содержанием органического вещества 8,2%, доля которого, вероятно, представлена угольным материалом отвалов; содержание обменного алюминия 0,45 ммоль/100 г и увеличивается с глубиной в несколько десятков раз, достигая 13,3 ммоль/100 г с глубины 30-40 см, что связано с его миграцией по профилю в результате выщелачивания минералов почвы. Содержание железа варьирует от 0,46 до 0,17 %, уменьшаясь с глубиной почти в 2,5 раза. С глубины 40 см pH_{H_2O} возрастает до 4,4; содержание органического вещества снижается до 2,3-1,5%. В составе водной вытяжки почвы преобладают сульфаты, их количество колеблется от 86 мг/100 г в поверхностном слое, уменьшаясь с глубиной до 29 мг/ 100 г, однако их содержание в целом мало. Содержание подвижной серы максимально в верхнем слое – 724 мг/кг, с 30 см ее количество уменьшается в 3-4 раза до 180-130 мг/кг. Коэффициент детерминации показал сильную зависимость содержания подвижной серы от кислотности, при снижении величины рН возрастает содержание подвижной серы.

Содержание основных загрязняющих элементов в почве (Cu, Zn, Co, Ni, Pb, V, Hg, Fe) превышает кларк по Виноградову в основном в 1,5-3 раза, для

кадмия – в несколько десятков раз. Поведение металлов в почвенном профиле различное, так, содержание меди и ванадия уменьшается с глубиной в 1,5-2 раза, тогда как цинка, кобальта, никеля, кадмия, свинца и ртути увеличивается. Содержание металлов меняется с глубины 30-40 см, судя по всему, здесь расположен геохимический барьер, который определяет дальнейшее поведение элементов. Миграционные потоки объясняются биогеохимическими особенностями элементов в техногенной среде, когда V и Zn в кислых растворах активно мигрируют, Ni и Co накапливаются глинами.

Таким образом, в результате изливов кислых шахтных вод с отвалов шахт Кизеловского угольного бассейна образуются подзолистые техногенные химически преобразованные почвы. Загрязнение почвы и накопление в ней тяжелых металлов способствует загрязнению сопредельных сред, что может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Территории изливов нуждаются в рекультивации для снижения токсичности почв и создания благоприятных условий для произрастания растений.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 2019-0858.

Библиографический список

1. Arefieva O., Nazarkina A.V., Gruschakova N.V, Skurikhina J.E., Kolycheva V.B. Impact of mine waters on chemical composition of soil in the Partizansk Coal Basin, Russia // International Soil and Water Conservation Research. – 2019. – V. 7, Is. 1, P. 57-63. DOI: 10.1016/j.iswcr.2019.01.001
2. Xiaoyang Liu et al. Heavy metal concentrations of soils near the large opencast coal mine pits in China // Chemosphere. – 2020. – V. 244. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125360>
3. Kostin A., Krechetov P., Chernitsova O. Alteration Of Physico Chemical And Morphological Characteristics Of Sod-podzolic Soils In Technogenically-affected Landscapes Of Moscow Brown Coal Basin. – Mine Water – Technological and Ecological Challenges. – Perm, Russia. – 2019, p. 725 – 731.

4. Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. Ун-т, 2018. – 288 с.

УДК 630.114:631.436:630(571.15)

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ЗЕМЛЯНИКИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

В.Ю. Патрушев, С.В. Макарычев

Алтайский ГАУ, РФ, vvp0477@yandex.ru, Макарычев1949@mail.ru

Аннотация. При капельном орошении земляники объемная теплоемкость и теплопроводность почвы в случае увеличения почвенного увлажнения возрастают. Минимум теплоаккумуляции имел место 10 июля, а в течение вегетации ее величина колебалась в пределах 51%. При орошении прогревание замедлялось, температура почвенного профиля снижалась. В этой связи поливные нормы необходимо приводить в соответствии с влагосодержанием, не превышающем наименьшую влагоемкость.

THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOILS UNDER STRAWBERRY PLANTATIONS UNDER IRRIGATION CONDITIONS

V.Y. Patrushev, S.V. Makarychev

Altai State Agrarian University R. F.,
vvp0477@yandex.ru, Макарычев1949@mail.ru

Abstract. With drip irrigation of strawberries, the volumetric heat capacity and thermal conductivity of the soil increase in case of an increase in soil moisture. The minimum heat accumulation took place on July 10, and during the growing season its value fluctuated within 51%. During irrigation, warming slowed down, the temperature of the soil profile decreased. In this regard, irrigation standards must be brought into line with the moisture content not exceeding the lowest moisture capacity.

Корневая система земляники формируется в гумусово-аккумулятивном горизонте. Поэтому использовать влагу из нижележащих слоев почвы растение не способно. Но культура влаголюбива, и в жаркие дни растению требуется регулярное орошение. Полив земляники в случае малоснежной зимы следует начинать с конца апреля. До конца июля его, как правило, проводят через 2-

3 дня, а во второй половине лета – два раза в месяц нормой до 20 л/м². Поздней осенью используют влагозарядку под зиму [1].

Влагосодержание в лёгких дерново-подзолистых почвах необходимо поддерживать на уровне 0,7-0,8 НВ во время плодоношения, а затем в пределах 0,60-0,65 НВ.

Объектами изучения явились дерново-подзолистая почва и земляника сорта Первоклассница, выращиваемая на территории НИИСС им. М.А. Лисавенко в 2019-2020 гг. Цель исследований – определение объемной теплоемкости, тепло- и температуропроводности почвы при некоторых гидрологических константах. Задачей в работе явилось экспериментальное измерение термических характеристик в лабораторных условиях. Теплофизические свойства определены импульсным методом [2], а влажность – весовым [3].

Используемая почва имеет супесчаный состав [4]. Плотность сложения почвы вниз по профилю возрастает от 1130 в гумусовом горизонте Ап до 1520 кг/м³ в почвообразующей породе. Общая порозность снижается с 55,3 до 44,3%. Содержание гумуса падает с 4,2 до 0,5% соответственно. В таблице представлены результаты эксперимента по определению теплофизических характеристик почвы (ТФС) при различных гидрологических постоянных. Здесь C_p – объемная теплоемкость (10⁶ Дж/(м³ К)), λ – теплопроводность (Вт/(м К)), α – температуропроводность (10⁻⁶ м²/с).

Таблица – Теплофизические свойства генетических горизонтов дерново-подзолистой почвы при различных гидрологических константах

| ТФС | Сухая | ВЗ | НВ | ПВ |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Гор. Ап | 0,0 | 6,8 | 14,2 | 55,3 |
| C_p | 1,271 | 1,557 | 1,859 | 3,581 |
| λ | 0,582 | 0,883 | 1,006 | 1,390 |
| α | 0,458 | 0,567 | 0,541 | 0,388 |
| Гор. А | 0,0 | 5,5 | 11,9 | 52,5 |
| C_p | 1,395 | 1,626 | 1,899 | 3,615 |
| λ | 0,595 | 0,923 | 1,056 | 1,520 |
| α | 0,427 | 0,559 | 0,556 | 0,420 |
| НСР _{Cp} = 2,4%; НСР _λ = 4,5%; НСР _α = 2,1% | | | | |

Примечание. C_p , Дж/(кг м³) – объемная теплоемкость; λ , Вт/(м К) – теплопроводность; α , м²/с – температуропроводность.

Данные таблицы 1 показывают, что в гумусовых горизонтах дерново-подзолистой орошаемой почвы теплоемкость растет с увеличением увлажнения. При влажности завядания она равна $1,56 \times 10^6$ Дж/(м³ К), а в состоянии полной влагоемкости – $3,58 \times 10^6$ ед. СИ. По сравнению с сухой почвой рост теплоемкости достигает 2,3 раза. Теплопроводность почвы при НВ увеличивается параболически, но в случае заполнения воздушных пор водой она становится максимальной. В гумусовом горизонте это изменение составляет 240, в иллювиальном – 280, а в почвообразующей породе – 300%. С глубиной теплопроводность почвы также увеличивается. В сухом состоянии этот рост равен 17,4%, а при ПВ 31,5%. С повышением увлажнения температуропроводность становится больше, достигает максимума, а затем уменьшается. На графике такая зависимость соответствует перевернутой параболе.

Летом 2020 года нами при выращивании земляники использовалось капельное орошение, а поливные нормы были нерегулируемыми. Часто имел место перелив, который приводил к появлению воды на поверхности почвы. Иногда влажность почвы достигала 45% от массы почвы, что превышало НВ в гумусовом слое в три раза.

Влагосодержание в почве в течение вегетации земляники от цветения до окончания плодоношения показало, что в слое 0-40 см наибольшие значения влажности отмечались с июня до середины июля. Минимум увлажнения был 05.06 и 10.07, но и в это время оно превышало НВ в два раза. В нижних слоях почвенного профиля фиксировалось более сильное переувлажнение. На следующие сутки влажность почвы падала. Так, в верхнем слое она стала ниже на 3 мм, была выше НВ в 1,5 раза. В иллювиальном горизонте влагосодержание выросло на 11 мм, т.е. менее дисперсных горизонтах фильтрация ускоряется.

Итак, максимум теплоемкости в почвенном профиле напрямую определяется степенью влагосодержания. Так, в гумусовом слое максимальная теплоемкость отмечена 18 и 24 июня, достигнув $3,08$ и $2,95 \times 10^6$ Дж/(м³ К) соответственно, через сутки снизившись на 6 и 10%. Наименьшие величины теплоаккумуляции наблюдались 10 июля. Следует отметить, что теплоемкость опреде-

ляется количеством тепла, которое аккумулируется в профиле почвы, тогда как теплопроводность является проводником его распространения по генетическим горизонтам. Орошение снижает скорость прогревания в результате использования артезианской воды с низкой температурой. Почва становится «холодной». Поэтому нормы полива нужно регулировать так, чтобы они не приводили к влагосодержанию в почве, превышающему наименьшую влагоемкость, с целью предотвращения перелива. Таким образом, следует отметить, что нерегулируемое орошение без учета предполивной влажности и расчета поливных норм приводит, как правило, к переувлажнению почвенных горизонтов, значительному снижению их аэрации.

Библиографический список

1. Козлова И. И. Технология программированного производства ягод перспективных сортов земляники // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 8. – С. 30-32.
2. Болотов А. Г. Автоматизированная система для исследования теплофизических характеристик почв / А. Г. Болотов, С. В. Макарычев, А. А. Левин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2002. – № 3 (7). – С. 20-22.
3. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
4. Бурлакова Л. М. Почвы Алтайского края / Л. М. Бурлакова, Л. М. Татаринцев, В. А. Рассыпнов. – Барнаул: АСХИ, 1988. – 69 с.

**ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ
НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗОЛОТВАЛАХ
ВЕРХНЕТАГИЛЬСКОЙ ГРЭС (СРЕДНИЙ УРАЛ)**

Т.А. Петрова, О.А. Некрасова, А.П. Учаев

Уральский федеральный университет, РФ, tatiana.petrova@urfu.ru

Аннотация. Данная работа посвящена выявлению особенностей почвообразования на 3- и 50-летнем участках золоотвалов бурого угля Верхнетагильской ГРЭС, находящихся в условиях самозарастания. На основании изменения морфологических и физико-химических свойств зольного субстрата в верхней толще показано формирование эмбриоземов, сопровождающееся изменением рН и накоплением ряда биогенных элементов. Полученные материалы могут использоваться для установления закономерностей формирования почв в техногенных экосистемах.

**SOILFORMING PROCESSES ON VERHNETAGILSKAYA TPP ASH
DUMPS OF DIFFERENT AGES (MIDDLE URALS)**

T.A. Petrova, O.A. Nekrasova, A.P. Uchaev

Ural Federal University, tatiana.petrova@urfu.ru

Abstract. This work is devoted to identifying the features of soil formation on the 3rd and 50-year-old sites of brown coal ash dumps of Verkhnetagilskaya TPP, which are under natural colonization. Based on the changes in the morphological and physico-chemical properties of the ash substrate in the upper thickness, the formation of Technosols was shown, accompanied by a change in pH and the accumulation of a number of biogenic elements. The obtained materials can be used to establish patterns of soil formation in technogenic ecosystems.

Производство энергии путем сжигания угля на теплоэлектростанциях применяется во многих странах мира. На Среднем Урале золоотвалы, образующиеся в результате их деятельности, занимают большие площади. Нерекультивированные участки подвергаются самозарастанию [1], что инициирует процесс почвообразования. Изучение почвообразовательного процесса на золоотвалах теплоэлектростанций представляет как теоретический интерес для решения вопросов генезиса почв, так и практический, связанный с возможным влиянием на скорость этого процесса, снижающего загрязнение золой природных сред. Данные о специфике почвообразования на золоотвалах, сложенных золой

из различных месторождений, в условиях южной тайги Среднего Урала немногочисленны [2, 3].

Целью настоящего исследования является анализ особенностей процесса почвообразования на разновозрастных участках золоотвалов Верхнетагильской городской электростанции (ВТГРЭС).

Золоотвалы ВТГРЭС находятся в окрестностях г. Верхний Тагил (Свердловская область). Среднегодовая температура воздуха на территории расположения золоотвалов составляет 1,9°C, сумма температур больше 10° – 1600°C, среднегодовое количество осадков – 570 мм. Коренная растительность представлена южно-таежными сосновыми или сосново-еловыми лесами, широкое распространение имеют вторичные березовые и березово-сосновые насаждения.

Золоотвалы ВТГРЭС сложены золой бурого угля из Челябинского и Богословского месторождений. Трехлетний участок для изучения начальных этапов почвообразования был заложен на молодом золоотвале ВТГРЭС № 2, на расстоянии 20-50 м от водоема, расположенного в центре гидроотвала. На его поверхности произрастают единичные растения, появившиеся в процессе первичной сукцессии. Пятидесятилетний участок с луговым разнотравьем, сформировавшимся в процессе самозарастания, был выбран на старом золоотвале ВТГРЭС № 1.

Разрезы, заложенные на 3-летнем участке золоотвала, имеют следующее морфологическое строение: А (0-2 см) – темно-серая, рыхлая, бесструктурная, супесь; С (2-40 см) – серая, рыхлая, бесструктурная, супесь. Присутствие слабого, отличающегося более темной окраской горизонта гумусонакопления свидетельствует о протекании процесса почвообразования.

Разрезам на 50-летнем участке золоотвала характерны следующие морфологические признаки: А (0-2 см) – темно-серая, рыхлая, бесструктурная, с включениями большого количества тонких корней супесь; АС (2-7 см) – серая, рыхлая, бесструктурная, с включениями большого количества тонких корней супесь; С (7-40 см) – светло-серая, рыхлая, бесструктурная, с единичными тон-

кими корнями супесь. Почвообразование в течение 50 лет привело к формированию бесструктурного гумусового горизонта, а также слабо различимого переходного к породе горизонта АС.

Морфологическое строение разрезов свидетельствует о том, что на обоих исследуемых участках золоотвалов ВТГРЭС формируются молодые почвы – эмбриоземы.

Усредненные значения физико-химических показателей эмбриоземов на разновозрастных золоотвалах ВТГРЭС приведены в таблице. Аналитические данные показали, что на молодом золоотвале в верхней (2 см) толще по сравнению с нижележащим зольным субстратом (горизонт С1) произошло изменение реакции среды в более кислую сторону (7,67 и 8,20 соответственно). В горизонте А эмбриоземов наблюдается тенденция к аккумуляции общего органического углерода (усредненно 5,30% по сравнению с 3,78%) и азота (0,12% против 0,07%), ионов кальция и магния (соответственно 5 и 3 мг-экв/100 г по сравнению с 4 и 2 мг-экв/100 г), а также подвижных соединений калия (5 мг/100 г против 3 мг/100 г), в то же время в этом горизонте содержится меньшее количество подвижных фосфатов (7 мг/100 г по сравнению с 9 мг/100 г).

Таблица – Физико-химические характеристики эмбриоземов золоотвалов ВТГРЭС

| Горизонт, глубина, см | рН _{Н2О} | C _{орг.} | N _{общ.} | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
| | | % | | мг-экв/100 г | | мг/100 г | |
| 3-летний участок золоотвала | | | | | | | |
| А, 0-2 | 7,67±0,45 | 5,30±1,69 | 0,12±0,04 | 4,7±2,4 | 2,5±1,4 | 7,4±5,8 | 4,9±1,6 |
| С1, 2-7 | 7,79±0,49 | 3,78±1,21 | 0,07±0,02 | 3,7±1,8 | 2,2±1,1 | 8,5±4,8 | 3,1±1,2 |
| С2, 7-20 | 8,20±0,69 | 4,17±1,33 | 0,08±0,02 | 3,7±1,8 | 1,8±0,9 | 8,7±3,6 | 4,0±1,6 |
| С3, 20-30 | 8,15±0,61 | 4,55±1,46 | 0,08±0,02 | 3,6±1,5 | 2,1±0,9 | 12,1±5,3 | 3,6±1,1 |
| С4, 30-40 | 8,29±0,65 | 3,94±1,38 | 0,07±0,03 | 2,9±1,5 | 2,5±1,1 | 12,5±5,0 | 5,9±2,8 |
| 50-летний участок золоотвала | | | | | | | |
| А, 0-2 | 6,85±0,57 | 5,99±1,59 | 0,47±0,13 | 3,8±0,4 | 1,5±0,3 | 0,9±0,4 | 23,0±6,8 |
| АС, 2-7 | 6,99±0,19 | 1,94±0,32 | 0,14±0,01 | 3,6±0,5 | 2,1±0,5 | 3,2±2,2 | 11,8±0,8 |
| С1, 7-20 | 7,84±0,41 | 0,66±0,15 | 0,08±0,02 | 6,3±0,7 | 2,7±0,7 | 7,6±1,5 | 10,2±1,5 |

В почве, формирующейся в течение 50 лет на зольном субстрате, наблюдаются изменения свойств в верхней (7 см) толще. В гумусовом горизонте по сравнению с зольным субстратом отмечается уменьшение значения рН (6,85 и

7,84 соответственно), накопление общего органического углерода (5,99% против 0,66%), азота (0,47 и 0,08%), а также подвижного калия (23 и 10 мг/100 г), при этом содержание обменного кальция, магния и подвижных форм фосфора в горизонте А ниже, чем в горизонте С1. В горизонте АС по сравнению с золой происходит аналогичное изменение рН и накопление тех же элементов.

В гумусово-аккумулятивном горизонте эмбриоземов 50-летнего золоотвала по сравнению с таковыми молодого золоотвала отмечается более низкое значение рН, лежащее в слабокислой области, незначительное повышение содержания $C_{орг.}$, существенно большее накопление $N_{общ.}$ и K_2O , а также значительно меньшее содержание P_2O_5 .

Сопоставление эмбриоземов, формирующихся на разновозрастных золоотвалах Верхнетагильской ГРЭС, позволило сформулировать следующие выводы:

1. При высыхании поверхности гидроотвала на зольном субстрате ВТГРЭС начался процесс почвообразования, морфологически проявляющийся через несколько лет в появлении в верхней части более темного по сравнению с золой органогенного горизонта. К 50 годам в дополнение к гумусовому горизонту начинает формироваться горизонт АС.

2. Процесс почвообразования на разновозрастных золоотвалах ВТГРЭС проявляется в подкислении реакции среды, а также накоплении биогенных элементов, в первую очередь органического углерода и азота, а также подвижных форм калия в верхней толще.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования (тема № FEUZ-2021-0014).

Библиографический список

1. Махнев А.К., Чибрик Т.С., Трубина М.Р., Лукина Н.В., Гебель Н.Э., Терин А.А., Еловиков Ю.И., Топорков Н.В. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 355 с.

2. Nekrasova O., Radchenko T., Filimonova E., Lukina N., Glazyrina M., Dergacheva M., Uchaev A., Betekhtina A. 2020. Natural forest colonization and formation on ash dump in southern taiga. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 62 (4).
3. Петрова Т.А., Некрасова О.А., Учаев А.П., Дергачева М.И., Радченко Т.А., Бетехтина А.А. Формирование почв под луговыми сообществами на золоотвалах Среднего Урала. // Региональные геосистемы. – 2020. – Т. 45, № 3. – С. 301-315.

УДК 631.465

**ДЕНИТРИФИЦИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ
В ПОЧВАХ УГЛЕПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА**

Е.П. Пуликова, Д.Г. Невидомская, Т.М. Минкина, К.А. Казарян
ЮФУ, АБиБ им. Д.И. Ивановского, epulikova@sfedu.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается влияние поллютантов на процессы денитрификации в почвах, прилегающих к породному отвалу углеотходов (террикону) округа г. Шахты (Ростовская область, Россия). Было установлено, что на активность нитратредуктазы сильнее влияет наличие угольной пыли, чем содержание ТМ. Нитритредуктаза оказалась чувствительнее к повышенным температурам, ТМ нежели нитратредуктаза.

**DENITRIFYING ACTIVITY IN THE SOILS OF THE EAST DONBASS
COAL-MINING AREAS**

E.P. Pulikova, D.G. Nevidomskaya, T.M. Minkina, K.A. Kazarian
SFedU, Academy of Biology and Biotechnology. DI. Ivanovsky, epulikova@sfedu.ru

Abstract. We have studied the effect of pollutants on denitrification processes in the soils of the coal waste dump near the city of Shakhty (Rostov region, Russia). Nitritereductase turned out to be more sensitive to elevated temperatures, HMs than nitratereductase.

Восточный Донбасс занимает западную часть Ростовской области, где сосредоточены техногенно нарушенные геосистемы, связанные с размещением месторождений угля и предприятий угледобывающей промышленности.

Угольная промышленность оказывает значительное воздействие на прилегающие компоненты экосистемы. Добыча угля приводит к структурным и функциональным изменениям в почвах [1, 2]. Целостная оценка качества почвы должна включать физические, химические и биологические свойства. Несмотря на то, что уже с 1980 годов стало активно изучаться нежелательное воздействие механизированной добычи угля на почву и растительность, на нынешний момент имеется мало работ, которые посвящены изучению влияния поллютантов на микробиологические процессы [1, 3]. Для оценки состояния почв территорий породного отвала углеотходов и оценки эффективности мер рекультивации используют микробную активность как экологический индикатор [1, 4]. Несмотря на важность изучения процессов цикла азота, трансформация этого элемента в почвах породных углеотвалов (терриконов) почти не изучена. Несбалансированность процессов трансформации азотистых соединений может оказывать серьёзное влияние на почвы и сопредельные среды [5]. Поэтому целью нашего исследования стало изучение денитрификации в почвах террикона территории Восточного Донбасса.

Район исследований расположен в округе города Шахты Ростовской области. Террикон шахты Аютинской располагается на 1,5 км от мкр Аютинский г. Шахты. Почвенный покров представлен чернозёмом обыкновенным карбонатным. Аютинская шахта работала с 1943 по 2006 гг. С целью предотвращения самовозгорания поверхность террикона была частично перекрыта глинистым материалом. Исследования проводились в июле 2021 года. Было отобрано 8 образцов почвы из поверхностного горизонта почвы (0-20 см). Площадки А1 и А2 находятся на берегу реки Аюта, площадки А6-А9 располагаются непосредственно на склоне, с повышением высоты залегания.

Суммарные концентрации Mn, Zn, Ni, Pb, Cu определялись методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре Spectroscan MAX-GV (Спектрон, Россия) [6]. Было определено содержание подвижных форм тяжёлых металлов (ТМ) методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Денитрифицирующая активность была определена по методике А.Ш. Галстяна [7].

Площадка А8 отличается повышением температуры до 40° на глубине 20 см и повышенной эмиссией углекислого газа, что косвенно свидетельствует о продолжающемся горении террикона. Наиболее высокие концентрации в почвах террикона шахты Аютинской были обнаружены на площадке А5 (е обменных форм Mn, Zn и Ni составило 725, 67 и 37 мг/кг соответственно). Образцы площадок А6-А9 менее загрязнены ТМ. Почвенный покров данной территории сильно отличается от природных почв, так как имеет особенности механических трансформаций в результате техногенного перемешивания с угольной породой, переуплотнения, нарушения структуры и морфологии верхних горизонтов и т.д. Почвы площадок А3 и А4 загрязнены обменными формами Zn, Ni и Cu (содержание обменных форм Ni варьирует от 12 до 26 мг/кг и Cu – от 13 до 15 мг/кг).

Из рисунка видно, что наибольшая денитрифицирующая активность была отмечена в почвенном образце А9, самая низкая активность наблюдалась в почве площадки А4. Низкая активность в почвенном образце А4 определяется высоким содержанием в почве угольной пыли, которая пагубно влияет на биологические показатели. Следует отметить увеличение активности нитратредуктазы в почвенных образцах А5-А6, А8-А9. Высокая активность нитратредукции в почвах А6-А9 объясняется наличием низких концентраций ТМ. Стоит отметить, несмотря на то, что в почве А5 содержатся повышенные концентрации ТМ, была зафиксирована высокая активность нитратредуктазы, как и в почвах А6-А9. В почвенном образце А7 активность нитритредуктазы ниже в 3-5 раз по сравнению с почвами площадок А8 и А9. В почвах А5 и А7 соотношение активностей нитратредуктазы и нитритредуктазы в среднем в два раза выше, чем в почвах других площадок. Денитрифицирующая активность в образце А2 выше, чем в А1, так как площадка А2 располагается в 3 м от берега реки Аюта. Известно, что анаэробные условия, которые возникают из-за обильного увлажнения, являются благоприятными для денитрификации [8].

Установлено, что на активность нитратредуктазы значительное влияние оказывает наличие техногенного угольного материала, чем содержание ТМ, ко-

торое повлияло незначительно на упомянутый фермент. Нитритредуктаза оказалась чувствительнее к повышенным температурам, ТМ, нежели нитратредуктаза. Таким образом, поллютанты в почве, в первую очередь, снижают активность нитритредуктазы, что может привести к накоплению токсичного иона нитрита в больших концентрациях, загрязнению почв нитритами, закислению и вымыванию в грунтовые воды.

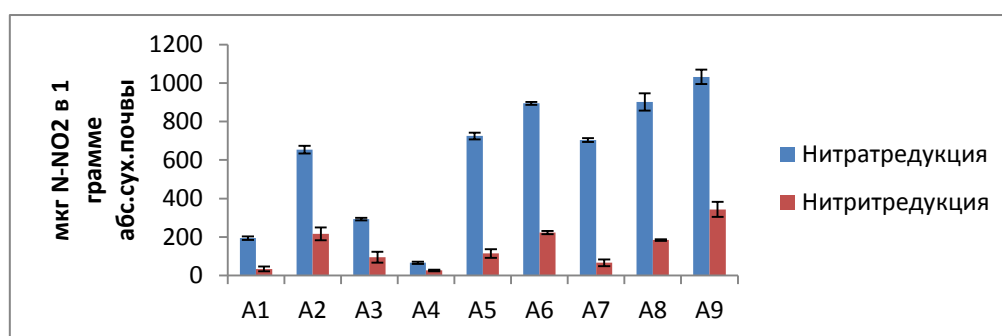


Рис. Денитрифицирующая активность в почвенных образцах террикона шахты Аютинская

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ Арм_а, проект № 20-55-05014 и SC RA № 20RF-036

Библиографический список

1. Effects of surface coal mining and land reclamation on soil properties: A review / Feng Y., Wang J., Bai Z., Reading L. // *Earth-Science Reviews*. – 2019. – V. 191. P. 12-25.
2. Sleptsov Y. Problem of Slagheaps of Donbass // *E3S Web of Conferences*. – EDP Sciences, - 2020. – V. 217. P. 04005.
3. Ciarkowska, K., Sołek-Podwika, K., & Wiczorek, J. Enzyme activity as an indicator of soil-rehabilitation processes at a zinc and lead ore mining and processing area. *Journal of environmental management* – 2014. – V.132. P. 250-256.
4. Effects of regenerating vegetation on soil enzyme activity and microbial structure in reclaimed soils on a surface coal mine site / Li J., Zhou X., Yan J., Li H. // *Applied Soil Ecology*. – 2015. – V. 87. P. 56-62.
5. Anderson I. C., Levine J. S. Relative rates of nitric oxide and nitrous oxide production by nitrifiers, denitrifiers, and nitrate respirers // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1986. – V. 51. P. 938-945.

6. OST 10-259-2000. Soil. X-ray fluorescence determination of the total content of heavy metals. Moscow: The Russian Federation Ministry of Agriculture. – 2001.
7. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. Наука, 1990.
8. Шлегель Г. Общая микробиология: Пер.с нем.- М.: Мир, 1987. – 567 с., ил.

УДК 540:631.4/633

НИКЕЛЬ (Ni) В ПОЧВАХ ЗАСОЛЕННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ БАРАБИНСКОЙ РАВНИНЫ

Н.В. Семендяева¹, А.А. Морозова²

*¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия;*

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия

Аннотация. Исследования проведены в почвах catena, заложенной в засоленном агроландшафте северо-восточной части Барабинской равнины (Барабы) в пределах Новосибирской области. Установлено, что элементный состав почв зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса и величины рН. Содержание валовой и подвижной форм никеля ниже ОДК и не представляет угрозы для загрязнения окружающей среды.

NICKEL (Ni) IN SOILS OF SALINE AGROLANDSCAPES OF THE BARABINSKAYA PLAIN

N.V. Semendyaeva¹, A.A. Morozova²

*¹Sibirian Research Institute of Agriculture and Chemicalization
of Agriculture of the Siberian Federal Scientific Center for Agro-BioTechnologies
of Russian Academy of Sciences Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia;*

*²Institute of Soil Science and Agrochemistry the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia*

Abstract. The studies were carried out in the soils of a catena in the saline agrolandscape of the northeastern part of the Baraba Plain (Baraba) in the aisles of the Novosibirsk Region. It was found that the elemental composition of soils depends on the granulometric composition, the humus content and value pH. The content of gross and mobile forms of nickel is below the approximate permissible concentration and does not pose a threat to environmental pollution.

В почвенном покрове Барабинской равнины (Барабе) преобладающими являются засоленные агроландшафты, которые, как правило, занимают пониженные элементы рельефа. Значительная часть данной территории находится в сельскохозяйственном пользовании – под пашней, сенокосами и пастбищами. При их рациональном использовании необходимо знать сложившуюся здесь эколого-токсикологическую ситуацию. Необходимо отметить, что этим вопросом занимался целый ряд исследователей [1, 2].

Цель наших исследований – изучить по катене тип и свойства почв засоленных агроландшафтов северо-восточной части Барабы в пределах Новосибирской области. Определить в них содержание валовых и подвижных форм никеля и оценить санитарно-гигиеническую обстановку территории.

Объекты и методы исследований. Исследования проведены в АО «Большеникольское» Чулымского района Новосибирской области. Рельеф представлен чередованием междуречий и лощин стока. Микрорельеф западинный и мелкобугристый, что способствует перераспределению воды и легкорастворимых солей с грив в межгривные понижения. Годовое количество осадков меняется от 225 до 400 мм. Почвообразующими породами являются озерно-аллювиальные и субаэральные лессовидные отложения, преимущественно суглинистого гранулометрического состава различной степени засоления.

В широкой долине реки Карасук заложено, в природном засоленном агроландшафте по катене, три почвенных разреза. На повышенном мезорельефе (элювиальная позиция) выкопан разрез № 1. Почва – лугово-черноземная выщелоченная обыкновенная среднemosная среднесуглинистая. На транзитной позиции – разрез № 2. Почва – черноземно-луговая погребенная солончаковатая супесчаная. В аккумулятивной зоне заложено разрез № 3. Почва – солонец луговой глубокий солончаковый тяжелосуглинистый.

По генетическим горизонтам были отобраны почвенные образцы, в которых определены следующие виды анализов: гранулометрический состав – по Качинскому, гумус – по Тюрину, величина рН – потенциометрически. Подвижная форма никеля извлекалась из почв ацитатно-аммонийным раствором с

pH 4,8. Определение валового и подвижного никеля проведено методом атомной спектроскопии на приборе ДАЭП (двухлучевом атомно-эмиссионном плазмотроне) [3]. Статистическая обработка полученных данных выполнена с применением пакета программ Excel.

Результаты и обсуждение. Почвы катены имеют различный гранулометрический состав не только в горизонте А, но и по всему профилю. Содержание гумуса в них от 5,2 до 10,7%. Величина pH в метровом слое почвы элювиальной позиции – нейтральная, ниже – щелочная. В транзитной и аккумулятивной – по всему профилю щелочная и сильнощелочная.

Никель (Ni). Никель слабо подвижен в кислой среде, а в щелочной – переходит в растворимые подвижные и крайне токсичные формы. Значительная часть данного элемента находится в илистых частицах и в богатых гумусом фракциях. Кларк никеля в почвах равен 40 мг/кг. Никель активизирует процессы нитрификации и минерализации соединений азота. В живых организмах никель способствует сохранению конфигурации молекул ДНК, РНК и белков, а также является активатором некоторых ферментов.

Повышенная концентрация никеля в почвах приводит к эндемическим заболеваниям. У растений появляются уродливые формы. У животных и человека – заболевание глаз. Недостаток никеля в живых организмах приводит к снижению активности ферментов. Возможен даже летальный исход.

По данным В.Б. Ильина и А.И. Сысо, в Новосибирской области природного недостатка или избытка никеля в рационах животных и человека не установлено [1]. Как свидетельствуют полученные нами данные, максимальное содержание валового никеля приходится на лугово-черноземную почву элювиальной позиции. По всему профилю данной почвы оно находится в пределах 50-67 мг/кг. На долю подвижных форм при этом приходится от 0,04 до 0,07% от валового содержания, что несколько превышает кларк данного элемента в земной коре. В транзитной зоне максимум валового никеля приходится на горизонты А и А₁, что объясняется их биологическим накоплением. С глубиной его содержание значительно снижается, а в погребенных горизонтах снова уве-

личивается. Подвижность никеля по всему профилю почвы составляет 0,02% от валового содержания. Книзу возрастает щелочность почвы и, соответственно, подвижность содержания никеля.

В аккумулятивной позиции заметного накопления валового содержания никеля не происходит, и оно практически равномерно распределено по профилю ≈ 44 мг/кг почвы, что примерно равно кларку. Однако следует отметить, что в верхних горизонтах А и В солонца подвижность никеля максимальна. Его количество составляет от 0,06 до 0,04 мг/кг почвы.

В почвах засоленных агроландшафтов Барабы валовое и подвижное содержание никеля находится ниже ОДК и не представляет угрозы для загрязнения данным элементом окружающей среды.

Статистической обработкой доказано, что между содержанием физической глины (частицы $< 0,01\%$) и подвижной формой никеля существует тесная корреляционная зависимость во всех почвах катены. Коэффициенты корреляции меняются от 0,83 в элювиальной зоне до 0,92 в транзитной и 0,74 в аккумулятивной.

Выводы. Выявлено, что элементный состав почв катены зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса и величины рН. В катене валовое содержание никеля снижается от элювиальной позиции к аккумулятивной. По профилю его количество меняется незначительно. Валовое содержание и подвижные формы никеля ниже ОДК и не представляют угрозы для санитарно-гигиенической обстановки изучаемой территории.

Библиографический список

1. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229с.
2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение. – Рос. акад. наук, Сиб. от-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 220с.

3. Практикум по агрохимии / под редакцией В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ.
2001. – 687 с.

УДК 631.46

**ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СУБСТРАТА
НА КАТАЛАЗНУЮ РЕАКЦИЮ В СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ
(ПРОВИНЦИЯ ЫГДЫР, ТУРЦИЯ)**

Ф.Д. Микаилсой

Университет «Ыгдыр», Турция, fariz.mikailsoy@igdir.edu.tr

***Аннотация.** Засоленность и щелочность являются одними из важных почвенных проблем в Ыгдырском районе с засушливым, полузасушливым климатом. Хотя негативное влияние засоления и щелочности на свойства почвы известно, исследований активности и кинетики ферментов недостаточно. По этой причине это исследование было проведено для определения влияния засоления и щелочности на каталазную активность и кинетику в почве.*

**INFLUENCE OF HIGH SUBSTRATE CONCENTRATIONS
ON THE CATALASE REACTION IN LOAMY SOIL
(IGDIR PROVINCE, TURKEY)**

F.D. Mikailsoy

Iğdir University, Turkey, fariz.mikailsoy@igdir.edu.tr

***Abstract.** Salinity and alkalinity are among the important soil problems in the Iğdir Region, which has an arid-semi-arid climate. Although the negative effects of salinity and alkalinity on soil properties are known, there is not enough research on enzyme activities and kinetics. For this reason, this study was carried out to determine the effects of salinity and alkalinity on catalase activity and kinetics in soil.*

По вопросам кинетики действия почвенных ферментов проведены многочисленные исследования [1-2, 4-5, 7-9]. Кинетический подход к изучению почвенных ферментов сложился в прошлом столетии, начиная с 1970 года в этом направлении наблюдается значительный прогресс.

Известно, что почвенные энзимы могут с полным основанием рассматриваться как ферменты организмов, иммобилизованные на поверхности почвен-

ных частиц. Тогда более целесообразно исследовать кинетику почвенно-ферментативных реакций в стационарном режиме.

Стационарная кинетика находит широкое применение при исследовании ферментативных реакций. Она основана на измерении начальной скорости v_0 образования продуктов реакции при различных концентрациях субстрата [1-9].

Как правило, кинетические исследования при стационарном режиме проводятся для выяснения зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. В случае подтверждения факта применимости уравнения Михаэлиса-Ментен далее осуществлялся расчет кинетических параметров этого уравнения – константы Михаэлиса (K_M) и максимальной скорости реакции (V_{max}) [1, 6-9].

Как правильно отмечается в [9], эти кинетических параметры (K_M и V_{max}) далеко не исчерпывают возможности стационарной ферментативной кинетики для исследования механизма действия почвенных ферментов.

Особый интерес представляет кинетический анализ ингибирования ферментов избытком субстрата и продуктами реакции, что изменяет его каталитические свойства. Изучение действия ингибиторов позволяет получить более полную информацию о механизме ферментативного катализа, протекающего в почве [9].

В настоящей работе излагаются результаты кинетических исследований ингибирования каталазы в суглинистых почвах избытком субстрата.

Материалы и методы исследования. Равнина Ыгдыр демонстрирует особый микроклимат, характерный для региона Восточной Анатолии, поскольку она расположена на небольшой высоте и окружена высокими горами. Высота равнины 850 м, с жарким летом и мягкой зимой. Наибольшее количество осадков в регионе выпадает в мае, а наименьшее – в августе.

Некоторые физико-химические свойства почв опытного участка приведены в таблице 1.

Почвы опытного участка имеют суглинистый гранулометрический состав и относятся к низкому классу по содержанию органического вещества. Кроме

того, на некоторых почвах были обнаружены высокие значения объемного веса. Образцы почвы 1 и 4 относятся к классу засоленно-щелочных, образец почвы 2 – к щелочному, образец почвы 3 – к нормальному классу.

Таблица 1 – Некоторые физико-химические свойства почвы опытного участка

| Свойства почвы | Результаты анализа | | | |
|----------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Класс Текстуры | Суглинистые | | | |
| Органическое вещество, % | 1,06 | 1,11 | 1,34 | 1,06 |
| Плотность, г/см ⁻³ | 1,47 | 1,56 | 1,16 | 1,47 |
| pH (1:2,5) | 9,06 | 9,09 | 8,22 | 9,0 |
| ЕС, dS/m | 15,32 | 2,47 | 1,2 | 13,03 |
| Пористость, % | 0,41 | 0,35 | 0,50 | 0,38 |
| Общий азот, % | 0,053 | 0,056 | 0,067 | 0,054 |
| CaCO ₃ , % | 10,00 | 9,37 | 9,04 | 10,77 |
| Удельный вес, г/см ⁻³ | 2,50 | 2,42 | 2,35 | 2,42 |

В этом исследовании было взято 4 разных образца почвы с глубины 0-30 см почв с разным содержанием соли в районе Ыгдыр. Отбор проб для определения ферментативной активности почв проводили в период с 2019-2020 в 3-кратной повторности на каждом выделенном участке. Определены важные физико-химические и биологические свойства этих почв.

Для физических, химических и биологических анализов ряда почв, определенных на исследуемой территории, образцы деградированных и ненарушенных почв были отобраны по глубине, просеяны через сито 2 мм и проведены анализы, описанные ниже.

Определение активности фермента каталазы в почве. Каталазная активность почв определяется по скорости разложения в ней H₂O₂, протекающего под воздействием биологических и небиологических катализаторов. В этом исследовании активность фермента каталазы измеряли с газометрическим методом Бека (1971).

С целью кинетических исследований анализ продолжали до момента насыщения (фиксация количества выделившегося O₂). Кроме того, с целью исследования кинетических параметров время считывания выхода O₂ из кальциметрического устройства было следующее: t = 0, 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0;

2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 и 6,0 мин. Полученные результаты были выражены как «мл O₂/мин. · 5 г почвы».

Расчет кинетических параметров. Определение кинетических параметров фермента каталазы (V_{\max} , K_M , V_{\max}/K_M и K_{ESS}), а также общих кинетических параметров (начальная скорость реакции, мгновенная скорость, время установившегося состояния и др.) важно для выявления механизма ферментативной реакции.

Для определения этих параметров необходимо сначала определить значения начальной скорости. Для этого необходимо знать значение начальных скоростей реакции разложения пероксида водорода (H₂O₂) для каждой концентрации: 3%, 6%, 9%, 15%, 21%, 27%, 30%.

Для этого определяют количество O₂, выделившегося через 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 300 и 360 секунд в ходе реакции (Микаилов, Хабиров, 2011). Время реакции продолжают до тех пор, пока выделившийся продукт не станет стабильным.

Определение V_{\max} , K_M , V_{\max}/K_M и K_{ESS} . После установления значений начальной скорости v_0 , определенных для различных концентраций субстрата $[S]_0$, по следующим формулам:

$$v_0 = \frac{V_{\max} [S]_0}{K_M + [S]_0} \quad (2.1)$$

$$v_0 = \frac{V_{\max} \cdot [S]_0}{K_M + [S]_0 + [S]_0^2 / K_{ESS}} \quad (2.2)$$

легко рассчитываются с помощью различных пакетов программ (например, СТАТИСТИКА-10) кинетические параметры V_{\max} , K_M , K_{ESS} и K_S .

Уравнение (2.2) рекомендуется анализировать отдельно при *низких* и *высоких* концентрациях субстрата.

При *малых* концентрациях субстрата, т.е. когда $[S]_0^2 \ll K_{ESS}$, уравнение (2.1) упрощается до классического уравнения Михаэлиса-Ментен (2.1).

При *больших* концентрациях субстрата, т.е. $[S]_0^2 \gg K_M$, уравнение (2.2) упрощается и принимает вид:

$$v_0 = \frac{V_{\max}}{1 + \frac{K_M}{[S]_0} + \frac{[S]_0}{K_{\text{ESS}}}} = \frac{V_{\max}}{1 + \frac{[S]_0}{K_{\text{ESS}}}} = \frac{K_{\text{ESS}} \cdot V_{\max}}{K_{\text{ESS}} + [S]_0} \quad (2.3)$$

Результаты и обсуждение. Значения реакции фермента каталазы.

Каждая почва, принадлежащая к месту исследования, в соответствии с лабораторными условиями проводилась газометрическим методом с использованием кальциметра Шейблера, и осуществлялись измерения оттока кислорода из почвы.

Находя количество выхода кислорода в воздушно-сухой почве, коэффициенты разности выхода кислорода в печно-сухой почве, были найдены только временные распределения фермента каталазы, перекиси водорода (H_2O_2), скорости реакции и степени разложения на воду и молекулярный кислород.

Выбор значений начальной скорости в соответствии с наиболее подходящей моделью. Модели, в которых рассчитываются начальные значения скорости для каждой концентрации субстрата с использованием данных результатов анализа, выбираются в соответствии со статистическими критериями и приведены оптимальные значения на таблице 2.

Таблица 2 – Значения начальной скорости (v_0) каталазной реакции в почвах P1, P2, P3 и P4 при различных концентрациях H_2O_2

| № | [S] | v_0 – Начальная Скорость | | | |
|----|-----|----------------------------|--------|--------|--------|
| | % | P1 | P2 | P3 | P4 |
| 1 | 3 | 0,9879 | 1,4304 | 2,5580 | 1,7692 |
| 2 | 6 | 1,7559 | 2,3835 | 5,0248 | 2,7764 |
| 3 | 9 | 2,5872 | 2,9857 | 7,6178 | 3,8653 |
| 4 | 12 | 2,7865 | 3,4621 | 8,5678 | 4,1856 |
| 5 | 15 | 2,8183 | 3,5488 | 8,6990 | 4,2183 |
| 6 | 18 | 2,4158 | 3,1153 | 7,9453 | 3,7459 |
| 7 | 21 | 1,8771 | 2,5104 | 6,7866 | 2,9894 |
| 8 | 24 | 1,3268 | 1,8014 | 5,3866 | 2,1154 |
| 9 | 27 | 0,7883 | 1,0658 | 3,6728 | 1,2959 |
| 10 | 30 | 0,2655 | 0,4740 | 1,8557 | 0,6829 |

Определение параметров V_{\max} и K_M . Сначала, используя значения начальной скорости при низких концентрациях субстрата в таблице 2 и уравнение под номером (2.1), были рассчитаны кинетические параметры V_{\max} , K_M и V_{\max} / K_M , результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения кинетических параметров каталазной реакции почв при *низких* концентрациях субстрата (V_{\max} , K_M , V_{\max}/K_M)

| Почвы | Кинетические параметры | | | Статистические параметры | | | |
|-------|-------------------------------|---------|----------------|--------------------------|-------|----------|-------|
| | V_{\max} | K_M | V_{\max}/K_M | R^2 | A | σ | UII |
| | мл O_2 /1 мин. 5 г почва | % | | % | % | | |
| P1 | 5,1379 | 10,7862 | 0,4763 | 98,137 | 6,064 | 0,201 | 0,068 |
| P2 | 5,7169 | 8,4515 | 0,6764 | 99,690 | 2,088 | 0,099 | 0,027 |
| P3 | 18,695 | 15,3317 | 1,2194 | 98,058 | 7,326 | 0,640 | 0,072 |
| P4 | 6,7754 | 7,974 | 0,8497 | 98,895 | 4,025 | 0,227 | 0,050 |

Затем, используя значения начальной скорости при высоких концентрациях субстрата в таблице 2 и уравнение под номером (2.3), были рассчитаны значения V_{\max} и V_{ESS} кинетических параметров, результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения кинетических параметров каталазной реакции почв при *больших* концентрациях субстрата (V_{\max} и V_{ESS})

| Почвы | Кинетические параметры | | Статистические параметры | | | |
|-------|-------------------------------|-----------|--------------------------|--------|----------|--------|
| | V_{\max} | K_{ESS} | R^2 | A | σ | UII |
| | мл O_2 /1 мин. 5 г почва | % | % | % | | |
| P1 | 5,1379 | 10,1128 | 49,363 | 90,224 | 0,693 | -0,416 |
| P2 | 5,7169 | 12,9226 | 48,387 | 68,306 | 0,856 | 0,007 |
| P3 | 18,695 | 9,8609 | 60,496 | 38,320 | 1,644 | 1,312 |
| P4 | 6,7754 | 13,1925 | 49,394 | 58,189 | 0,988 | 0,293 |

Видно, что ингибирование больше в засоленных почвах, где значения K_{ESS} высокие и, следовательно, активность меньше. С другой стороны, в почве № 3, где значения K_{ESS} малы, видно, что ингибирование меньше и, следовательно, активность выше.

Выводы и предложения. В результате исследования установлено, что засоленность и щелочность снижают активность каталазы. Другой полученный результат – кинетические параметры (V_{\max} , K_M , K_{ESS}) существенно варьируют в зависимости от исследуемых почв и концентраций вносимого субстрата. По мере увеличения концентрации субстрата наблюдалось значительное ингиби-

рование ферментативной реакции каталазы. Значения коэффициента разложения (K_{ESS}) ферментативной реакции выше в засоленных почвах, то есть наблюдается торможение образования продуктов.

Библиографический список

1. Aliev S.A., Gadgiev D.A., Mikailov F.D. (1981). Kinetic indices of catalase activity in the basic soil types of Azerbaidjan. *Pochvovedenie*, 9: 107–112.
2. Beck, T.H., (1971). The determination of catalase activity in soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci*, 130: 68-81.
3. Cornish-Bowden, A., (1976). Principles of Enzyme Kinetics. Butterworths, London and Mir Publishing, Moscow, 190 p.
4. Khaziev, F. Kh. (1976). The enzyme activity of soils. Nauka, Moscow, 180 p. (in Russian).
5. Kuprevich, V. F. (1951). The biological activity of soils and methods for its determination, Reports of the USSR Academy of Sciences, 79(5): 863–866.
6. Michaelis, L. and Menten, M.L., (1913). Die Kinetik der Invertinwirkung. *Biochem. Z.* 49 (352): 333–369.
7. Mikayilov F.D., Khabirov I.K. Some questions of modeling of enzymatic processes in soil. Proceedings, of the III International Scientific Conference, 166-171 (August, 16–22, 2011, Irkutsk, Russia).
8. Mikayilov, F.D., (2018). Assessment of the main parameters of catalase kinetics in soil, *Zhivye biokosnye sistemi*, 25(3):1–7.
9. Panikov, N.S., Ksenzenko S.M. (1982). Study of phosphohydrolase inhibition in sod-podzolic soil. *Pochvovedenie*, 11:43-49.

ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

УДК 631.5:631.548.3:631.4

ЭФФЕКТИВНОЕ ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПРИ ИХ ДЛИТЕЛЬНОМ ИНТЕНСИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

В.С. Бойко¹, В.Н. Якименко², А.Ю. Тимохин¹

Омский аграрный научный центр, РФ, timokhin@anc55.ru

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, РФ

Аннотация. Исследования проводились в лесостепи Омской области. Содержание фосфора на фоне без удобрений было стабильным. При систематическом внесении P_{60} обеспеченность фосфором возрастала. Содержание легкообменного калия снизилось в пахотном слое с очень высокого (4,0 мг) до неустойчивого (1,2-1,7 мг) и низкого (0,6-0,8 мг/100 г) – в подпахотном. Содержание обменного калия в аналогичных почвенных горизонтах уменьшилось в 2 раза от исходного (с 51,9-60,0 до 22,2-31,4 мг/100 г), оставаясь на высоком и очень высоком уровне.

EFFECTIVE FERTILITY OF CHERNOZEMS IN WESTERN SIBERIA UNDER THEIR LONG-TERM INTENSIVE USE

V.S. Boiko, V.N. Yakimenko, A.Y. Timokhin

Omsk Agrarian Scientific Center, timokhin@anc55.ru

*Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Division,
Russian Academy of Science*

Abstract. The research was carried out in the forest-steppe of the Omsk region. The content of phosphorus against the background without fertilizers was stable. With the systematic introduction of P_{60} , the availability of phosphorus increased. The content of easily exchangeable potassium decreased in the plow layer from very high (4.0 mg) to unstable (1.2-1.7 mg) and low (0.6-0.8 mg/100 g) in the subplow layer. The content of exchangeable potassium in similar soil horizons decreased by 2 times

from the original (from 51.9-60.0 to 22.2-31.4 mg/100 g), remaining at a high and very high level.

Химизация на современном этапе развития агропромышленного комплекса имеет ведущее значение в увеличении объемов производства продуктов питания [1, 2]. Немногие почвы имеют достаточное содержание питательных веществ для удовлетворения потребностей сельскохозяйственных культур [3, 4]. Минеральные удобрения очень важны для обеспечения высокой продуктивности земледелия, однако возможно и негативное их влияние на окружающую среду [5, 6].

Полевые исследования проводились в лесостепи Омской области в восьмипольном орошаемом зернотравяном севообороте, заложенном в 1977-1978 гг.

Цель исследований – выявить направленность изменения содержания подвижного фосфора и различных форм калия в почве при длительном сельскохозяйственном использовании.

Почва – лугово-черноземная, среднемошная, среднегумусная, тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в слое 0-0,4 м 6,0-6,5%. Реакция почвенной среды в пахотном слое нейтральная ($pH_{\text{водн.}} - 7,2$).

В различные годы в опытах совершенствовались агротехнологии многолетних бобовых и мятликовых трав, однолетних бобово-мятликовых смесей, озимых и яровых зерновых, зернобобовых и масличных культур.

Проведение полевых опытов, наблюдений, учетов и лабораторных анализов осуществлялось в соответствии с общепринятыми в земледелии и агрохимии методическими пособиями и указаниями [7, 8].

Установлено, что содержание подвижного фосфора в почве слабо зависело от способов обработки почвы и предшественников. Содержание его в вариантах без удобрений было стабильным, несмотря на длительное отчуждение элемента из почвы. В то же время при систематическом внесении P_{60} и выше обеспеченность фосфором существенно возрастала (табл.).

По мнению А.Е. Кочергина [9], наиболее чувствительную оценку фосфатного состояния западно-сибирских почв обеспечивает метод Францесона.

Содержание легкообменного фосфора в пахотном слое вариантов без удобрений лугово-черноземной почвы стабильное. При систематическом применении фосфорных удобрений уровень легкоподвижного фосфора в лугово-черноземной почве достоверно возрастал, свидетельствуя о высокой обеспеченности культур доступными формами этого минерального элемента.

Таблица – Содержание подвижного фосфора и калийное состояние почвы

| Вариант | Слой почвы, м | Содержание фосфора, мг/кг почвы | | | Содержание форм калия, мг/100 г почвы | | |
|-------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|----------------|---------------------------------------|----------|------------|
| | | по Чирикову | по Францесону | по Карпинскому | легкообменный | обменный | необменный |
| 1978 г. | | | | | | | |
| исходное | 0-0,2 | 143 | 9,5 | 2,2 | 4,0 | 60,0 | 215 |
| | 0,2-0,4 | 119 | 5,3 | 0,4 | 2,7 | 51,9 | 193 |
| 2019 г. | | | | | | | |
| без удобрений | 0-0,2 | 135 | 9,8 | 2,5 | 1,7 | 31,0 | 175 |
| | 0,2-0,4 | 121 | 6,3 | 1,1 | 0,8 | 22,2 | 167 |
| NP | 0-0,2 | 232 | 24,4 | 6,2 | 1,2 | 31,4 | 172 |
| | 0,2-0,4 | 177 | 11,3 | 3,6 | 0,6 | 22,9 | 169 |
| <i>HCP₀₅</i> | | 20 | 2,8 | 1,6 | 0,3 | 4,4 | 15 |

Длительное интенсивное сельскохозяйственное использование почвы на фоне без удобрений вызвало существенное снижение запасов легкообменного калия как в пахотном, так и особенно в подпахотном слоях. Повышенный калийный фонд лугово-черноземной почвы и высокая буферность его калийной системы позволяли в течение многих лет поддерживать интенсивность процессов десорбции калия в почвенный раствор на достаточно высоком уровне. Тем не менее за 40 лет интенсивного использования обеспеченность почвы легкообменным калием снизилась в пахотном слое всех вариантов с очень высокой (4,0 мг) до неустойчивой (1,2-1,7 мг) и низкой (0,6-0,8 мг/100 г) – в подпахотном. Это свидетельствует о нарастающей потребности выращиваемых культур в дополнительном калийном питании.

В пахотном и подпахотном слоях содержание обменного калия уменьшилось за этот период практически в 2 раза от исходного (с 51,9-60,0 до 22,2-31,4 мг/100 г), оставаясь, тем не менее, на высоком и очень высоком уровне

обеспеченности по стандартным градациям. Варианты «без удобрений» и NP не отличались между собой по масштабам снижения содержания обменного калия.

В пахотном слое почвы за тот же длительный период проведения эксперимента содержание необменного калия снизилось на 40-43 мг/100 г почвы, что составляет около 18-20% от исходных значений.

Таким образом, содержание фосфора в вариантах без удобрений изменяется незначительно, тогда как при систематическом внесении P_{60} и выше уровень обеспеченности фосфором существенно возрастает. Обеспеченность легкообменным калием снизилась в пахотном слое с очень высокой (4,0 мг) до неустойчивой (1,2-1,7 мг) и низкой (0,6-0,8 мг/100 г) – в подпахотном. Это свидетельствует о нарастающей потребности выращиваемых культур в дополнительном калийном питании.

Библиографический список

1. Завалин А.А. Влияние средств химизации на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности / А. А. Завалин, А. А. Коваленко, Т. М. Забугина [и др.] // *Агрохимия*. – 2021. – № 3. – С. 28-37. – DOI 10.31857/S0002188121030145.
2. Кирюшин В.И. Агротехнологии: учебник / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. – СПб: Лань, 2021. – 464 с.
3. Завьялова Н.Е. Влияние минеральных удобрений на трансформацию калийного фонда дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы / Н.Е. Завьялова, М.Т. Васбиева, Д.Г. Шишков, И.В. Казакова // *Агрохимия*. – 2022. – № 1. – С. 3-9. – DOI 10.31857/S0002188122010136.
4. Тимохин А.Ю. Зернобобовые культуры в системе орошаемого агроценоза / А.Ю. Тимохин, В.С. Бойко. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2021. – 164 с.
5. Романенков В.А. Эффективность использования азота в длительных и краткосрочных опытах Агротехслужбы и Геосети Российской Федерации / В.А. Романенков, М.В. Беличенко, О.В. Рухович, Л.В. Никитина, О.И. Иванова // *Агрохимия*. – 2020. – № 12. – С. 28-37. – DOI: 10.31857/S0002188120120091.

6. Якименко В.Н. Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в почвах агроценозов Западной Сибири / В.Н. Якименко, Г.А. Конарбаева, В.С. Бойко, А.Ю. Тимохин // Экология и промышленность России. – 2020. – № 12. – С. 52-57. – DOI: 10.18412 / 1816-0395-2020-12-52-57.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
8. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

УДК 631.8:633.11(571.13)

ФОЛИАРНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА В СОЧЕТАНИИ С ВНЕСЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ КАК ПРИЕМ ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ

***В.А. Волкова, Н.А. Цыганова, Н.Ф. Балабанова, Н.А. Воронкова**
ФГБНУ Омский аграрный научный центр, РФ, volkovaVA1989@yandex.ru*

***Аннотация.** Интенсивность процесса фотосинтеза и продуктивность растений зависят от качественного состава пигментов и их количества. Исследованиями установлено, что некорневая подкормка Янтарной кислотой и Биостимом Зерновым активировала работу фотосинтетического аппарата растений пшеницы. Содержание хлорофилла возросло в среднем по опыту на 19%. Выявлена тесная ($r=0,95-0,96$) корреляционная связь урожайности яровой пшеницы с содержанием хлорофилла *a*, *b* и их суммы в фазу выхода в трубку и с содержанием хлорофилла *a* в фазу колошения ($r=0,86$).*

FOLIAR APPLICATION OF GROWTH STIMULANTS IN COMBINATION WITH THE INTRODUCTION OF MINERAL FERTILIZERS AS TECHNIQUES FOR OPTIMIZING THE MINERAL NUTRITION OF WHEAT PLANTS

***V.A. Volkova, N.A. Cyganova, N.F. Balabanova, N.A. Voronkova**
Omsk Agrarian Scientific Center, volkovaVA1989@yandex.ru*

***Abstract.** The intensity of the photosynthesis process and the productivity of plants depend on the qualitative composition of pigments and their quantity. Studies have found that foliar fertilization with Succinic acid and Biotin Grain activated the photosynthetic apparatus of wheat plants. The chlorophyll content increased by an average of 19% in the experiment. A close ($r=0.95-0.96$) correlation was revealed be-*

tween the yield of spring wheat with the content of chlorophyll a, b and their sum in the tube exit phase and with the content of chlorophyll a in the earing phase ($r=0.86$).

Массовая доля сухого вещества в фитоценозе до 95% состоит из органического вещества, в том числе и урожай сельскохозяйственных культур, первичным источником которого является фотосинтез. Основная составная часть фотосинтетического аппарата – зелёные пигменты, от содержания и эффективности работы которых зависит и продуктивность растений [1, 2]. Фолиарное внесение позволяет оперативно устранить дефицит питательных веществ или же активизировать биохимические процессы, так как проникновение их через листовые пластинки растения происходит быстрее, чем через корень [3]. Регион Омской области имеет хорошие показатели инсоляции [4], однако неблагоприятные факторы могут снижать эффективность фотосинтеза. В этой связи целью нашего исследования было изучение влияния минеральных удобрений и стимуляторов роста на содержание хлорофилла в листьях яровой мягкой пшеницы и ее продуктивность при возделывании на лугово-черноземной почве южной лесостепной зоны Западной Сибири.

Исследования проводились в 2018-2019 гг. на опытном поле лаборатории агрохимии ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепной зоне Западной Сибири в пятипольном зернопаровом севообороте (пар чистый – яровая пшеница – соя – яровая пшеница – ячмень) на поле пшеница по пару. Объект исследования – яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum*) сорт Омская 36. Решение поставленных задач осуществлялось закладкой двухфакторного (фактор А – минеральные удобрения; фактор В – некорневая подкормка) полевого опыта на двух фонах удобренности (схема опыта в таблице). Некорневая подкормка (НП) проводилась в фазу кущения препаратами: Биостим Зерновой (33 мл/10 л), Янтарная кислота (2 г/10 л) и Лигногумат (10 мл/10 л), расход рабочего раствора – 300 л/га. Минеральные удобрения (Naa с содержанием N-34%, АФ – Р – 52% и N – 12%) в дозе N₁₈P₄₂ на 1 гектар севооборотной площади вносили весной до посева локально. Извлечение хлорофилла проводили по методу Л.П. Брагинского 100%-ным ацетоном, результат пересчитали на воздушно-сухое вещество

(возд. сух. в-во). Содержание хлорофилла *a* и *b* (Хл *a* и *b*) в листьях пшеницы определяли в фазы выхода в трубку (первый срок) и колошение (второй срок). Математическая обработка экспериментальных данных выполнена по Б.А. Доспехову. Исследования проводились на лугово-черноземной среднетяжелосуглинистой почве (P_2O_5 – 137-140 мг/кг и K_2O (по Чирикову) более 180 мг/кг почвы, содержание $N-NO_3$ в зависимости от фона удобрённости варьировало от 14,0 до 26,9 мг/кг).

В результате исследования было установлено, что в первый срок отбора растительных проб содержание Хл (*a+b*) составило 7,92 мг/г возд. сух. в-ва, а во второй – 10,16 мг/г возд. сух. в-ва, в среднем по фактору. Прирост содержания пигментов в листьях составил 28% и зависел в большей степени от фазы роста и развития культуры (табл.).

Таблица – Влияние макроудобрений и стимуляторов роста на содержание хлорофилла в листьях пшеницы в фазу выхода в трубку (через 11 дней после НП) и в фазу колошения (через 27 дней после НП), мг/г возд. сух. в-ва

| Фон | Вариант НП | Выход в трубку | | | Колошение | | |
|----------------|------------------|----------------|----------|------------|-----------|----------|------------|
| | | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>a+b</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>a+b</i> |
| Без удобрений | Контроль | 3,00 | 1,52 | 4,52 | 4,84 | 3,88 | 8,72 |
| | Биостим Зерновой | 3,83 | 2,10 | 5,93 | 5,32 | 4,36 | 9,68 |
| | Янтарная кислота | 4,03 | 2,38 | 6,41 | 5,44 | 4,60 | 10,04 |
| | Лигногумат | 3,61 | 1,98 | 5,59 | 5,19 | 4,13 | 9,32 |
| $N_{18}P_{42}$ | Контроль | 6,40 | 3,27 | 9,67 | 5,90 | 4,10 | 10,00 |
| | Биостим Зерновой | 6,73 | 3,47 | 10,20 | 5,95 | 4,52 | 10,47 |
| | Янтарная кислота | 7,13 | 3,80 | 10,93 | 6,67 | 5,81 | 12,48 |
| | Лигногумат | 6,66 | 3,48 | 10,14 | 6,05 | 4,48 | 10,53 |
| Среднее | | 5,17 | 2,75 | 7,92 | 5,67 | 4,49 | 10,16 |
| HCP_{05A} | | 0,38 | 0,32 | 0,70 | 0,40 | 1,15 | 1,34 |
| В | | 0,54 | 0,46 | 0,99 | 0,57 | 1,63 | 1,90 |
| AB | | 0,77 | 0,65 | 1,40 | 0,81 | 0,30 | 2,68 |

Минимальное содержание Хл (*a+b*) отмечалось в контрольном варианте – 4,52 мг/г возд. сух. в-ва в фазу выхода в трубку и 8,72 мг/г возд. сух. в-ва в колошение, максимальное – в варианте НП Янтарной кислотой + $N_{18}P_{42}$ – 10,93 мг/г возд. сух. в-ва в фазу выхода в трубку и 12,48 мг/г возд. сух. в-ва в колошение. Внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние

на синтез хлоропластов, так как только за счет этого фактора содержание хлорофилла увеличилось на 5,15 на 1,28 мг/г возд. сух. в-ва в фазы выхода в трубку и в колошение соответственно. Анализ содержания Хл ($a+b$) свидетельствует о том, что за счет улучшения условий минерального питания к фазе трубкования сформировался полноценный фотосинтетический аппарат: содержание зеленых пигментов было в пределах 9,67-10,93 мг/г возд. сух. в-ва и к колошению содержание его существенно не изменилось. Из вариантов НП растений положительное действие на показатель Хл ($a+b$) оказала НП Янтарной кислотой (Як) на обоих фонах удобренности. В фазу выхода в трубку на неудобренном фоне содержание Хл ($a+b$) в листьях за счет НП Як увеличилось на 42%, в фазу колошения – на 15%, а на фоне $N_{18}P_{42}$ – на 13 и 11% соответственно. Эффективность применения комплексного препарата Биостим Зерновой, принимая во внимание содержание Хл ($a+b$), была близка к действию НП Як. НП Лигноугматом существенно не повлияла на изменение данного показателя.

Анализ урожайности зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от НП стимуляторами роста показал, что действие их проявлялось только при оптимальном уровне минерального питания растений. На неудобренном фоне существенная прибавка получена только от некорневой подкормки Як – 0,18 т/га зерна. На минеральном фоне равнозначно себя показало использование раствора Як (0,02%) и препарата Биостим Зерновой, прибавки составили, соответственно, 0,29 и 0,24 т/га зерна. Наибольшая урожайность – 3,02 т/га получена от НП Як+ $N_{18}P_{42}$. Установление связи урожайности пшеницы с содержанием хлорофилла показало, что наиболее тесная ($r=0,95-0,96$) зависимость этих показателей отмечена в фазу выхода в трубку, в колошение – с Хл a ($r=0,86$). Анализ зависимости урожайности от содержания хлорофилла в листьях пшеницы свидетельствовал о прогрессивном росте урожайности при увеличении концентрации хлорофилла. Таким образом, улучшение условий минерального питания и фолиарная обработка стимуляторами роста увеличивало содержание Хл $a+b$ в фазу выхода в трубку на 114% и в фазу колошения – на 14%. В

варианте комплексного применения $N_{18}P_{42}+НП$ Як получена максимальная урожайность культуры в опыте – 3,02 т/га зерна.

Библиографический список

1. Газиев А.Т. Оценка действия солевого стресса и микробиологического удобрения «Байкал ЭМ1» на активность фотосистемы II и содержание хлорофилла в листьях пшеницы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 1 (часть 1) – С. 70-71
2. Влияние янтарной кислоты на фотосинтетическую активность яровой мягкой пшеницы / Н. А. Цыганова, Н. А. Воронкова, В. Д. Дороненко и др. // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (35). – С. 13-20.
3. Усовершенствованная технология возделывания яровой пшеницы в условиях Омской области (применение некорневых подкормок агрохимическими средствами). – Омск: ИП Макшеевой Е. А. – 2018. 16 с.
4. Различие показателей зонирования в системе устойчивого развития сельскохозяйственного производства лесостепной зоны Омской области // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2015. – № 1 (1) апрель-июнь. – URL: <http://e-journal.omgau.ru/index.php/2015-god/1/16-statya/54-00006>.

УДК 631.84:631.445.4 (633.11)

ВЛИЯНИЕ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Л.П. Галеева

Новосибирский ГАУ, РФ, liub.galeeva@yandex.ru

Аннотация. Содержание нитратного азота в почве в 2 раза превышало аммонийный азот. В связи с повышенной обеспеченностью растений фосфором и преимущественным их питанием нитратной формой азота, его количество в течение вегетации резко уменьшалось. Азотные удобрения в дозе 60 кг д.в/га компенсировали вынос азота пшеницей, но обеспеченность им растений оставалась низкой. КАС оказывала эффективное действие на урожайность

яровой пшеницы только при внесении её с подкормкой, а аммиачная селитра – в вариантах без подкормки, где урожайность зерна и окупаемость им 1 кг д.в. удобрений составили 29,5 и 30,0 ц/га (22 и 24% к контролю,) 13,5 и 10 кг и 31,9 ц/га (32% к контролю) и 26 кг зерна соответственно.

THE INFLUENCE OF FORMS OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE NUTRITIONAL REGIME OF LEACHED CHERNOZEM AND THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT

L.P. Galeeva

Novosibirsk State University, Russia, liub.galeeva@yandex.ru

Abstract. *The content of nitrate nitrogen in the soil was 2 times higher than ammonium nitrogen. Due to the increased availability of phosphorus to plants and their predominant nutrition with the nitrate form of nitrogen, its amount decreased sharply during the growing season. Nitrogen fertilizers at a dose of 60 kg. d.v./ ha compensated for nitrogen removal by wheat, but the provision of plants with it remained low. CAS had an effective effect on the yield of spring wheat only when it was applied with top dressing, and ammonium nitrate - in variants without top dressing, where grain yield and payback of 1 kg of fertilizers were 29.5 and 30.0 kg/ha (22 and 24% to control) and 13.5 and 10 kg and 31.9 kg /ha (32% to control) and 26 kg of grain, respectively.*

Опыт земледелия показывает, что уровень урожайности сельскохозяйственных культур тесно связан с применением удобрений. Как показывает практика, из минеральных удобрений наибольшее влияние на урожайность и качество продукции оказывают азотные удобрения. В настоящее время широкое распространения получили такие азотные удобрения, как КАС-32 (карбамидно-аммиачная селитра), эффективность действия которой в условиях Сибири изучена ещё недостаточно [1, 2].

В этой связи актуально изучить влияние азотного удобрения КАС-32 на пищевой режим чернозёма выщелоченного и урожайность яровой пшеницы, сравнив её действие с традиционно применяемой аммиачной селитрой.

Опыт проводили на опытном поле УОХ «Практик» учхоза Тулинское Новосибирского района Новосибирской области на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом. Реакция почвенного раствора почвы в пахотном слое составила 7,15, содержание гумуса – 5,96%, сумма обменных ос-

нований – 35,6 ммоль-экв/100 г (высокая), обеспеченность нитратным азотом в слое 0-40 см – очень низкая, подвижным фосфором – повышенная, обменным калием – очень высокая. Содержание аммонийного азота – низкое. Варианты опыта: 1. Контроль (без удобрений). 2. КАС-30. 3. КАС-60. 4. КАС-30 + подкормка КАС-10. 5. КАС-60+подкормка КАС-10. 6. Аммиачная селитра-30. 7. Аммиачная селитра-60. 8. Аммиачная селитра-30+ подкормка КАС-10. 9. Аммиачная селитра-60+подкормка КАС-10 (схема опыта). Повторность – 4-кратная, площадь делянки 20 м² (5x4). Подкормку КАС-32 в дозе 10 кг д.в/га проводили с одновременной обработкой пшеницы гербицидами в фазу кущения. КАС-32 (32% д.в.) ранцевым опрыскивателем, аммиачную селитру (34% д.в.) разбрасывали вручную под весеннюю культивацию. Выращивали яровую пшеницу сорта Новосибирская 31, уборку урожая которой проводили в фазу полной спелости сноповым способом. Почвенные образцы отбирали весной (перед посевом) и в фазы развития пшеницы: кущение-выход в трубку (перед подкормкой КАС с одновременной обработкой гербицидами) и уборка [3].

В течение вегетации пшеницы в пахотном слое почвы всех вариантов опыта происходило заметное уменьшение величины рН со слабо щелочной до нейтральной – с 7,15 до 6,62. Лишь в вариантах с аммиачной селитрой в дозах 30 и 60 кг д.в/га с подкормкой КАС величина рН не изменялась. Содержание аммонийного азота в этом слое почвы всех вариантов в период посев – кущение – уборка возрастало от очень низкого (1,9 мг/кг) до очень высокого (16 мг/кг), а нитратного азота, наоборот, уменьшалось в среднем в 2 раза, за исключением вариантов контроль (без удобрений) и аммиачная селитра 30 + подкормка, где оно оставалось на уровне исходного. Следовательно, основной формой азотного питания пшеницы была нитратная.

Известно, что при нитратном питании положительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур оказывает достаточное обеспечение их фосфором. Содержание подвижного фосфора в почве опыта в течение вегетации было повышенным, и лишь к уборке, только в вариантах с внесением удобрений с подкормкой КАС, за счёт большего выноса его урожайностью,

уменьшалось до среднего. Обеспеченность растений обменным калием в течение всего вегетационного периода оставалась очень высокой и высокой, несмотря на вынос урожаем. Корреляционный анализ показал наибольшую существенную связь между содержанием аммонийного азота и подвижного фосфора в пахотном слое почвы ($r = 0,802$ при обоих порогах достоверности) в фазу кущение-выход в трубку пшеницы и между содержанием подвижного фосфора и обменного калия ($r = 0,783$ при пороге достоверности 5%) в фазу её полной спелости. Множественная корреляция показателей пищевого режима чернозёма выщелоченного в фазу кущение – выход в трубку, когда происходит формирование урожайности, была очень высокой и составила $r = 0,940; 0,903$ и $0,833$ для подвижного фосфора, аммонийного азота и запасов продуктивной влаги соответственно, при средней связи их с урожайностью – $r = 0,588$. В фазу полной спелости пшеницы сохранялось высокое влияние на величину урожайности содержания подвижного фосфора ($r = 0,817$) и обменного калия ($r = 0,749$), уменьшалось до среднего аммонийного азота ($r = 0,657$) при средней связи с урожайностью - $r = 0,621$.

В оптимальных условиях тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода, при очень низком содержании в почве нитратного азота, повышенного – подвижного фосфора и очень высокого – обменного калия в чернозёме выщелоченном, наибольшей эффективностью обладала аммиачная селитра в дозе 30 кг д.в/га, позволившая получить самую высокую урожайность яровой пшеницы в опыте – 31,9 ц/га (прибавка 32%). Урожайность пшеницы в вариантах с КАС в дозах 30 и 60 кг д.в/га с подкормкой и аммиачной селитры в дозе 60 кг д.в/га была примерно одинаковой – 29,5; 30,0 и 29,6 ц/га (прибавка к контролю 22%; 24 и 22,8% соответственно). Наибольшая окупаемость 1 кг д.в. удобрений зерном получена при применении аммиачной селитры в дозе 30 кг д.в/га – 26 кг зерна. При внесении КАС-30 с подкормкой и без неё она уменьшалась до 13,5 и 10 кг зерна, а в остальных вариантах была низкой, что в условиях ежегодно растущих цен на удобрения может быть экономически невыгодным.

Библиографический список

1. Завалин А.А. Преимущества и проблемы применения жидких азотных удобрений в земледелии / А.А. Завалин, Е.Н. Ефремов, А.А. Алферов, Л.Н. Самойлов, Л.С. Чернова. – 2014. – 26 с.
2. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Технико-технологическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС32, целесообразность и возможность расширения их использования / В.А. Милюткин, Н.Г. Длужевский, О.Н. Длужевский // АгроФорум. – 2020. – № 2. – С. 47- 51.
3. Галеева Л.П. Эффективность разных форм азотного удобрения при выращивании яровой пшеницы в условиях Новосибирского Приобья //Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, магистрантов и студентов Новосибирского государственного аграрного университета (г. Новосибирск, 21-23 октября 2019 г.), Выпуск 4 / Новосиб. гос. аграр. ун-т – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос». – 2019. – С. 50-52.

УДК 631.46

ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА И ЦЕОЛИТА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВО-СЕРЫХ ПОЧВ

В.Г. Исакова, Н.И. Оруджева

*Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, г. Баку,
vusala.isakova@mail.ru*

Аннотация. В результате применения различных доз биогумуса и цеолитов была изучена динамика изменения интенсивности разложения целлюлозы и количества выделяемого из почвы углекислого газа в зависимости от фазы развития растения на орошаемых лугово-серозёмных почвах, используемых под бобовые культуры (мелкая фасоль-маши). Интенсивность разложения целлюлозы и выделения углекислого газа из почвы на орошаемых почвах в весенние (первичный период развития), летние (цветение) и осенние (полное созревание) месяцы менялась в направлении по возрастающей. Орошение и комплексное применение биогумуса-цеолита, создавая благоприятные условия на лугово-

серозёмных почвах, в то же время способствовали сохранению во все периоды на высоком уровне вегетации активности под бобовыми культурами.

INFLUENCE OF BIOHUMUS AND ZEOLITE ON BIOLOGICAL INDICATORS OF IRRIGATED MEADOW-GRAY SOILS

V.Q. İsaqova, N.H. Orujova

*Institute of Soil Science and Agrochemistry of ANAS, Azerbaijan, Baku,
vusala.isakova@mail.ru*

Abstract. *The dynamics of the intensity of cellulose decomposition and the amount of carbon dioxide depending on the phase of plant development under beans (mash) in irrigated meadow-gray soils as a result of the application of different doses of biohumus and zeolite were studied. In irrigated meadow-gray soils, the intensity of cellulose decomposition and carbon dioxide separation from the soil changed in the spring (initial development period), summer (flowering) and autumn (full maturity). Irrigation and complex application of biohumus-zeolite created favorable conditions in meadow-gray soils and maintained high levels of activity under legumes at all stages of vegetation.*

Введение. В последнее время высокие антропогенные нагрузки на природу привели ко многим отрицательным экологическим последствиям. Чтобы ослабить эти отрицательные последствия, нужно разработать и освоить экологически безопасные новые зональные системы земледелия на ландшафтной основе, предусматривающие активное регулирование агроэкологических параметров [1]. В целях прогнозирования и создания условий, необходимых для устойчивого уровня плодородия почв, возникает необходимость всестороннего исследования почв, в том числе изучение микробного населения и биологической активности [4].

Целью проведения исследования является изучение динамики воздействия биогумуса и цеолита на интенсивность разложения целлюлозы и выделения углекислого газа на орошаемых лугово-серозёмных почвах под бобовыми культурами (маленькая фасоль).

Материалы и методы. В полевых условиях интенсивность разложения целлюлозы вычислялась на основе разложения в течение определённого периода времени (14-дневная экспозиция) льняной ткани, размещённой в профиле

почвы (Востров И.С., Петрова А.Н., 1961), и количества выделенного углекислого газа (Федорец Н. Г., Медведева М. В., 2009). Объект исследования – орошаемые лугово-серозёмные почвы (Irrigated Calcisols) сухой субтропической зоны. Опыты ставились с фасолью (*Vigna Angularis*) в 7 вариантах, каждый из которых повторялся трижды. Схема опыта следующая: 1. Контроль (без удобрения). 2. Биогумус 5 т/га. 3. Цеолит 5 т/га. 4. Биогумус 5 т/га+цеолит 5 т/га. 5. Биогумус 7,5 т/га. 6. Цеолит 7,5 т/га. 7. Биогумус 7,5 т/га+цеолит 7,5 т/га.

Выводы и их обсуждение. Очень важным показателем, характеризующим плодородие почвы, а также уровень ее биогенности, многие исследователи считают целлюлозолитическую активность, подразумевая под этим определением процесс распада клетчатки, осуществляемый микроорганизмами [3]. Результаты проводимых в течение трёх лет исследований показывают, что данный показатель менялся весной в пределах 21,2-28,2%, летом – 23,1-31,5% и осенью – 25,6-33,6%. В зависимости от фазы развития бобовой культуры (фасоль) активность разложения целлюлозы на последней стадии развития была более высокой по сравнению с первоначальной стадией. Совместное применение цеолита 10 т/га с 5 т/га навоза увеличивало целлюлозоразлагающую способность почвы до 68,5%, сочетание цеолита 10 т/га с 1 т/га шлака было более эффективным, чем внесение 1 т/га шлака, целлюлозоразлагающая способность возрастала до 63,5% [5].

Интенсивность разложения целлюлозы в зависимости от вариантов колебалась в пределах 21,2-33,6%. Наиболее низкий показатель интенсивности разложения целлюлозы на почвах был отмечен в контрольном варианте, а самый высокий – в вариантах биогумус 7,5 т/га+цеолит 7,5 т/га. Активность целлюлозного разложения почв, в зависимости от вариантов, по сравнению с контрольным была на 9,0-33,5% больше.

Поскольку значительная часть выделяемого из почвы CO_2 является результатом активности почвенных микроорганизмов, интенсивность дыхания почвы может определяться повышением или снижением активности их деятельности [2]. Количество выделяемых из почв углеродсодержащих загрязни-

телей, в зависимости от фазы развития бобовой культуры, в период вегетации весной (в начальной стадии развития) составило 1,6-3,9, летом (в период цветения) – 2,0-5,3 и осенью (в период созревания) – 2,5-6,3 мг CO₂ 10 г в почве. Сравнительный анализ вариантов по интенсивности выделения из почвы углекислого газа показывает, что данный показатель находился в пределах 2,1-4,9 мг CO₂. Применение биогумуса в отдельности и в комплексе вместе с цеолитом привело к повышению даже в два раза интенсивности выделяемого из почвы углекислого газа.

В зависимости от времени года и внесённых в почву норм биогумуса и цеолита полевая влажность и температура почвы носили динамический характер. Полевая влажность почв под фасолью была сравнительно более высокой в вариантах при внесении в почву цеолита в отдельности и вместе с биогумусом. Зависимость между полевой влажностью и активностью целлюлозоразрушающих микроорганизмов составила 0,955 и между выделяемым из почвы углекислым газом – 0,684, между температурой – соответственно, 0,700 и 0,930.

Библиографический список

1. Балакай Г.Т., Балакай Н.И., Полуэктов Е.В., Бабичев А.Н., Воеводина Л.А., Юрина Л.И. Приемы повышения биопродуктивности земель, сохранения почвенного плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов. Научный обзор. – Новочеркасск, 2011. – 71 с.
2. Гафурова Л.А., Саидова М.Э. Эколого-биологическое состояние деградированных почв Приаралья / Современные проблемы изучения почвенных и земельных ресурсов. Сборник докл. Третьей Всероссийской открытой конф. – М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2019. – 331 с.
3. Забелина О.Н. Оценка экологического состояния почвы городских рекреационных территорий на основании показателей биологической активности (на примере г. Владимира): Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Владимир, 2014. – 148 с.
4. Корсунова Ц.Даиш-Цыреювпа. Биологическая активность каштановых почв сухостепной зоны Бурятии при их окультуривании: Автореферат диссертации.

ции на соискание учёной степени кандидата биологических наук. – Улан-Удэ, 2000. – 19 с.

5. Черный Е.С. Агроэкологическая эффективность применения цеолитовых туфов и отходов производства под ячмень на светло-серых лесных почвах Северной лесостепи Центрально-Черноземного региона РФ: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Орел, 2006. – 24 с.

УДК 631.445.53

СОЛОНЦЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ОПЫТ ИХ МЕЛИОРАЦИИ

В.С. Курсакова

Алтайский ГАУ, РФ, kursakova-v@mail.ru

Аннотация. Обобщен многолетний опыт мелиорации солонцов в Алтайском крае. Способ мелиорации зависит от содержания обменного натрия в ППК, типа засоления и уровня залегания грунтовых вод. Основным приемом мелиорации многонатриевых солонцов содового засоления является химическая мелиорация гипсованием. В полевых севооборотах, где пятна многонатриевых солонцов расположены по микрозападинам и площадь их не превышает 25%, основным приемом мелиорации является землевание. Лучшим способом мелиорации солонцов с высоким содержанием карбонатов и гипса, а также каштановых солонцеватых почв зоны сухой степи являются мелиоративные обработки – плантажная или ярусная. Происходит самомелиорация почв за счет вовлечения в пахотный слой кальция гипса и карбонатов. Остаточные малонатриевые солонцы с невысоким содержанием обменного натрия можно улучшать агротехническими приемами. Наиболее эффективной является мелиоративная обработка на глубину 27-32 см.

SOLONETS OF THE ALTAI TERRITORY AND THE EXPERIENCE OF THEIR RECLAMATION

V.S. Kursakova

Altai State Agricultural University, Russian Federation, kursakova-v@mail.ru

Abstract. The long-term experience of reclamation of salt lakes in the Altai Territory is summarized. The method of reclamation depends on the content of exchangeable sodium in the ACC, the type of salinization and the level of groundwater occurrence.

The main method of reclamation of multi-sodium salt salts of soda salting is chemical reclamation by gypsum. In field crop rotations, where the spots of multi-sodium salt deposits are located along micro-depressions and their area does not exceed 25%, the main method of land reclamation is land use. The best way of reclamation of salt flats with a high content of carbonates and gypsum, as well as chestnut saline soils of the dry steppe zone are reclamation treatments - planking or tiered. Soil self-reclamation occurs due to the involvement of gypsum and carbonates in the arable layer of calcium. Residual low-sodium salt pans with a low content of exchangeable sodium can be improved by agrotechnical techniques. The most effective is reclamation treatment to a depth of 27-32 cm.

Введение. Алтайский край характеризуется значительным распространением в почвенном покрове засоленных почв, большая часть которых представлена солонцами и их комплексами. Общая площадь засоленных почв составляет 1935 тыс. га, или 23% от общей площади земельных угодий [1].

В степной части края засоленные почвы распространены преимущественно в черноземной зоне и зоне каштановых почв. По данным Т.Ф. Варфоломеевой и Я.Г. Баркана (1974), наибольшее распространение засоленные почвы получили в подзоне черноземов южных, где они занимают 27,7% от площади землепользования всех хозяйств [2]. Значительные их площади входят в пашню, но большая часть занята естественными кормовыми угодьями. Урожайность на этих почвах очень низкая, поэтому необходимо было разрабатывать меры по их улучшению. Эта работа проводилась по государственному заданию 0.51.02.06 «Разработать приемы повышения эффективности мелиорации засоленных земель и солонцов» сотрудниками Проблемной научно-исследовательской лаборатории по мелиорации солонцов при Алтайском государственном аграрном университете под руководством д.с.-х.н., профессора И.Т. Трофимова.

Большой вклад в разработку проблемы мелиорации солонцов и засоленных почв был внесен Заслуженным деятелем науки РФ, д.с.-х.н., профессором Л.М. Бурлаковой, которая оказывала всестороннюю помощь и дала ценные советы в изучении почвенного покрова, в вопросах трансформации солонцов. Будучи руководителем моей кандидатской диссертации, Лидия Макаровна помогла ценными советами и рекомендациями при написании работы, с ее помощью был освоен инновационный метод анализа свойств почв – информацион-

но-логический, благодаря которому удалось установить причины угнетения растений на солонцах и определить пути их улучшения. В данной работе обобщен опыт мелиорации солонцов и засоленных почв Алтайского края более чем за 40 лет исследований. Эти сведения смогут помочь сельхозпроизводителям эффективно использовать их в своей работе в районах с высоким распространением солонцовых комплексов.

Результаты исследований. В Алтайском крае распространены все подтипы солонцов по гидрологическому режиму, преобладают луговые и лугово-степные солонцы, а на водораздельных участках – степные солонцы. По содержанию обменного натрия солонцы края очень разнообразны.

В левобережной части края встречаются все виды солонцов: многонатриевые с содержанием обменного натрия от 40 до 80% от емкости обмена, среденатриевые – 20-40% обменного натрия, преимущественно содового и содово-сульфатного типов засоления, солонцы малонатриевые и остаточные с содержанием обменного натрия меньше 10% от емкости обмена, сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления. Солонцовые почвы находятся в сложных комплексах, формирование которых обусловлено геохимическими особенностями территории. Поэтому мелиоративные приемы улучшения этих комплексов различны и имеют свои особенности.

Наиболее неблагоприятными свойствами характеризуются солонцы содового и сульфатно-содового засоления, в составе обменных катионов которых содержится значительное количество обменного натрия. Наибольшие площади таких солонцов встречаются в черноземной зоне, где они расположены по террасам больших и малых рек и по террасированным склонам ложбин древнего стока. Незначительные площади сульфатно-содовых средне- и многонатриевых солонцов встречаются в зоне сухой степи среди каштановых почв. Основным приемом мелиорации солонцов содового засоления является химическая мелиорация гипсованием. Однако вытеснение обменного натрия из почв после гипсования протекает медленно. Так, в результате гипсования полной дозой со-

лонцов многонариевых содержание обменного натрия через 13 лет уменьшилось с 40-60% до 20% и только через 20 лет достигло 8% от емкости обмена [3].

Гипсование солонцов улучшает физические и физико-механические свойства этих почв, что способствует значительному их рассолению, особенно при залегании грунтовых вод более 3 м. При этом урожайность полевых и кормовых культур повышается. Так, на солонцах сухостепной зоны после внесения гипса в дозе 12 т/га за 12 лет (1968-1980) урожайность зерновых составила 0,92 т/га, а на немелиорированных – 0,59 т/га. В умеренно засушливой степи в эти же годы средняя урожайность зерновых составила 1,3 т/га при полном отсутствии на контроле (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние гипсования солонцов многонариевых на урожайность сельскохозяйственных культур, т/га [5]

| Почва | Совхоз «Даниловский» | Совхоз «Златополинский» | Совхоз «Мамонтовский» | Совхоз «Гуселетовский» |
|----------------------------|--|--|--|----------------------------------|
| | пшеница в среднем за 12 лет, гипс 12 т/га | пшеница в среднем за 6 лет, гипс 18 т/га | пшеница в среднем за 12 лет, гипс 13 т/га | ячмень, 1984 г., гипс 30 т/га |
| Солонцы не- гипсованные | 0,59 | 0,63 | 0 | 0,71 |
| Солонцы гип- сованные | 0,92 | 1,05 | 1,30 | 2,08 |

Однако на солонцах, сформированных при близком уровне залегания грунтовых вод выше 1,5-2 м, гипсование способствует вторичному засолению этих почв [4]. Для закрепления мелиоративного эффекта после мелиорации следует высевать солеустойчивые многолетние травы с мощной глубокопроникающей корневой системой, такие как ломкоколосник ситниковый Гуселетовский, снижающие уровень грунтовых вод и предотвращающие вторичное засоление.

В полевых севооборотах, где площадь пятен многонариевых солонцов составляет не более 25% и они расположены по микрозадинам, основным приемом мелиорации является землевание [1, 3, 6]. Этот метод способствует выравниванию рельефа, поддерживает благоприятный режим влажности и засоления, вследствие мульчирования поверхности солонцов, что способствует

их рассолонцеванию. В проведенном опыте в Романовском районе за шесть лет урожайность пшеницы на землеванных солонцах в среднем составила 1,22 т/га против 0,17 т/га на контроле и 0,51 т/га – на гипсованном солонце (табл. 2) [3, 8].

Таблица 2 – Влияние приемов мелиорации солонцов луговых хлоридно-содовых мелких на урожайность яровой пшеницы, т/га [3, 8]

| Почва, вариант | Годы | | | | В среднем за 4 года |
|------------------------------------|------|------|------|------|---------------------|
| | 1974 | 1975 | 1976 | 1979 | |
| Солонец мелкий (контроль) | 0 | 0 | 0,49 | 0,19 | 0,17 |
| Гипс, 28 т/га | 0,09 | 0,20 | 0,95 | 0,78 | 0,51 |
| Землевание слоем 15-20 см | 0,32 | 1,21 | 1,68 | 1,75 | 1,22 |
| Гипс 28 т/га + землевание 15-20 см | 0,31 | 1,23 | 1,69 | 1,88 | 1,28 |
| Чернозем южный | 1,68 | 1,69 | 2,51 | 2,68 | 2,14 |
| Чернозем южный, снято 10 см | 1,48 | 1,56 | 2,51 | 2,59 | 2,02 |

На черноземе южном вокруг пятен солонцов урожайность пшеницы составила 2,14 т/га. Снятие слоя 10-12 см для землевания пятен солонцов снижает его производительность незначительно, всего на 0,15-0,20 т/га. Повысить плодородие черноземов со снятым гумусовым горизонтом можно посевом многолетних трав и донника на сидеральное удобрение, которые обогащают почву органическим веществом и способствуют рассолению верхней толщи почвы, а также внесением минеральных и органических удобрений [4, 6, 8].

Лучшим способом мелиорации солонцов с высоким содержанием карбонатов и гипса, а также каштановых солонцеватых почв зоны сухой степи являются мелиоративные обработки – плантажная или ярусная, в зависимости от вида солонцов. Вследствие вовлечения кальция в верхние пахотные слои этих почв происходит их самомелиорация за счет насыщения ППК кальцием до 60-70% от емкости обмена всего мелиорированного слоя. В результате физико-механические свойства этих почв улучшаются, что обеспечивает и более высокую урожайность возделываемых культур. Так, средняя урожайность зерновых на лугово-каштановой солонцеватой почве за 9 лет составила на контроле 0,96 т/га, а по плантажной обработке – 1,55 т/га (табл. 3).

На террасированных склонах Касмалинской ложбины древнего стока в подзоне южных черноземов зоны засушливой степи около 70% площади со-

лонцовых комплексов занимают остаточные малонатриевые солонцы хлоридно-сульфатного засоления. Эффективным приемом их мелиорации является глубокая мелиоративная обработка на глубину 27-32 см, что способствует созданию гомогенного пахотного слоя и улучшению водного и пищевого режимов [10]. Для закрепления мелиоративного эффекта и повышения эффективного плодородия этих солонцов необходимо высевать наиболее урожайные соли и солонцеустойчивые растения, позволяющие получать высокие и устойчивые урожаи кормовых и полевых культур и способствующие дальнейшему рассолонцеванию этих почв [11].

Таблица 3 – Влияние плантажной обработки на урожайность сельскохозяйственных культур, т/га [5]

| Варианты | Пшеница | Кукуруза на зеленую массу | Ячмень | Овес | Просо |
|---|---------|---------------------------|--------|------|-------|
| Солонец лугово-каштановый малонатриевый | | | | | |
| Безотвальная обработка на глубину 22 см | 0,62 | 4,54 | 0,29 | 0,20 | 0,74 |
| Плантажная обработка на глубину 50 см | 0,70 | 8,89 | 0,41 | 0,65 | 1,00 |
| Лугово-каштановая солонцеватая | | | | | |
| Безотвальная обработка на глубину 22 см | 0,97 | 7,23 | 0,33 | 0,89 | 1,08 |
| Плантажная обработка на глубину 50 см | 1,61 | 13,12 | 0,83 | 1,58 | 1,33 |

Заключение. В зависимости от содержания обменного натрия в ППК, типа засоления и уровня залегания грунтовых вод приемы мелиорации солонцовых почв различные. Основным приемом мелиорации многонатриевых солонцов содового засоления является химическая мелиорация гипсованием.

В полевых севооборотах, где пятна многонатриевых солонцов расположены по микрозападинам и площадь их не превышает 25%, основным приемом мелиорации является землевание.

Лучшим способом мелиорации солонцов с высоким содержанием карбонатов и гипса, а также каштановых солонцеватых почв зоны сухой степи являются мелиоративные обработки – плантажная или ярусная. За счет вовлечения в пахотный слой кальция гипса и карбонатов происходит их самомелиорация.

Остаточные малонатриевые солонцы с невысоким содержанием обменного натрия можно улучшать агротехническими приемами, без химической мелиорации. Наиболее эффективной является глубокая мелиоративная обработка на глубину 27-32 см, способствующая улучшению водного и пищевого режимов.

Для закрепления мелиоративного эффекта на солонцах необходимо поддерживать процесс их рассолонцевания и повышения плодородия путем высева высокоурожайных многолетних трав и однолетних культур с мощной глубокопроникающей корневой системой. Наибольшим мелиоративным эффектом отличаются бобовые травы – люцерна и донник, из злаковых – ломкоколосник ситниковый.

Библиографический список

1. Трофимов И.Т. Засоленные почвы Алтайского края и некоторые пути их сельскохозяйственного освоения / И.Т. Трофимов, В.Т. Усолкин, Ю.А. Гладков, Л.И. Вялкова, В.С. Курсакова, Е.Я. Ожгибицева // Засоленные почвы Алтая, их свойства и мелиорация. – Барнаул, 1980. – С. 3-16.
2. Варфоломеева Т.Ф. Распространение засоленных почв в Алтайском крае/ Т.Ф. Варфоломеева, Я.Г. Баркан // Вопросы мелиорации солонцов в Алтайском крае, вып. 1, 1974. – С. 17-27.
3. Трофимов И.Т. Засоленные почвы Алтайского края, их мелиорация и пути сельскохозяйственного использования / Диссертация на соискание ученой степени доктора с.- х. н., в форме научного доклада. – Новосибирск, 1990. – 41 с.
4. Трофимов И.Т. Последствие гипсования на некоторые свойства солонцов и урожайность полевых культур в Алтайском крае/ И.Т. Трофимов, М.Н. Дергачева, Э.Ф. Кузьмина, В.Т. Усолкин// Продуктивность сельскохозяйственных культур на засоленных почвах Западной Сибири. – Омск, 1982. – С. 55-66.
5. Трофимов И.Т. Многолетние травы на засоленных почвах//Повышение плодородия почв Западной Сибири. – Омск: ОМСХИ, 1987. – С. 83-91.
6. Назарчук А.Г. Мелиорация солонцов землеванием. – М.: Колос, 1995. – 96 с.

7. Мелиорация и пути сельскохозяйственного использования солонцов в Алтайском крае: Рекомендации /И.Т. Трофимов, Ю.А. Гладков, В.С. Курсакова и др. – Барнаул, 1985. – 80 с.
8. Курсакова В.С. Влияние многолетних трав на изменение некоторых свойств засоленных почв / В.С. Курсакова, И.Т. Трофимов // Засоленные почвы Алтая, их свойства и мелиорация. – Барнаул, 1980. – С. 58-77.
9. Вялкова Л.И. Солонцы сухостепной зоны Алтайского края и пути их мелиорации // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 1995. – 19 с.
10. Гладков Ю.А. Исследование зависимости урожайности естественных ценозов и регнерии волокнистой от свойств солонцов луговых хлоридно-сульфатного засоления/ Ю.А. Гладков, И.Т. Трофимов // Засоленные почвы Алтая, их свойства и мелиорация. – Барнаул, 1980. – С. 29-57.
11. Курсакова В.С., Трофимов И.Т. Многолетние травы на засоленных почвах и их мелиоративная роль: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 179 с.

УДК 661.162.6:633.12:631.11(571.150)

**ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА,
ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ,
НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

М.И. Мальцев, Е.В. Калюта
Алтайский ГАУ, РФ, maltsevmi@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследования о влиянии биопрепарата, полученного из карбоксиметилированной лузги гречихи, на рост, развитие и биохимические показатели качества зерна яровой пшеницы в условиях Приобской почвенно-климатической зоны Алтайского края.

THE EFFECT OF A BIOLOGICAL PRODUCT OBTAINED ON THE BASIS OF BUCKWHEAT HUSK ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND BIOCHEMICAL QUALITY INDICATORS OF SPRING WHEAT GRAIN

M.I. Maltsev, Y.V. Kalyuta

Altai State Agricultural University, maltsevmi@mail.ru

Abstract. *The article presents the results of a study on the effect of a biopreparation obtained from carboxymethylated buckwheat husk on the growth, development and biochemical quality indicators of spring wheat grain in the conditions of the Priobskaya soil and climatic zone of the Altai Territory.*

В настоящее время в сельском хозяйстве широко применяют отработанные технологии, включающие обработку культур регуляторами роста. Такие препараты обладают возможностями изменять естественный процесс развития растений, в т.ч. улучшают их адаптацию к новым условиям произрастания, помогают противостоять стрессу, чем повышают урожайность и качество продукции. Для получения высоких урожаев, в том числе пшеницы с высоким качеством зерна, также очень важным является правильный выбор предшественников, которые влияют на содержание влаги, питательных веществ в почве, дружность и полноту всходов, перезимовку, фитосанитарное состояние посевов и продуктивность растений.

Учеными Алтайского ГАУ и АлтГУ на протяжении 10 лет проводятся исследования по определению росторегулирующей способности инновационных препаратов, полученных на основе отходов продукции растениеводства (ТУ 928900-005-02067818-2015). Установлено, что данные биопрепараты способствуют повышению урожайности различных сельскохозяйственных культур [1-2] и по росторегулирующей активности не уступают широко используемым торфогуминовым удобрениям «Флора-С» и активатору роста и развития на основе хитозана и янтарной кислоты JOY [3].

Целью работы являлось изучение влияния карбоксиметилированной лузги гречихи на рост, развитие и биохимические показатели качества зерна яровой пшеницы по разным предшественникам.

Методы проведения эксперимента. Исследования проводили на территории учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ. Изучали действие препарата, изготовленного на основе лузги гречихи (NaКМГ), в котором содержание карбоксиметилированной целлюлозы составляло 19,8%, карбоксиметилированного лигнина – 17,3%. Данным препаратом обрабатывали семена пшеницы Торридон перед посевом из расчета 1,5 кг биопрепарата на 1 т семян + 10 л воды. В качестве предшественника пшеницы использовали пар чистый и рапс. Площадь делянки по предшественнику 1,0 га. Действие водного раствора препарата NaКМГ изучали в зависимости от предшественника: вариант 1 – посев проводили по пару, вариант 2 – по рапсу.

Опытное поле Алтайского ГАУ расположено на левобережье р. Обь. Характерным для данной территории является холмисто-увалистый рельеф, наличие склонов значительной длины и крутизны. Основу почвенного покрова составляет чернозем выщелоченный 98,9%, незначительная площадь занята серыми лесными почвами – 0,6%, луговыми и лугово-черноземными – 0,5%. По механическому составу преобладают разновидности черноземов среднесуглинистых – 66,1%, легкосуглинистых – 33,6%.

Результаты исследований. В ходе полевых испытаний установлено, что в первые фазы роста пшеницы (прорастание семени) биопрепарат усиливает рост и развитие культуры независимо от предшественника по типу ауксинов, что согласуется с ранее проведенными нами исследованиями [4]. Изучаемый препарат оказал влияние на продуктивную кустистость на обоих вариантах опыта, а также способствовал увеличению массы 1000 зерен по чистому пару на 5,4 г, по рапсу – на 3,1 г. Прибавка урожайности от предпосевной обработки семян пшеницы, размещенной по чистому пару, составила 12,6%, по рапсу – 11,8%. Изучаемый биопрепарат также оказал влияние на биохимические показатели качества зерна. У пшеницы, размещенной по пару чистому, наблюдалось повышение содержания клейковины на 2,1%, белка – на 0,3%. В опыте, где посев пшеницы проводили по рапсу, отмечалось некоторое снижение содержания клейковины и белка в зерне пшеницы, что может быть связано с эффектом «ро-

стового разбавления» (табл. 1, 2). В этом случае в почве наблюдался недостаток азота, связанный с особенностями роста и развития предшественника.

Таблица 1 – Влияние препарата NaКМГ на урожайность и качество зерна пшеницы Торридон, размещенной по чистому пару

| Вариант | Масса 1000 зерен, г | Содержание белка, % | Содержание клейковины, % | Натура зерна, г/л | Урожайность, т/га |
|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Контроль | 34,7 | 13,5 | 29,0 | 836,9 | 1,91 |
| NaКМГ | 40,1 | 13,8 | 31,1 | 836,3 | 2,15 |
| НСР ₀₅ | | | | | 0,19 |

Таблица 2 – Влияние препарата NaКМГ на урожайность и качество зерна пшеницы Торридон, размещенной по рапсу

| Вариант | Масса 1000 зерен, г | Содержание белка, % | Содержание клейковины, % | Натура зерна, г/л | Урожайность, т/га |
|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Контроль | 29,7 | 10,8 | 22,0 | 817,0 | 1,44 |
| NaКМГ | 32,8 | 9,7 | 19,4 | 819,0 | 1,61 |
| НСР ₀₅ | | | | | 0,13 |

Таким образом, производственные испытания препарата, полученного из карбоксиметилированной лужги гречихи, в качестве регуляторов роста в условиях Приобской почвенно-климатической зоны Алтайского края показали эффективность его применения как по чистому пару, так и по рапсу. Прибавка урожайности от предпосевной обработки семян пшеницы, размещенной по чистому пару, составила 12,6%, а по рапсу – 11,8%.

Библиографический список

1. Влияние препаратов, карбоксиметилированного растительного сырья, на рост и развитие яровой пшеницы / М.И. Мальцев, Е.В. Калюта, Н.Г. Базарнова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 12 (194). – С. 39-45.
2. Калюта Е.В., Мальцев М.И., Маркин В.И. Влияние отрицательных температур на росторегулирующую способность водных растворов карбоксиметилированного растительного сырья // Химия растительного сырья. – 2020. – № 2. – С. 389-397.
3. Микушина И.В., Маркина А.В., Маркин В.И. Изучение росторегулирующей способности карбоксиметилпроизводных растительного сырья, полученных

механохимическим способом // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы VII всерос. конф. Барнаул, 2017. С. 97-99.

4. Исследование карбоксиметилированного растительного сырья в качестве регуляторов роста яровой пшеницы / М.И. Мальцев, А.А. Кароннов, Е.В. Калюта [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (163). – С. 12-17.

УДК 631.5:631.548.3:631.4

ВЛИЯНИЕ БИОРЕСУРСОВ АГРОЦЕНОЗА НА УРОЖАЙНОСТЬ В СЕВООБОРОТЕ ЗА 20 ЛЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ

И.Б. Сорокин, Е.А. Валетова, Т.А. Воровченко

ФГБУ «Станция агрохимической службы «Томская», РФ, sastom@mail.ru

***Аннотация.** За 20 лет в зернопаровом севообороте средняя прибавка урожая от регулярного внесения соломы+N₄₅ – 4,9 ц/га (29%), сидерального пара по фону соломы – 3,6 ц/га (21,3%), соломы без азота – 1,1 ц/га (6,5%). С каждой ротацией севооборота возрастает эффективность сидерального пара по сравнению с чистым паром: в 1-ю ротацию урожайность – на одном уровне; во 2-ю – выше на 11,7%, в 3-ю – на 18% и в 4-ю ротацию – выше чистого пара по урожайности – более 40%.*

INFLUENCE OF BIORESOURCES OF AGROCENOSIS ON YIELD IN CROP ROTATION OVER 20 YEARS OF RESEARCH

I.B. Sorokin, E.A. Valetova, T.A. Vorovchenko

FSBI Station of Agrochemical Service Tomskaya, RF, sastom@mail.ru

***Abstract.** For 20 years in a grain-fallow crop rotation, the average yield increase from: - regular application of straw + N₄₅ - 4.9 c / ha (29%); - green manure fallow on the background of straw - 3.6 c / ha (21.3%); - straw without nitrogen - 1.1 c/ha (6.5%). With each rotation of the crop rotation, the efficiency of green manure fallow increases in comparison with pure fallow: in the 1st rotation, the yield is at the same level; in the second - by 11.7% higher, in the third - by 18% and in the fourth rotation green manure fallow is higher than pure fallow in terms of yield - more than 40%.*

Основным принципом рационального использования земельных ресурсов Л.М. Бурлакова [1, 2] считала, наряду с их стратегическим управлением, оптимизацию антропогенного воздействия, которое должно включать в себя регламентацию использования земель и систему мер по воспроизводству почвенного плодородия в соответствии с экономическими возможностями.

Основным ресурсом для воспроизводства плодородия пахотных почв является биологизация систем земледелия с применением сидератов, многолетних трав, соломы и других послеуборочных остатков [3-7].

Перейти к расширенному воспроизводству почвенного плодородия в севооборотах позволяет комплексное использование в качестве удобрения биоресурсов агроценозов, таких как пожнивные остатки, солома и сидераты. Их применение способствует поддержанию биоразнообразия микроорганизмов и мезофауны, возрастает супрессивность почвы, увеличивается содержание в почве органического вещества, что создает благоприятный фон для возделывания сельскохозяйственных культур [8, 9].

Цель исследований – изучение влияния биоресурсов агроценозов на урожайность культур зернопарового севооборота в подтаежной зоне Сибири.

Объекты и методы исследований. Стационарный опыт заложен на серой лесной тяжелосуглинистой почве (содержание гумуса – 3,6%, $pH_{\text{сол.}}$ – 4,8, P_2O_5 – 17,1 мг/100г, K_2O – 9,7 мг/100 г). Изучали регулярное внесение соломы и сидерата (4 раза по ротациям). Схема: 1. Контроль (без удобрений). 2. N_{45} . 3. Солома + N_{45} . 4. Солома. 5. Солома + сидерат. Повторность опыта 4-кратная. Общая площадь делянки – 67,5 м².

Результаты исследований. Солома медленно трансформируется в почве. Это полезное свойство – в большей мере повышать содержание гумуса, чем быстро минерализоваться. N_{45} – для восполнения азота в почве, который потребляют микроорганизмы, активно размножающиеся при внесении соломы. Очевидно, при ежегодном внесении соломы наступает баланс азота, потребляемого почвенными микробами и возвращающегося в почву при естественном их отмирании. Это показывает 4-й вариант с регулярным внесением соломы

5 т/га без азота. Здесь среднемноголетняя прибавка урожайности 1,1 ц/га (6,5%) вместо ожидаемого снижения (табл.). Но одной соломы для сохранения плодородия явно недостаточно.

Таблица – Влияние регулярного внесения соломы (5 т/га) и сидерата на урожайность зерновых культур, ц/га (2001-2020 гг.)

| | | Варианты опыта | | | | | НСР ₀₅ |
|---------------------|------|----------------|-----------------|--------------------------|-------------|------------------|-------------------|
| | | контроль | N ₄₅ | солома + N ₄₅ | солома | солома + сидерат | |
| Средняя урожайность | | 16,9 | 20,8 | 21,8 | 18,0 | 20,5 | |
| Прибавка | ц/га | - | +3,9 | +4,9 | +1,1 | +3,6 | 0,9 |
| | % | - | 23,1 | 29,0 | 6,5 | 21,3 | |

Применение сидерального пара с соломой обеспечило среднемноголетнее повышение урожайности культур на 3,6 ц/га (21,3%). Также этот вариант № 5 обеспечивал сохранение гумуса без снижения, как в других вариантах [9].

С каждой ротацией зернопарового севооборота влияние на урожайность 5-го варианта увеличивалось: в 1-ю ротацию севооборота урожайность после видов пара (чистого пара – на контроле и сидерального – 5 вариант) была равна; во 2-ю ротацию урожайность после сидерального пара была на 11,7% выше; после 3-го внесения сидерата увеличилась на 18%, после 4-го урожайность увеличилась по сравнению с чистым паром на 41,7% (рис.). Чистый пар без внесения удобрений со временем снижает плодородие, т.к. гумус минерализуется, а органические удобрения не вносятся.

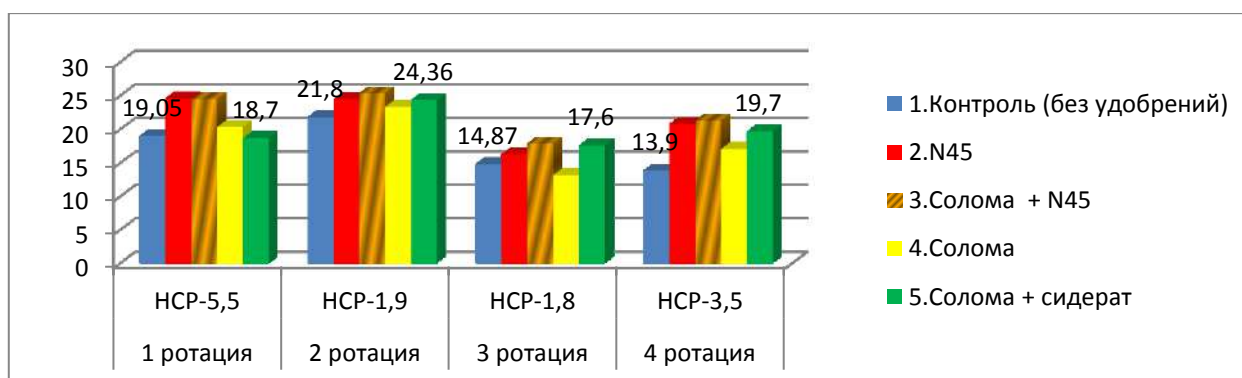


Рис. Влияние регулярного внесения N₄₅, соломы и применения сидерального пара (5-й вариант) за 4 ротации в зернопаровом севообороте на урожайность зерновых культур в полевом опыте на стационаре «Новоархангельское» (2001-2020 гг.)

Заключение

1. На серой лесной почве регулярное внесение соломы без азота обеспечило среднемноголетнюю прибавку урожайности на 1,1 ц/га (6,5%). При регулярном многолетнем внесении соломы последствий иммобилизации азота микроорганизмами не наблюдается.

2. Применение сидерального пара и соломы обеспечило среднемноголетнее повышение урожайности на 3,6 ц/га по сравнению с чистым паром (21,3%). Этот вариант в севообороте сохраняет почвенное плодородие и повышает урожайность зерновых культур.

3. За 20 лет исследований растёт преимущество сидерального пара над чистым паром (без удобрений) в повышении средней урожайности. В 1-ю ротацию севооборота урожайность после применения 2 видов пара примерно равна, во 2-ю ротацию после сидерального пара была на 11,7% выше, после 3-го внесения сидерата – выше на 18%, после 4-го внесения сидерата (2018-2020 гг.) увеличилась на 41,7%.

Библиографический список

1. Бурлакова Л.М. Концептуальные положения рационального использования земель // Экология и безопасность жизнедеятельности человека в условиях Сибири. – СПб.; Барнаул, МАНЭБ, 1997. С. 34-38.
2. Бурлакова Л.М. Стратегическое управление земельными ресурсами в системе управления устойчивым развитием аграрного природопользования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета №10 (36), 2007. С. 5-9.
3. Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Чуян О.Г. Сохранение и воспроизводство плодородия почв в ландшафтном земледелии / Сб. докл. Всероссийской научно-практ. конф. ГНУ Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН. Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии. 13-15 сент. 2011 г. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗ-ПЭ РАСХН. 2011г. – С. 3-7.
4. Русакова И.В., Шабардина Н.П. Биологические показатели плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы и урожайность культур

зернопропашного севооборота при использовании соломы и пожнивного сидерата // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – № 2. – С. 8-12.

5. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 3-42.
6. L. Talgre, E. Lauringson, H. Roostalu, A. Astover the effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat // Agronomy Research. 2009y. № 7 (1). Pp. 125-132.
7. Довбан К.И. Зеленое удобрение / К.И. Довбан. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.
8. Сорокин И.Б., Титова Э.В., Касимова Л.В. Растительное органическое вещество как основа почвенного плодородия // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 14-15.
9. Сорокин И.Б., Титова Э.В., Сиротина Е.А. Биоресурсы в агроценозах подтаежной зоны Томской области // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – № 3. – С. 26-30.

УДК 631.46:631.445.25:631.6(571.150)

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДЕФЕКТА ПОД ЗЕРНОВЫМИ И ЗЕРНОБОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Л.А. Ступина, В.С. Курсакова
Алтайский ГАУ, РФ, stupina-liliya@mail.ru

***Аннотация.** Изучено влияние химической мелиорации дефектатом в дозе 15 т/га на микробиологическую активность серых лесных почв при выращивании яровой вики и пшеницы. Оценка микробиологической активности проведена по численности микроорганизмов, использующих органические и минеральные формы азота, по численности грибов, по общей биогенности и степени разложения льняного полотна. Внесение дефектата способствует повышению численности микробов, использующих органический азот, в 1,6-2,2 раза, бактерий и актиномицет, использующих минеральный азот, – в 1,3-2,6 раза, а численность грибов снижается во 1,1-1,4 раза. Установлено, что общая био-*

генность и разложение льняного полотна под викой яровой выше, чем под яровой пшеницей, а при химической мелиорации она увеличивается на 7,0-15,9%, что обеспечивает повышение урожайности вики на 0,39 т/га, а яровой пшеницы – на 0,21 т/га.

ASSESSMENT OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF GRAY FOREST SOILS IN ALTAI TERRITORY WHEN USING DEFECATE UNDER GRAIN AND LEGUMINOUS CROPS

L.A. Stupina, V.S. Kursakova

Altai State Agricultural University, Russian Federation, stupina-liliya@mail.ru

Abstract. *The effect of chemical reclamation with defecation at a dose of 15 t/ha on the microbiological activity of gray forest soils during the cultivation of spring vetch and wheat was studied. The assessment of microbiological activity was carried out by the number of microorganisms using organic and mineral forms of nitrogen, by the number of fungi, by the general biogenicity and the degree of decomposition of linen. The introduction of defecation contributes to an increase in the number of microbes using organic nitrogen by 1.6-2.2 times, bacteria and actinomycetes using mineral nitrogen by 1.3-2.6 times, and the number of fungi decreases by 1.1-1.4 times. It has been established that the total biogenicity and decomposition of linen under spring vetch is higher than under spring wheat, and with chemical reclamation it increases by 7.0-15.9%, which ensures an increase in vetch yield by 0.39 t/ha, and spring wheat by 0.21 t/ha.*

Введение. Серые лесные почвы характеризуются кислой и слабокислой реакцией почвенного раствора, которая негативно сказывается на развитии большинства почвенных микроорганизмов, особенно угнетаются нитрифицирующие, азотфиксирующие бактерии и актиномицеты. Однако эволюционно приспособленные к кислой реакции почвенного раствора грибы, некоторые неспоровые и споровые аммонифицирующие бактерии обитают в данных почвах, но микробиологическая активность этих почв слабая из-за подавления процессов аммонификации и нитрификации, что снижает обеспеченность растений азотом [1-3].

Авторы отмечают в серых лесных почвах Алтайского края преобладание бактерий и актиномицет, использующих минеральные формы азота, что обеспечивает высокие коэффициенты минерализации [4].

По чувствительности к кислой реакции почвенного раствора сельскохозяйственные растения подразделяют на: высокочувствительные – многие бобовые культуры и корнеплоды; умеренно чувствительные – яровая пшеница, кукуруза, горох, вика и слабо чувствительные – овес, рожь, картофель [5].

Целью исследований являлось проведение оценки биологической активности и состава микробных сообществ серых лесных почв под викой яровой и яровой пшеницей при использовании дефеката.

Методика исследований. На серой лесной почве КФХ «Иванов А.Н.» в Косихинском районе Алтайского края, характеризующейся низкой величиной рН (4,5), низким содержанием гумуса (3%) и легким механическим составом, изучалось действие дефеката в дозе 15 т/га на её свойства. Дефекат Черемновского сахарного завода содержит 50% СаО, 15% органического вещества, макро- и микроэлементы, поэтому он действует не только как мелиорант, но и как комплексное органоминеральное удобрение [6]. Дефекат внесли осенью 2007 года. Весной с 2008 по 2010 гг. были высеяны яровая пшеница сорт Алтайская 92 и вика яровая мохнатая сорт Нежностебельная. Оценку микробиологической активности проводили по численности микробов, растущих на МПА, КАА и среде Чапека, а также по степени разложения льняного полотна [7].

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования показали, что внесение дефеката 15 т/га способствовало увеличению численности микроорганизмов, растущих как на среде МПА, так и на КАА, под обеими культурами, особенно к концу вегетации (рис. 1).

От химической мелиорации дефекатом отмечалось более активное увеличение микробов, растущих на КАА. Под викой яровой в начале вегетации в 1,3 раза, а в конце вегетации – в 2,6 раза, под яровой пшеницей – соответственно в 1,7 и 1,3 раза. При этом повышался и коэффициент минерализации (КАА/МПА). Особенно сильно он увеличивался в слое 10-20 см в среднем до 0,57-1,77, а в единичных случаях – до 1,91-2,88, что свидетельствует об увеличении степени разложения органического вещества и усилении процессов превращения азота почвы. Подтверждением сказанному служат данные о степени

разложения льняного полотна, которая всегда выше в присутствии подвижного азота в почве. Особенно высокая деструкция клетчатки наблюдалась под викой на мелиорированном варианте (табл.), что можно объяснить активизацией симбиотической азотфиксации после мелиорации. Это позволяет повысить её урожайность на 34,8%, а по пшенице всего – лишь на 25,9%.

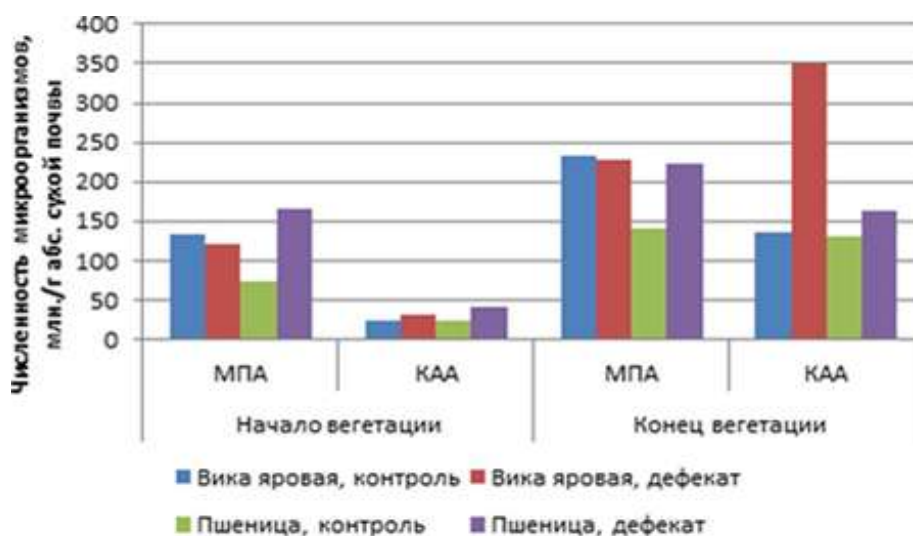


Рис. 1. Динамика численности микроорганизмов под яровыми культурами при мелиорации дефекатом серых лесных почв в слое 0-30 см, 2008-2010 гг.

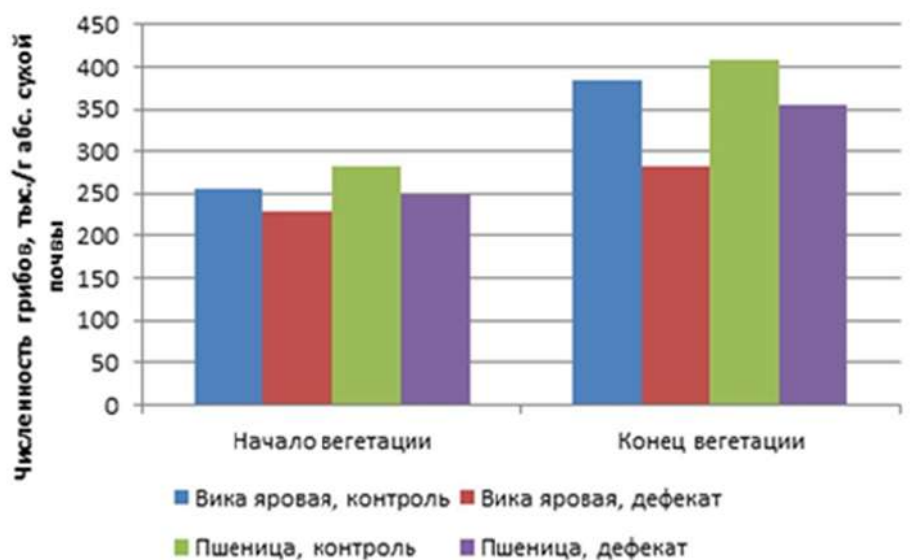


Рис. 2. Динамика численности грибов под яровыми культурами при мелиорации дефекатом серых лесных почв в слое 0-30 см, 2008-2010 гг.

Динамика численности грибов показывает их снижение при использовании дефеката (рис. 2). Под викой яровой численность грибов в начале вегета-

ции снижается в 1,1 раза, а в конце вегетации – в 1,4 раза, под яровой пшеницей – в 1,1 и 1,2 раза соответственно.

Таблица – Биологическая активность серых лесных почв при выращивании зерновых и бобовых культур под действием химической мелиорации дефекатом, среднее 2008-2010 гг. (конец вегетации)

| Вариант | Слой почвы, см | Влажность почвы, % | Общая биогенность, млн/г абс. сухой почвы | Коэффициент минерализации (КАА/МПА) | Разложение льняного полотна, % | Урожайность, т/га |
|-----------------------|----------------|--------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Вика яровая, контроль | 0-10 | 12,9 | 144,77 | 0,50 | 31,1 | 1,12 |
| | 10-20 | 12,3 | 125,24 | 0,53 | | |
| | 20-30 | 12,4 | 93,39 | 0,42 | | |
| Вика яровая, дефекаат | 0-10 | 11,1 | 165,39 | 0,70 | 47,0 | 1,51 |
| | 10-20 | 10,9 | 249,08 | 1,17 | | |
| | 20-30 | 12,0 | 147,06 | 0,52 | | |
| Пшеница, контроль | 0-10 | 12,5 | 106,68 | 0,48 | 23,5 | 0,81 |
| | 10-20 | 12,7 | 93,12 | 0,57 | | |
| | 20-30 | 11,1 | 72,19 | 0,36 | | |
| Пшеница, дефекаат | 0-10 | 13,5 | 116,30 | 0,63 | 30,5 | 1,02 |
| | 10-20 | 12,2 | 153,38 | 0,87 | | |
| | 20-30 | 10,0 | 100,69 | 0,75 | | |

Общая биогенность серых лесных почв при выращивании вики яровой значительно превосходит численность микроорганизмов под яровой пшеницей на контроле в 1,4 раза, а на дефекаате – 1,5 раза.

Выводы. Оценка микробных сообществ под зерновой и бобовой культурой на мелиорированных дефекатом серых лесных почвах показала, что численное распределение групп зимогенной микрофлоры по профилю зависит от влажности и мелиорации. Максимальное количество почвенных микробов отмечается в наиболее влажный период вегетации – в августе. На контроле более населенный микробами является верхний слой почвы, а мелиорация способствует разрыхлению, биогенность слоя 10-20 см увеличивается. Преобладают микроорганизмы, усваивающие органические формы азота, вследствие чего коэффициенты минерализации низкие, но внесение дефеката активизирует процессы превращения органических и минеральных форм азота, повышается количество бактерий и актиномицет, усваивающих минеральные формы азота, повышается степень разложения клетчатки, а численность грибов в верхних горизонтах снижается. Численность зимогенной микрофлоры и общая биологиче-

ская активность под викой яровой выше, чем под яровой пшеницей. Улучшение агрохимических и микробиологических свойств позволяет повысить урожайность вики яровой на 34,8%, а яровой пшеницы – на 25,9%.

Библиографический список

1. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивное земледелие / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1975. – 107 с.
2. Курсакова В.С., Влияние химической мелиорации и удобрений на динамику и качественный состав микроорганизмов серых лесных почв / В.С. Курсакова, Л.И. Вялкова, Л.А. Ступина, А.Н. Иванов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2001. – №4. – С. 211-213.
3. Трофимов И.Т., Серые лесные почвы Обь-Чумышского междуречья и повышение их плодородия: монография / И.Т. Трофимов, А.Н. Иванов, Л.А. Ступина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 135 с.
4. Шалагинова Л.И. Микробиологическая характеристика серых лесных почв Алтайского края / Л.И. Шалагинова // Факторы плодородия почв и их регулирование: сб науч. трудов. – Новосибирск, 1985. – С. 37-44.
5. Каличкин В.К. Агрэкологические основы мелиорации кислых почв Западно-Сибирской равнины / В.К. Каличкин. – Новосибирск, 1998. – 240 с.
6. Антонова О.И. Об эффективности известкования слабо- и среднекислых выщелоченных черноземов Алтайской провинции / О.И. Антонова // Почвенно-агрономические исследования в Сибири: сб. научных трудов к 100 летию профессора Н.В. Орловского. Вып. 2. – Барнаул, 1999. – С. 40-45.
7. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева; под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН СОРГО САХАРНОГО В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.Ю. Тимохин, Б.В. Зырянов, В.С. Бойко

Омский аграрный научный центр, РФ, timokhin@anc55.ru

Аннотация. Цель работы – изучение влияния условий минерального питания на урожайность семян сорго сахарного в условиях юга Западной Сибири. Климат южной лесостепи Омской области с достаточным количеством тепла, дефицитом осадков и неравномерным их распределением в летний период, благоприятен для выращивания скороспелых сортов сорго сахарного. Оптимизация минерального питания в таких условиях обеспечивает высокую урожайность его семян.

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION CONDITIONS ON SUGAR SORGO SEED YIELD IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

A.Y. Timokhin, B.V. Zyryanov, V.S. Boiko

Omsk Agrarian Scientific Center, timokhin@anc55.ru

Abstract. The purpose of the work is to study the influence of mineral nutrition conditions on the yield of sugar sorghum seeds in the conditions of the south of Western Siberia. The climate of the southern forest-steppe of the Omsk region with a sufficient amount of heat, a lack of precipitation and their uneven distribution in the summer is favorable for growing early-ripening varieties of sugar sorghum. Optimization of mineral nutrition in such conditions ensures a high yield of its seeds.

Сорго, благодаря ценным хозяйственно-биологическим свойствам (высокая урожайность, засухоустойчивость, универсальность использования), занимает в мировом земледелии значительное место [1, 2]. Оно способно вегетировать на засоленных почвах, экономно расходовать воду и элементы минерального питания (азот, фосфор и калий), увеличивая свою урожайность при внесении азотных и фосфорных удобрений [3, 4].

Неравномерное распределение осадков в летний период на юге Западной Сибири (Омская область) приводит к дефициту влаги в пахотном слое почвы [5, 6]. Поэтому возделывание сорго как засухоустойчивой культуры в данном

регионе может быть рентабельно, а климатические условия способны обеспечить его высокую урожайность. В таких условиях подбор приемов для повышения семенной продуктивности сорго сахарного является актуальным и своевременным.

Цель работы – изучить влияние условий минерального питания на урожайность семян сорго сахарного в условиях юга Западной Сибири.

Базой для исследований в 2016-2017 гг. стал полевой опыт в восьмипольном севообороте лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепи Омской области.

Объект исследований – сорго сахарное сорт «Дуплет» селекции ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий».

Схема опыта включала следующие варианты: обеспеченность почвы подвижным фосфором (фактор А) – средняя, 50-100 мг/кг по Чирикову (0); повышенная, 100-120 мг/кг (I) и 140-150 мг/кг (II); высокая, 150-200 мг/кг (фон III); фосфорное удобрение (фактор В) – P_0 , P_{60} ; азотное удобрение (фактор С) – N_0 , N_{30} , N_{60} . Учетная площадь делянки – 36 м², посевная – 360 м². Опыт закладывался в трехкратной повторности.

Почва – лугово-черноземная, среднемошная, среднегумусная, тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в слое 0-0,4 м 6,0-6,5%. Реакция почвенной среды в пахотном слое нейтральная ($pH_{\text{водн.}}$ 7,2).

В 2016 году среднемесячная температура воздуха была выше нормы, особенно в сентябре. Количество осадков, кроме июля, было ниже многолетней нормы, что способствовало широким колебаниям ГТК – от 0,14 в мае до 1,78 в июне и июле. 2017 год отмечался высокими значениями температуры воздуха, которые были выше климатической нормы, что способствовало вызреванию семян сахарного сорго в более ранние сроки. Кроме июля, количество осадков было ниже нормы, ГТК в среднем за июнь-август составляло 0,67, что свидетельствует о засушливости вегетационного периода.

Исходный запас общей влаги в почве не зависел от фона обеспеченности фосфором, в среднем составлял 165-183 мм (87-97% от наименьшей влагоемко-

сти) в полуметровом слое почвы, 257-295 мм (86-99% от наименьшей влагоемкости) – в метровом.

Применение фосфорсодержащих удобрений до посева сорго увеличивало урожайность с 3,54 до 3,82 т/га сухого вещества, или на 8%. При этом влияние P_{60} на фоне со средней обеспеченностью P_2O_5 выражалось в увеличении сбора сухого вещества с 2,96 до 3,98 т/га, или на 21%. Применение азотных удобрений (N_{60}) увеличивало урожайность с 3,50 до 3,90 т/га, или на 11% (табл.).

Таблица – Урожайность семян сорго сахарного в зависимости от уровня минерального питания, т/га семян, 2016-2017 гг.

| Варианты удобренности | | Фоны по обеспеченности P_2O_5 | | | | Среднее по фактору | |
|--|-----------------------|---------------------------------|------|------|------|--------------------|------|
| фосфор (А), кг д.в/га | азот (В) кг д.в/га | 0 | I | II | III | А | В |
| P_{60} | N_{60} | 3,83 | 3,80 | 4,15 | 4,29 | 3,82 | 3,90 |
| | N_{30} | 4,12 | 3,51 | 4,17 | 3,73 | | |
| | N_0 | 3,58 | 3,07 | 4,22 | 3,35 | | 3,64 |
| 0 | N_{60} | 3,56 | 3,94 | 3,96 | 3,69 | 3,54 | 3,50 |
| | N_{30} | 2,80 | 3,58 | 3,85 | 3,40 | | |
| | N_0 | 2,96 | 3,71 | 3,51 | 3,57 | | |
| Среднее С | | 3,47 | 3,60 | 3,97 | 3,67 | | |
| НСР ₀₅ : А – 0,36; В – 0,43; С – 0,50; для частных средних – 1,26 | | | | | | | |

В вариантах без допосевого внесения минеральных удобрений последствие фонов с повышенным и высоким содержанием фосфора обеспечивало увеличение урожайности с 2,96 до 3,51-3,71 т/га, или на 19-25%. Оптимизация условий питания азотом и фосфором увеличивала сбор семян с 2,96 до 4,29 т/га, или на 45%.

Таким образом, климат южной лесостепи Омской области с достаточным количеством тепла, дефицитом осадков и неравномерным их распределением в летний период, благоприятен для выращивания скороспелых сортов сорго сахарного. Оптимизация минерального питания в таких условиях обеспечивает высокую урожайность его семян.

Библиографический список

1. Володин Б.А. Оценка продуктивности и хозяйственно ценных признаков и свойств гибрида сорго сахарного Ярик / Б.А. Володин, М.П. Жукова, И.А. Донец, А.С. Голубь, Н.С. Чухлебова // Вестник АПК Ставрополья. – 2019. – № 1. – С. 74-77. – DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-33-74-77.

2. Гулидова В.А. Сахарное сорго – альтернатива кукурузе / В.А. Гулидова, С.Ю. Гусева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 15-20.
3. Шкодина Е.П. Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны / Е.П. Шкодина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 4. – С. 531-541. – DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>.
4. Шукис Е.Р. Реализация продуктивного потенциала различными по скороспелости сортообразцами сорговых культур в условиях Алтайского края / Е.Р. Шукис, А.Б. Володин, С.К. Шукис, А.П. Дробышев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 5. – С. 69-77.
5. Усовершенствование системы земледелия на мелиорируемых землях Омской области. – Омск: Издательство ИП Макшеевой Е.А., 2018. – 32 с.
6. Тимохин А.Ю. Зернобобовые культуры в системе орошаемого агроценоза // А.Ю. Тимохин, В.С. Бойко. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2021. – 164 с.

УДК 631.417.2:631.445.24:631.867.87

ОЦЕНКА ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ КУРИНОГО ПОМЕТА

М.В. Царёва

*Учреждение образования «Белорусская государственная орденов
Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия», Республика Беларусь, Tsarevatariya@mail.ru*

Аннотация. После уборки озимой пшеницы (до посева было внесено 40 т/га куриного помета) содержание гумуса увеличилось на 0,02% и составило 3,51%, осталось без изменений после уборки кукурузы (до посева было внесено 80 т/га куриного помета) – 3,06%, после уборки гороха содержание гумуса увеличилось на 0,01, многолетних трав – на 0,03, ярового рапса – на 0,02% и составило, соответственно, 3,49; 2,71 и 2,43%. Запасы гумуса в пахотном горизонте: после гороха – 147,6 т/га, многолетних трав – 104,5 т/га, кукурузы – 124,5 т/га, озимой пшеницы – 87,1 т/га, ярового рапса – 70,6 т/га. Независимо от культуры и

гранулометрического состава дерново-подзолистой почвы тип гумуса гуматно-фульватный, так как соотношение гуминовых и фульвокислот колеблется от 0,61 до 0,68 после кукурузы и ярового рапса на среднесуглинистой почве, от 0,67 до 0,71, после уборки многолетних трав, гороха и озимой пшеницы на связно-супесчаной почве.

ESTIMATION OF HUMUS CONDITION OF SODDY-PODZOLIC SOIL AT POULTRY MANURE APPLICATION

M.V. Tsareva

*Belarusian State Agricultural Academy, the Republic of Belarus,
Tsarevamariya@mail.ru*

Abstracts: *After harvesting winter wheat (before sowing, 40 t/ha of poultry manure was applied), the humus content increased by 0.02% up to 3.51%, remained unchanged after harvesting corn (before sowing, 80 t/ha of poultry manure was applied) – 3.06% after harvesting peas, the content of humus increased by 0.01, perennial grasses – by 0.03, spring rapeseed – by 0.02% and amounted to 3.49, 2.71 and 2.43%, respectively. Humus reserves in the arable horizon were: after peas – 147.6 t/ha, perennial grasses – 104.5 t/ha, corn – 124.5 t/ha, winter wheat – 87.1 t/ha, spring rape – 70.6 t/ha. Regardless of the crop and granulometric composition of the soddy-podzolic soil, the type of humus is humate-fulvatic, since the ratio of humic and fulvic acids ranges from 0.61 to 0.68 after corn and spring rapeseed on medium loamy soil, from 0.67 to 0.71, after harvesting perennial grasses, peas and winter wheat on cohesive sandy loam soil.*

Введение. Гумус является основной составной частью органического вещества почвы. Неоценимый вклад в учение о гумусе был внесен классиком почвенной науки, родоначальником генетического почвоведения В.В. Докучаевым и работами его учеников [1-3]. В Беларуси традиционно высока роль органических удобрений, поскольку они являются незаменимым и повсеместно доступным источником пополнения запасов гумуса и элементов питания в почве. Темпы минерализации гумуса в почвах зависят от технологии возделывания сельскохозяйственных культур и способов обработки почв, структуры посевных площадей и урожайности сельскохозяйственных культур [4]. Таким образом, ввиду роли органического вещества в биосфере, изучение и постоянный мониторинг содержания гумуса, а также путей его восполнения приобретают исключительное значение.

Куриный помет является ценным органическим удобрением с высоким содержанием основных элементов питания (азота, фосфора и калия) и микроэлементов, причем питательные вещества находятся в легкодоступных для питания растений соединениях. По содержанию питательных веществ он превосходит любое органическое удобрение, а по доступности – не уступает минеральным удобрениям. Степень влияния пометных удобрений на агрохимические свойства почвы зависит от дозы внесения, культуры, под которую они вносятся, и длительности применения. Органическое вещество помета (основная часть сухого вещества этого удобрения) улучшает структуру почвы, ее водный и воздушный режим, физико-химические и химические свойства [5]. Для повышения и сохранения плодородия почвы главным является рациональное использование куриного помета.

Цель работы – изучить влияние куриного помета, биологических особенностей культур, гранулометрического состава дерново-подзолистой почвы на содержание, запасы и качество гумуса.

Материалы и методика исследований. Отбор почвенных образцов для исследования проводился в 2018-2019 гг. в ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве после уборки гороха, озимой пшеницы, многолетних трав, и дерново-подзолистой среднесуглинистой почве после уборки кукурузы и ярового рапса. Под кукурузу куриный помет вносили в дозе 80 т/га, озимую пшеницу – 40 т/га, многолетние травы и горох использовали вследствие куриного помета, внесенного под предшественник – яровую пшеницу (40 т/га), а яровой рапс – кукурузу (80 т/га). Содержание гумуса в почве определяли по И.В. Тюрину в модификации В.Н. Симакова. Для изучения влияния органического удобрения на качество гумуса использовали метод И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [6]. Анализ химического состава куриного помета и плотность почвы (d) проводили по общепринятым методикам.

Результаты исследований и их обсуждение. Большое значение имеет химический состав куриного помета, так как он зависит от типа кормления,

условий содержания птицы, хранения. Содержание питательных веществ в курином помете перед внесением составляло: общий азот – 12,4; фосфор (P_2O_5) – 14,3; калий (K_2O) – 6,9; кальций (CaO) – 10,7; магний (MgO) – 8,4 кг/т, высокое содержание Zn (129,4 мг/кг сухого вещества, при норме 39) и меди (67,8 мг/кг сухого вещества, при норме 25), отмечено фоновое содержание тяжелых металлов свинца и кадмия (6,4 и 0,11 мг/кг).

На опытных участках перед посевом культур были отобраны почвенные образцы и определено содержание гумуса. Содержание гумуса в почве перед посевом гороха составляло 3,48%, яровой пшеницы (предшественник многолетних трав) – 2,68%, озимой пшеницы – 3,49%, кукурузы – 3,06%, ярового рапса – 2,41% (табл. 1). После уборки озимой пшеницы (до посева было внесено 40 т/га куриного помета) содержание гумуса увеличилось на 0,02%, осталось без изменений после уборки кукурузы 3,06% (до посева было внесено 80 т/га куриного помета). С учетом последействия куриного помета, внесенного под предшественник, после уборки гороха содержание гумуса увеличилось на 0,01%, многолетних трав – на 0,03, ярового рапса – на 0,02% и составило, соответственно, 3,49; 2,71 и 2,43%.

Таблица 1 – Влияние куриного помета, биологических особенностей культур, гранулометрического состава дерново-подзолистой почвы на содержание и запасы гумуса

| Гранулометрический состав почвы | Культура | Содержание гумуса до посева, % | Содержание гумуса после уборки, % | Плотн. почвы (d), г/см ³ | Масса почвы, т/га | Запасы гумуса, т/га |
|---------------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Связносупесчаная | Горох | 3,48 | 3,49 | 2,35 | 4230 | 147,6 |
| Связносупесчаная | Многол. травы | 2,68 | 2,71 | 2,41 | 4338 | 104,5 |
| Среднесуглинистая | Кукуруза | 3,06 | 3,06 | 2,63 | 4734 | 124,5 |
| Связносупесчаная | Озимая пшеница | 3,49 | 3,51 | 2,20 | 3960 | 87,1 |
| Среднесуглинистая | Яровой рапс | 2,41 | 2,43 | 1,98 | 3564 | 70,6 |

Масса пахотного горизонта колебалась на среднесуглинистой почве после уборки ярового рапса и кукурузы от 3 564 до 4 734 т/га соответственно, на связано-супесчаной почве после уборки озимой пшеницы, многолетних трав, гороха масса пахотного горизонта составила 3 960 т/га, 4 338 и 4 230 т/га соответ-

ственно. С учетом содержания гумуса его запасы в пахотном горизонте составили: после гороха – 147,6 т/га, многолетних трав – 104,5 т/га, кукурузы – 124,5 т/га, озимой пшеницы – 87,1 т/га, ярового рапса – 70,6 т/га (табл. 1). Само по себе валовое содержание гумуса еще не является гарантом высоких урожаев, т.к. значительное влияние оказывает фракционно-групповой состав гумуса, или его качественный состав. Качественный состав гумуса определяется относительным содержанием гуминовых кислот и фульвокислот [7]. По мнению ряда ученых, гумус высокой степени гумификации влияет не только на плодородие, но и на экологические свойства почв, так как гуминовые кислоты с высокой долей ароматических составляющих активно участвуют в связывании органических и неорганических поллютантов [8]. Мощное положительное действие на фракционный состав гумуса оказывают органические удобрения. Почвы, удобряемые навозом или компостами, обычно имеют $C_{гк}/C_{фк}$ выше, чем почвы, где применяются лишь минеральные удобрения [9, 10].

По соотношению углерода гуминовых и фульвокислот $C_{гк}/C_{фк}$ выделяют следующие типы гумуса: фульватный – менее 0,6; гуматно-фульватный – 0,6-0,8; фульватно-гуматный – 0,8-1,2; гуматный – более 1,2 [6].

Как показали результаты исследований, независимо от культуры и гранулометрического состава почвы тип гумуса гуматно-фульватный, так как соотношение гуминовых и фульвокислот колеблется от 0,61 до 0,68 после кукурузы и ярового рапса на среднесуглинистой почве до 0,71 и 0,67, после уборки многолетних трав, гороха и озимой пшеницы на связно-супесчаной (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние куриного помета на качество гумуса дерново-подзолистой почвы в зависимости от ее гранулометрического состава и биологических особенностей культур

| Культура | Гранулометрический состав почвы | $C_{общ.вытяж.}$ | $C_{гк, \%}$ | $C_{фк, \%}$ | $\frac{C_{гк}}{C_{фк}}, \%$ | Тип гумуса |
|-------------------|---------------------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------------|
| Горох | Связносупесчаная | 2,90 | 0,84 | 1,26 | 0,67 | гуматно-фульватный |
| Многолетние травы | Связносупесчаная | 2,23 | 0,76 | 1,07 | 0,71 | гуматно-фульватный |
| Кукуруза | Среднесуглинистая | 2,75 | 0,66 | 1,09 | 0,61 | гуматно-фульватный |
| Озимая пшеница | Связносупесчаная | 2,52 | 0,69 | 1,03 | 0,67 | гуматно-фульватный |
| Яровой рапс | Среднесуглинистая | 2,08 | 0,49 | 0,72 | 0,68 | гуматно-фульватный |

В целом следует отметить, что все же после многолетних трав качество гумуса выше и приближается к фульватно-гуматному типу, а после кукурузы как пропашной культуры тип гумуса гуматно-фульватный.

Выводы и предложения. С целью повышения плодородия дерново-подзолистых почв при внесении куриного помета следует учитывать ее гранулометрический состав, биологические особенности сельскохозяйственных культур, его действие и последствие. После уборки озимой пшеницы (до посева было внесено 40 т/га куриного помета) содержание гумуса увеличилось на 0,02%, составив 3,51%, осталось без изменений после уборки кукурузы (до посева было внесено 80 т/га куриного помета) – 3,06%, после уборки гороха содержание гумуса увеличилось на 0,01, многолетних трав – на 0,03, ярового рапса – на 0,02% и составило, соответственно, 3,49; 2,71 и 2,43%. Его запасы в пахотном горизонте: после гороха – 147,6 т/га, многолетних трав – 104,5 т/га, кукурузы – 124,5 т/га, озимой пшеницы – 87,1 т/га, ярового рапса – 70,6 т/га. Независимо от культуры и гранулометрического состава дерново-подзолистой почвы тип гумуса гуматно-фульватный, так как соотношение гуминовых и фульвокислот колеблется от 0,61 до 0,68 после кукурузы и ярового рапса на среднесуглинистой почве, от 0,67 до 0,71 после уборки многолетних трав, гороха и озимой пшеницы на связно-супесчаной почве.

Библиографический список

1. Ачасов, А.Б. Влияние рельефа на гумусированность черноземов / А.Б. Ачасов // Почвоведение. – 2006. – № 9. – С. 1036-1042.
2. Глазовская, М.А. Гумус в глубоких горизонтах почв атмосферного увлажнения на рыхлых континентальных отложениях / М.А. Глазовская // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 517-530.
3. Рыжова, И.М. Гумусное состояние черноземов Приволжской лесостепи, сформированных на разных почвообразующих породах / И.М. Рыжова [и др.] // Почвоведение. – 2003. – № 12. – С. 1431-1439.
4. Лапа, В.В. Влияние органо-минеральной системы удобрения на продуктивность севооборотов и баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах /

- В.В. Лапа, В.Н. Босак, Г.В. Пироговская // *Агрохимия*. – 2009. – № 2. – С. 40-44.
5. Персикова Т.Ф., Царёва М.В. Изменение агрохимических показателей, агрофизических и водных свойств по профилю дерново-подзолистой почвы разного гранулометрического состава при применении куриного помета. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры почвоведения Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина и 80-летию члена-корреспондента РАН Кудярова Валерия Николаевича / – Краснодар КубГАУ, 2019, Выпуск 21. – С. 280-288.
 6. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме И.В. Тюриня в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой / *Агрохимические методы исследования почв*. – М.: Наука, 1975. – С. 47-55.
 7. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почвы и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: МГУ, 1990. – 325 с.
 8. Тюрин, И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии / И.В. Тюрин. – М.: Наука, 1965. – 320.
 9. Травникова, Л.С. Закономерности гумусонакопления. Новые данные и их интерпретация / Л.С. Травникова // *Почвоведение*. – 2002. – № 7. – С. 832-843.
 10. Василенко Е.С., Прохоров И.С., Завалин А.А., Семенцов А.Ю. Искусственные почвогрунты на основе биоудобрения «ПИКСА» / Материалы Международной научно-практической конференции «Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства». – Владимир, 2006. – С. 239-243.

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

УДК 631.8.022.3 (631.816)

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

О.И. Антонова, К.Р. Вепрынцева, А.В. Яковлев
Алтайский ГАУ, РФ, niihim1@mail.ru

***Аннотация.** На основании обобщения и многолетних результатов исследований по опытам с удобрениями и анализа более 65 парных выборок по урожайности, гидротермическим условиям, свойствам почвы с помощью информационно-логического анализа уточнена модель урожайности яровой пшеницы, разработанная Л.М. Бурлаковой в 1975-1982 гг., показывающая, что для получения урожайности зерна $4 \geq 6$ т/га зерна необходимо, чтобы в фазу кущения в слое почвы 0-20 см рНс была на уровне 5,51-6; содержание NO_3 – 20-40 мг/кг, P_2O_5 – 100-200 мг/кг и K_2O – 150-250 мг/кг, $ГТК_{V-VI}$ – 0,8. Урожайность семян гибридов рапса зависит от суммы положительных температур за июнь-июль, суммы осадков за август, $ГТК$ за вегетацию, содержания NO_3 , рНв в слое 0-40 см, P_2O_5 в слое 0-20 см в фазу стеблевания, рНс, количества NO_3 и K_2O в слое 0-20 см – в цветение. Полученные модели взаимосвязи урожайности и свойств почвы указывают на необходимость регулирования питания растений, особенно в начале периода вегетации.*

ON THE ISSUE OF CROP YIELD MODELING

O.I. Antonova, K.R. Veprintseva, A.V. Yakovlev
Altai GAU, Russian Federation, niihim1@mail.ru

***Abstract.** Based on the generalization and long-term results of research on experiments with fertilizers and the analysis of more than 65 paired samples on yield, hydrothermal conditions, soil properties, the model of spring wheat yield developed by L.M. Burlakova in 1975-1982 was refined with the help of information and logical analysis, showing that to obtain grain yield of $4 \geq 6$ t/ha of grain it is necessary that*

during the tillering phase in the soil layer 0-20 cm, the pH should be at the level of 5.51-6; the NO₃ content is 20-40 mg/kg, P₂O₅ is 100-200 mg/kg and K₂O is 150-250 mg/kg, GTKV-VI is 0.8. The yield of rapeseed hybrids depends on the sum of positive temperatures for June-July, the amount of precipitation for August, GTC for the growing season, the content of NO₃, rNv in the layer 0-40 cm, P₂O₅ in the layer 0-20 cm in the stalking phase, rNs, the amount of NO₃ and K₂O in the layer 0-20 cm – in flowering. The obtained models of the relationship between yield and soil properties indicate the need to regulate plant nutrition, especially at the beginning of the growing season.

Учитывая, что в создании урожая и показателей качества участвует много макро- и микроэлементов и недостаток любого из них снижает продуктивность растений, важно знать их наличие в почве, в основные периоды роста, потребление растениями и влияние на их продуктивность [1]. Существующие методы оценки обеспеченности почв элементами несовершенны, так же как и методы определения лимитирующего показателя свойств почвы для культуры в конкретных условиях [2]. В связи с высокой вариабельностью свойств почв в пределах поля, особенно по элементам питания, такие статистические методы, как корреляционный, регрессионный анализы, определяющие в основном прямолинейную парную зависимость факторов, затрудняют обоснование их взаимосвязи с урожайностью, так как, по данным Л.М. Бурлаковой, между свойствами почв и урожайностью разных культур существует нелинейный характер связи и степень участия различных свойств почвы в формировании урожайности также неодинакова [2]. Многолетние исследования Л.М. Бурлаковой показали, что информационно-логический анализ, основанный на теории информации, более универсален, не требует линейности, позволяет анализировать процессы и явления непосредственно в природной обстановке; выявить область значений изучаемого параметра (специфическое состояние); определить в целом меру зависимости явления от каждого параметра и их совокупность; выделить главные и второстепенные факторы [1, 2]. На примере сорта яровой пшеницы Саратовская 29 ею была предложена модель урожайности из комплекса параметров основных свойств почв, формирующих урожай в условиях Алтайского Приобья с последующей корректировкой в виде поправок на 12 районированных в крае к

1990 г. сортов, которые различались от Саратовской 29 по разным предшественникам на 1-1,5 ранга урожайности, или 2-4 ц/га [1].

Формула имела следующий вид:

$$Y = ГТК_1 \times ГТК_2 \times (M \times p_{Нв} (Г \times K_2O \times (N_{в} \times NO_3 \times (P_{в} \times P_2O_5))))).$$

Модель позволяет оценивать долю участия каждого свойства в формировании урожая, выявить дефицит питательных веществ и давать прогноз, поэтому она легла в основу бонитировки почв и нового подхода к расчету норм внесения удобрений. Существующие методы их расчета учитывают содержание доступных элементов питания в почве по коэффициентам их использования весьма условных и динамичных. Гораздо точнее учитывать их содержание, выраженное в урожае по моделям почвенного плодородия, используя специфические состояния урожайности по каждому значению фактора. В расчете, предложенном Л.М. Бурлаковой и О.И. Антоновой, используется принцип оптимизации [3]. Оптимальным содержанием элементов питания в почве будет содержание, соответствующее 7-му рангу, или наибольшей урожайности. А если один из факторов действует как понижающий, например калий, когда при избыточном количестве (>250 мг/кг) урожайность понижается до 3-го ранга, то оптимальным будет ранг = 7+(7-3)=11, к которому нужно подтягивать и азот, и фосфор.

Пример расчета: планируемый урожай 20 ц/га, содержание NO_3 в почве в фазу кущения 5 мг/кг (ранг 3), P_2O_5 – 95 мг/кг (ранг 4), K_2O – 250 мг/кг (понижающий ранг 3). По классической модели с учетом выноса, запаса доступных элементов, коэффициента использования из удобрений:

$$\text{доза N} = \frac{20 \times 3,5 - (10 + 35) \times 0,8}{0,7} = \frac{34}{0,7} = 48,6 \text{ кг/га};$$

$$\text{доза } P_2O_5 = \frac{20 \times 1,1 - 19}{0,3} = \frac{3}{0,3} = 10 \text{ кг/га};$$

$$\text{доза } K_2O = \frac{20 \times 1,9 - 58}{0,7} = \frac{-19}{0,2} = 0.$$

По коэффициентам оптимизации:

$$K_{оптN} = \frac{11-3}{11} = 0,727; K_{P_2O_5} = \frac{11-4}{11} = 0,636; K_{K_2O} = \frac{11-11}{11} = 0.$$

$$\text{Доза N} = \frac{20 \cdot 3,5 \cdot 0,727}{0,7} = 72,7 \text{ кг/га, доза P}_2\text{O}_5 = \frac{20 \cdot 1,10,636}{0,3} = 46,6 \text{ кг/га, доза K}_2\text{O} = \frac{20 \cdot 3,5 \cdot 0}{0,7} = 0.$$

Дозой удобрений по коэффициентам оптимизации мы сбалансировали обеспеченность пшеницы по содержанию в почве между N, P и K.

Эффективность доз внесения минеральных удобрений, рассчитанных на их вынос с урожаем по коэффициентам оптимизации, была проверена в опытах А.Ю. Калиным и Н.А. Харченко [4, 5].

По данным агрохимслужбы плодородие почвы по сравнению с 1975 г. существенно изменилось, что выражается в повышении площадей с низким содержанием гумуса в 1,44 раза и кислой реакцией среды в 1,8 раза, способствующих снижению биологической активности почв и низкой обеспеченности почв нитратами по всем предшественникам. Снизились площади пашни с высокой и очень высокой обеспеченностью фосфором и калием. В связи с возделыванием в крае новых сортов пшеницы, гибридов рапса, сахарной свеклы, подсолнечника с высоким потенциалом урожайности и требованием достаточной обеспеченности элементами питания необходимо изучение взаимосвязи урожайности этих культур с почвенно-климатическими факторами.

Целью настоящей работы является уточнение модели урожайности яровой пшеницы современных сортов и разработка модели урожайности семян ярового рапса, устойчиво занимающего в крае место в севооборотах, снижающего эмиссию углерода и способность произрастать в районах с резко континентальным климатом.

Для построения моделей использованы сопряженные значения по урожайности, ГТК, рНс, содержанию N-NO₃, подвижных фосфатов, обменного калия в период кущения и созревания для пшеницы по опытам 2017-2021 гг. и для рапса с 2009 по 2021 гг. – в период стеблевания и цветения. Использовано 69 выборок по яровой пшенице при возделывании сортов Простор, Новосибирская 28, Катюша, Буран, Алтайская 75, Айред и 65 выборок по яровому рапсу гибридов Миракль КЛ, Сальса КЛ, Цебра КЛ, Культус КЛ и Люмэн.

Информационный анализ проводили по программе ALI, разработанной Л.М. Бурлаковой, Д.И. Иваничкиным. В таблице приведены результаты расчетов, основными из которых являются К эффективности передачи информации: чем он выше, тем выше взаимосвязь.

Таблица – Степень связи между урожайностью яровой пшеницы и ярового рапса с почвенно-климатическими факторами

| Яровая пшеница | | | Яровой рапс | | |
|---------------------------------------|--------|--------|---|--------|--------|
| Фактор | T, бит | Кэф | Фактор | T, бит | Кэф |
| ГТК V-VI | 1,5649 | 0,6466 | Влажность почвы, 0-20 см, стебл. | 0,5301 | 0,2947 |
| ГТК V-VIII | 0,7505 | 0,3064 | Влажность почвы, 0-40 см, цвет. | 0,6173 | 0,3258 |
| pHc, кущ. | 0,7975 | 0,3336 | pHc, 0-20 см, стебл. | 0,4831 | 0,3887 |
| pHc, созр. | 0,3110 | 0,1473 | pHв, 0-20 см, стебл. | 0,5579 | 0,3675 |
| NO ₃ , кущ. | 0,9459 | 0,3912 | pHв, 0-40 см, цвет. | 0,5071 | 0,3986 |
| NO ₃ , созр. | 0,4163 | 0,2131 | NO ₃ , 0-40 см, стебл. | 0,9148 | 0,5253 |
| P ₂ O ₅ , кущ. | 0,5772 | 0,2430 | NO ₃ , 0-20 см, цвет. | 0,6076 | 0,3718 |
| P ₂ O ₅ , созр. | 0,3519 | 0,1800 | P ₂ O ₅ , 0-20 см, стебл. | 0,3757 | 0,1993 |
| K ₂ O, кущ. | 0,5993 | 0,2508 | K ₂ O, 0-20 см, цвет. | 0,4784 | 0,2557 |
| K ₂ O, созр. | 0,5838 | 0,2987 | | | |

Наибольший коэффициент эффективности характерен для ГТК_{V-VI} – 0,6466. Из свойств почвы важное значение отводится содержанию N-NO₃ – 0,3912 и pHc – 0,2336 в фазу кущения, обменного калия в период созревания – 0,2987 и в период кущения – 0,2508. С содержанием фосфора в фазу кущения зависимость – 0,2430. С учетом полученных коэффициентов эффективности модель зависимости урожайности зерна для изученных сортов от почвенно-климатических факторов можно выразить:

$$Y = ГТК_1 \times ГТК_2 \times (NO_{3\text{кущ}} \times pHc_{\text{кущ.}} \times K_2O_{\text{созр.}} \times (K_2O_{\text{кущ.}} \times P_2O_{5\text{кущ.}}))$$

Урожайность зерна в пределах $4 \geq 6$ т/га формируется при содержании N-NO₃ в фазу кущения – $20 \geq 40$ мг/кг, pHc – 5,5-6, обменного калия – 150-250 мг/кг и подвижного фосфора – 100-200 мг/кг. Важно содержание обменного калия в период созревания. По модели Л.М. Бурлаковой для получения урожайности $> 2,3$ т/га было необходимо pHв – 6,4-6,5, содержание N-NO₃ > 20 мг/кг, P₂O₅ – 100-150 мг/кг и K₂O – 200-250 мг/кг. На современном уровне интенсификации производства наиболее значимыми свойствами почвы является обеспеченность нитратным азотом и pHc в фазу кущения, несколько

ниже проявляется роль K_2O и P_2O_5 , хотя Кэф. довольно высокие – 0,2508 и 0,2430. Модель хорошо отражает потребность новых сортов яровой пшеницы в основных элементах питания и показывает необходимость регулирования питания в начале вегетации растений.

Установление взаимосвязи между урожайностью семян гибридов ярового рапса с погодными условиями и свойствами почвы позволило определить наиболее значимые их показатели для получения потенциальной урожайности возделываемых гибридов. Исходя из таблицы более существенные взаимосвязи урожайности со свойствами почвы характерны в слоях 0-20 и 0-40 см в период стеблевания и цветения. Кэф. варьирует в пределах 0,1993-0,5253. Значения Кэф. хорошо коррелируют с биологическими особенностями рапса, так как в фазу стеблевания активно развивается корневая система и требуется наличие влаги, нейтральная среда и высокое содержание в почве азота в слое 0-40 см.

Согласно приведенным данным по степени влияния свойств почвы на урожайность можно построить модель:

$$U_{\text{яр.рапса}} = N\text{-NO}_{\text{ст.}} \boxtimes \text{pH}_{\text{в(0-40,ст.)}} \boxtimes \text{pH}_{\text{с(0-20,ст.)}} \boxtimes N\text{-NO}_{3(0-20,цв.)} \boxtimes W_{(0-40, цв.)} \boxtimes W_{(0-20, ст.)} \boxtimes (K_2O_{(0-20, цв.)} \boxtimes P_2O_{5(0-20, ст.)}).$$

Из свойств почвы наибольшее влияние оказывает содержание в период стеблевания $N\text{-NO}_3$ в слое 0-40 см, $\text{pH}_{\text{в}}$ в слое 0-40 см и $\text{pH}_{\text{с}}$ 0-20 см, а также $N\text{-NO}_3$ в слое 0-20 см в цветение. Влажность почвы, содержание K_2O влияют на урожайности в период цветения. Таким образом, урожайность в большей степени связана с содержанием $N\text{-NO}_3$ в слое 0-40 см и величиной $\text{pH}_{\text{в}}$ и $\text{pH}_{\text{с}}$ в период стеблевания, в цветение – от содержания $N\text{-NO}_3$ в слое 0-20 см, влажности как в слое 0-20, так и 0-40 см и K_2O в слое 0-20 см.

Из климатических факторов формирование урожайности рапса тесно взаимосвязано с суммой положительных температур в июне-июле, суммой осадков в августе и ГТК за вегетационный период [6].

Разработанная модель может служить основанием регулирования азотного питания рапса, начиная с периода посева и образования стеблей, а также необходимости регулирования кислотности почв.

Известно, что потребность с.-х. культур в элементах питания повышается от всходов до начала активного нарастания наземной массы, что в основном продолжается в июне месяце. Вот почему важно, чтобы обеспеченность почвы в этот период и для пшеницы, и для рапса была наибольшей.

Е.Г. Пивоварова и Е.М. Соврикова, изучая сезонную динамику подвижных питательных веществ с помощью информационно логического анализа, установили, что большее количество подвижных питательных веществ образуется в июне [7]. Учитывая, что июнь является месяцем критического поступления питательных веществ, их наличие в значительной степени оказывает влияние на урожайность всех культур, что было доказано на примере моделей урожайности яровой пшеницы и рапса.

Таким образом, анализ сопряженных данных по урожайности новых сортов яровой пшеницы, гибридов ярового рапса и свойств почвы в период кущения яровой пшеницы, стеблевания рапса и климатических факторов позволил построить модели взаимосвязи и определить необходимость регулирования питательных режимов в почве на ранних фазах развития.

Библиографический список

1. Бурлакова Л.М. Плодородие почв Алтайского края: уч. пособие / Л.М. Бурлакова, В.А. Рассыпнов; Алтайский СХИ. – Барнаул, 1990. – 81 с.
2. Бурлакова Л.М. Система параметров моделей плодородия черноземов Алтайского Приобья / Л.М. Бурлакова // Земельные ресурсы Алтайского края и вопросы интенсификации их использования. – Новосибирск, 1983. – С. 3-14.
3. Бурлакова Л.М. Определение норм и соотношений минеральных удобрений при интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы. Роль Алтайского края в решении продовольственной программы / Л.М. Бурлакова, О.И. Антонова // Сб. тез. док. к конференции. – Барнаул, 1987. – С. 41-43.
4. Харченко Н.А. Динамика подвижных питательных веществ и оптимизация минерального питания капусты белокочанной и моркови столовой на черноземах выщелоченных в условиях орошения: автореферат кандидата с/х наук / Н.А. Харченко. – Барнаул, 2003. – 20 с.

5. Калинин А.Ю. Эффективность минеральных удобрений под картофель при орошении в условиях лесостепной зоны Алтайского края: автореферат кандидата с/х наук / А.Ю. Калинин. – Барнаул, 2000. – 16 с.
6. Антонова О.И. Влияние климатических факторов на урожайность семян ярового рапса и льна масличного в условиях Алтайского края / О.И. Антонова, Л.А. Ступина, Е.М. Комякова // Мат. XVII Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука - сельскому хозяйству». – Барнаул: РИО Алтайский ГАУ. – Кн. 1 – 9-10 февраля 2022. – С. 168-170.
7. Пивоварова Е.Г. Сезонная динамика содержания подвижных питательных веществ и математическое обоснование сроков агрохимического обследования почв / Е.Г. Пивоварова, Е.М. Соврикова // Вестник Алтайского ГАУ. – № 4 (20). – 2005. – С. 11-16.

УДК 631.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ В ЭЛЮВИАЛЬНО-ИЛЛЮВИАЛЬНОМ ПОЧВЕННОМ ПРОФИЛЕ

А.В. Дембовецкий

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
avd26@yandex.ru*

***Аннотация.** В дерново-подзолистой суглинистой почве послойно по горизонтальным площадкам и по глубинам по всему профилю разреза одновременно в большой повторности определяли объемную влажность диэлькометрическими приборами и традиционным и термостатно-весовым методом. В горизонте А наблюдалось хорошее соответствие приборных и традиционного методов, но в более глубоких горизонтах (E1B, B) различия возрастали, гипотетически в связи с увеличением неоднородности структуры почвенных педов и порового пространства.*

THE USE OF DIELECTRIC SENSORS OF SOIL MOISTURE IN THE ELUVIAL-ILLUVIAL SOIL PROFILE

A.V. Dembovetskiy

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, avd26@yandex.ru

Abstract. *In the sod-podzolic loamy soil, the volumetric humidity was simultaneously determined in a large repeats using dielectric devices and the traditional thermostat method in layers along horizontal sections and in depths along the entire soil profile. In horizon A, there was a good correspondence between instrument and traditional methods, but in deeper horizons (El, B) the differences increased, hypothetically due to an increase in the heterogeneity of the structure of soil peds and pore space.*

Использование современных цифровых устройств для мониторинга свойств почв является актуальной задачей почвоведения и многих его отраслей. В частности, необходимость мониторинга влажности почв диктуется задачами земледелия, мелиорации, растениеводства, лесоразведения и др. Поэтому научно обоснованное использование приборов для такого рода наблюдений входит в целевую современную задачу почвоведения и смежных наук.

Цель – исследование влажности дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы методами диэлектрики и термостатно-весовым. Задачи данного исследования: сравнительное определение влажности дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в масштабе почвенного профиля (вертикальные зондирование в разрезе) и отдельного горизонта (горизонтальные измерения площадок 1 м²) диэлектрическим и термостатно-весовым методами.

В данном исследовании использовали два устройства для мониторинга влажности, основанных на определении диэлектрической проницаемости почв. В качестве измерителей влажности использовали Moisture meter Takeme -10EC (МмТ), китайского производства и Moisture meter Delta-Theta (МмDT) с датчиком ML3 (Великобритания). МмТ относится к емкостным измерителям и включает в себя емкостной измеритель влажности и датчик температуры SHT10, обеспечивающий стабильное качество сигнала и малое время отклика и нечувствительность к внешним воздействиям электромагнитного поля. Заявленная производителем точность составляет 4% от измеряемой величины.

MmDT использует принцип TDR и генерирует импульсы с волной 100 МГц. Заявленная точность откалиброванного датчика составляет 1% объемной влажности. Исследования проводили на дерново-слабоподзолистой, глубокопахотной среднесуглинистой слабосмытой почве на покровных суглинках; координаты – 56.0456 с.ш., 37.1575 в.д. Горизонты профиля дерново-подзолистой почвы: АУ (0-38) – ЕІВ (38-60) – В (60-90) – С (90-125). Исследование объемной влажности проводили на свежевскрытых площадках (глубины 0, 10, 30, 40, 50 и 60 см) и по стенке разреза дерново-подзолистой почвы на тех же глубинах среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы. Оба прибора (МмТ и МmDT) показали хорошую сходимость между собой: коэффициент корреляции составил 0,9 и 0,85 для площадок и разреза соответственно. В сравнении с классическим термостатно-весовым методом оба метода дают схожие ошибки, хотя для МmТ абсолютные ошибки выше, для отдельных глубин он дает лучшие результаты, чем МmDT. Средняя абсолютная ошибка его составляет 5,8%, а МmDT – 5,1% в сравнении с термостатно-весовым методом. Как показывают статистики, варьирование влажности возрастает с глубиной, причем для термостатно-весового даже в большей мере, чем для диэлькометрического. Предположительно это связано с неоднородностью структурного состояния, морфологических составляющих почвы и различием исследуемых объемов почвы: при измерении диэлькометрическими датчиками областью захвата (объема) почвы, которая значительно выше, чем объем почвы, отбираемой на сушку. Коэффициенты корреляции показаний приборов по площадкам составили: 0,9 – для МmDT и МmТ, а с влажностью термостатно-весовым методом – 0,8 для обоих приборов; по разрезу 0,82; 0,65 и 0,45 соответственно.

Выводы. Измерения объемной влажности по глубине дерново-подзолистой почвы показали хорошую сходимость диэлькометрического и классического термостатно-весового метода в гор. АУ, но в более глубоких слоях, при смене горизонтов, гранулометрического и структурного составов наблюдается увеличение ошибок, гипотетически связанное неоднородностью горизонтов, изменением структуры порового пространства, появления трещин,

разнородного материала и т.д. Проверка и обоснование указанных выводов требуют дальнейших специализированных исследований.

Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-29-05112 мк) – 50% и по теме госзадания: «Физические основы экологических функций почв: технологии мониторинга, прогноза и управления» – 50% ЦИТИС: 121040800146-3.

УДК 631.4

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МИГРАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ

*А.А. Кокорева^{1,2}, М.А. Никитина¹, Н.В. Клебанович³, В.Н. Колупаева²,
А.И. Гасина¹, М.А. Бутылкина¹, П.А. Плетенев⁴*

¹*Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, РФ,
kokoreva.a@gmail.com;*

²*Всероссийский институт фитопатологии, РФ;*

³*Белорусский государственный университет, РБ;*

⁴*ФБУН "ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана" Федеральной службы по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, РФ*

***Аннотация.** С помощью полевых, лабораторных и расчетных методов определено физическое обеспечение в виде сценариев почвенных свойств (плотность почвы, содержание органического углерода, гранулометрический состав, параметры аппроксимации ОГХ) для моделей миграции пестицидов и агрохимикатов основных сельскохозяйственных регионов Республики Беларусь.*

PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS OF BELARUS REPUBLIC FOR SIMULATION OF PESTICIDE MIGRATION

*A.A. Kokoreva^{1,2}, M.A. Nikitina¹, N.V. Klebanovich³, V.N. Kolupaeva²,
A.I. Gasina¹, M.A. Butylkina¹, P.A. Pletenev⁴*

¹*Faculty of Soil Science, Moscow State University M.V. Lomonosov, RF,
kokoreva.a@gmail.com;*

²*All-Russian Institute of Phytopathology, RF;*

³*Belarusian State University, RB;*

***Abstract.** Using field, laboratory and computational methods, the physical support was determined in the form of scenarios of soil properties (soil density, organic carbon content, particle size distribution, WRC approximation parameters) for pesticide*

and agrochemical migration models of the main agricultural regions of the Republic of Belarus.

В современном мире пестицидная нагрузка на сельское хозяйство постоянно увеличивается [1]. Это влечет необходимость контроля загрязнения пестицидами почв и грунтовых вод. Новые действующие вещества или препаративные формы требуют экологической оценки, в том числе с позиции их миграционного потенциала в разнообразных почвенно-климатических условиях. Рутинная оценка риска загрязнения грунтовых вод проводится с привлечением специализированных имитационных математических моделей, которые в свою очередь требуют наличия стандартных почвенно-климатических сценариев, охватывающих различные сельскохозяйственные регионы. Стандартные почвенно-климатические сценарии состоят из наиболее вероятных вариантов комбинирования свойств почв, метеоданных, ландшафта для конкретной местности. Они созданы на основе реальных исследований и рекомендованы к использованию во всех математических моделях при процедуре оценки экологического риска пестицидов [1]. Для разработки стандартных сценариев моделей вымывания пестицидов в грунтовые воды и в поверхностные воды для территории Европейского союза создана группа FOCUS, независимая группа экспертов из контролирующих органов, регистрантов, правительственных институтов, университетов, бизнеса. Группа FOCUS создала сценарии для 8 регионов Западной Европы на основе климатических показателей территории, с дальнейшим разделением регионов по характерным для них почвам. В моделях миграции пестицидов в грунтовые воды (PEARL) и поверхностные водоемы (TOXWA) эти сценарии присутствуют и изменению в ходе экологических оценок не подлежат. Для России разработкой сценариев занимается ВНИИ фитопатологии. Создано 9 российских сценариев, 4 из них участвуют в регистрационном процессе.

Целью данной работы была разработка почвенной части стандартных сценариев почв модели миграции пестицидов PEARL6 (с заданием физических свойств почв: плотность почвы, гранулометрический состав, органическое ве-

щество, коэффициент фильтрации, основная гидрофизическая характеристика) для территории Республики Беларусь с целью стандартизации экологической оценки пестицидов при их государственной регистрации.

Объекты исследования. Территория Республики Беларусь относится к бореальному поясу (центральная таёжно-лесная область). Почвенный покров Беларуси сформировался под действием нескольких процессов почвообразования, основными из которых являются дерновый и подзолистый [2]. Усложняют разнообразие почв различные степени гидроморфизма. По имеющимся в литературе сведениям о почвенном покрове республики выделены четыре почвы на уровне разновидности (рис.).



Точка1. Дерново-подзолистая, среднесмытая, легкосуглинистая



Точка2. Торфяно-глеевая



Точка3. Дерново-подзолистая, автоморфная, супесчаная на супесчаной морене



Точка 4. Дерново-подзолистая, полугидроморфная, морена не вскрыта

Рис. Выбранные для исследования разрезы

Методы исследования. В полевых условиях были определены плотность почвы буровым методом и коэффициент фильтрации методом трубок с постоянным напором. В насыпных образцах определен гранулометрический состав методом лазерной дифракции с использованием лазерного анализатора размера частиц Mastersizer 3000e (Malvern Panalytical, UK) и органический углерод методом сжигания в токе кислорода на экспресс-анализаторе углерода АН-8012. Определение параметров аппроксимации основной гидрофизической характеристики (ОГХ) выполнено с использованием базы Rosetta lite v.1.1.

Результаты и обсуждение. Содержание органического углерода в минеральных почвах не превышает 3% в пахотных горизонтах, а в разрезе торфяно-

глеевой почвы достигает 40%. Плотность пахотных горизонтов всех исследованных почв находится в оптимальном диапазоне 1,2-1,3 г/см³ (для торфяно-глеевой почвы 0,5-0,6 г/см³). Плотность верхнего слоя автоморфных почв (разрез 3) несколько выше, чем полугидроморфных почв (разрез 4), – 1,32 г/см³ и 1,13 г/см³, соответственно. Однако, для полугидроморфной почвы уже с 15 см глубины плотность резко увеличивается. Вслед за увеличением плотности вследствие в первую очередь снижения содержания органического вещества по профилю скорость фильтрации от провальных значений (>1500 см/сут.) закономерно снижается с глубиной, не опускаясь до низких значений (< 70 см/сут.) ни в одном из исследованных слоев. Визуально и по значениям плотности на глубинах до 30 см диагностируется наличие плужной подошвы, что снижает скорость фильтрации в вышележащем слое.

Почвы близки между собой по гранулометрическому составу. Содержание физической глины (ЭПЧ < 0,01 мм) почти на всех глубинах изученных разрезов варьирует в пределах 20-30% от объема частиц. Лишь в разрезах 1 и 3 с глубиной содержание физической глины снижается и составляет в горизонтах В и С разреза 1 и в горизонте С разреза 3 менее 20%.

Для почвенного блока математических моделей требуются как традиционные свойства почв (гранулометрический состав, содержание органического углерода, плотность), так и послойные значения параметров аппроксимации ОГХ функцией ван Генухтена [3]. Использование педотрансферных функций (ПТФ) в программном пакете RETC на основе метода нейронных сетей (Rosetta lite v.1.1) позволило определить параметры аппроксимации по содержанию гранулометрических фракций и плотности почвы.

Таблица – Параметры аппроксимации ОГХ функцией ван Генухтена, определенные с помощью ПТФ (Rosetta lite v.1.1) для разреза 1

| Параметр/глубина | 0 см | 15 см | 30 см | 60 см | 100 см |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TetaR, г/г | 0.0615 | 0.0623 | 0.0599 | 0.0555 | 0.0394 |
| TetaS, г/г | 0.4990 | 0.5025 | 0.4922 | 0.4784 | 0.3437 |
| alpha, 1/см | 0.0037 | 0.0038 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0086 |
| n, - | 1.7696 | 1.7676 | 1.7721 | 1.7679 | 1.5503 |
| Ks, см/сут. | 203.5 | 200.4 | 208.7 | 226.2 | 23.2 |

Для дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы (разрез 1) до 60 см не наблюдается дифференциации значений параметров, что говорит о том, что угол наклона ОГХ и ее форма практически не изменяются вниз по профилю. Параметры n (эмпирический коэффициент, описывающий наклон ОГХ) и α (величина, обратная давлению барботирования) имеют характерные для легкой почвы значения. Найденная с помощью ПТФ насыщенная гидравлическая проводимость не отражает закономерностей, определённых в полевых условиях, что, по-видимому, связано с малым количеством предикторов.

Заключение. Определено физическое обеспечение для модели миграции пестицидов PEARL6 в виде сценариев почвенных свойств для моделей миграции пестицидов и агрохимикатов основных сельскохозяйственных регионов Республики Беларусь. Сценарии будут использоваться в процедуре оценки экологического риска действующих веществ пестицидов при государственной регистрации препаратов на территории страны.

Работа выполнена по теме госзадания №121040800146-3 (лабораторные исследования), в рамках Государственного задания ФГБНУ ВНИИФ, тема 0598-2019-0005 (полевые исследования).

Библиографический список

1. Колупаева В.Н. Формирование перечня пестицидов для их мониторинга в грунтовых водах // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем: [научный журнал]. – 2018 – Т. 29, № 3. – С. 93-106.
2. Клебанович Н. В., Аношко В. С., Чертко Н. К., Ковальчик Н. В., Черныш А.Ф. География почв Беларуси: учебное пособие – Минск: БГУ, 2009.
3. Шеин Е.В., Белик А.А., Кокорева А.А., Колупаева В.Н., Плетенев П.А. Прогноз миграции пестицидов в почвах: значение почвенного экспериментального обеспечения // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2017. – № 3. – С. 47-50.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

А.А. Приставка, А.А. Козлова, А.Д. Уткина
Иркутский государственный университет, РФ, allak2008@mail.ru

Аннотация. В данном исследовании почвы рассматриваются с точки зрения двухкомпонентного тела с набором устойчивых свойств, характеризующих историю их формирования как биокосного тела, и набором динамических показателей, отвечающих за их функционирование в современной фазе почвообразования, используя метод главных компонент. Его применение показало, что почвы подтайги, лесостепи и степи по устойчивым свойствам формировались обособленно. Процесс функционирования оказался схож у почв лесостепи и степи, а подтайги выделились отдельно.

APPLICATION OF THE METHOD OF MAIN COMPONENTS FOR ESTABLISHING THE FEATURES OF FORMATION AND FUNCTIONING OF SOILS IN SOUTHERN PREDBIKALIA

A.A. Pristavka, A.A. Kozlova, A.D. Utkina
Irkutsk State University, Russia, allak2008@mail.ru

Abstract. In this study, the soils are considered from the point of view of a two-component body with a set of stable properties that characterize the history of their formation as a bioinert body, and a set of dynamic indicators responsible for their functioning in the modern phase of soil formation, using the method of principal components. Its application showed that the soils of the subtaiga, forest-steppe and steppe were formed separately according to their stable properties. The process of functioning turned out to be similar in the soils of the forest-steppe and steppe, and the subtaiga were distinguished separately.

Постановка проблемы. Совместное влияние котловинного эффекта и аридно-теневого формы вертикальной зональности в Южном Предбайкалье обусловило нахождение на ограниченной площади резко контрастных ландшафтов: от подтаежных до сухостепных [1]. Спецификой почвообразования в регионе является высокая инерционность изменений свойств почв при смене биоклиматических условий, что выражается в их нестыковке с морфологическим строением. С помощью методов статистического анализа возможно ранжирование

почв подтаежных, лесостепных, степных ландшафтов Южного Предбайкалья по близости устойчивых свойств и динамических показателей для подтверждения особенностей их формирования и функционирования.

Объекты и методы исследования. В Южном Предбайкалье сформированы почвы текстурно-дифференцированного (дерново-подзолистые, дерново-буро-подзолистые, серые типичные), структурно-метаморфического (буроземы оподзоленные и остаточно-карбонатные, серые метаморфические), гумусово-аккумулятивного (черноземы глинисто-иллювиальные и дисперсно-карбонатные), аккумулятивно-карбонатного (каштановые), которые и явились объектом данного исследования [2]. Экспозиция склонов оказала существенное влияние на распределение почвенного покрова на мезоуровне. Вершины водоразделов занимают дерново-подзолистые, дерново-буро-подзолистые почвы, буроземы оподзоленные и остаточно-карбонатные. Наветренные более увлажненные северо-западные склоны заняты серыми типичными, черноземами глинисто-иллювиальными, а подветренные юго-восточные менее увлажненные – серыми метаморфическими, черноземами дисперсно-карбонатными, каштановыми почвами [3, 4].

Изучение почвы с позиции двуединого тела показало необходимость определения как устойчивых свойств (гранулометрический и валовой состав, состав ППК, электросопротивление, содержание и состав железа и гумуса, агрегатный состав), отражающих историю развития почв, так и динамических показателей (гидротермические и агрохимические, подвижное гумусовое вещество продуктивность фито- и агроценозов, биологическая активность почв), отвечающих за функционирование почв в современную фазу почвообразования [5].

Результаты исследования. Применение метода главных компонент позволило установить особенности формирования и функционирования почв Южного Предбайкалья в различных ландшафтах по близости устойчивых свойств и динамических показателей. Так, метод главных компонент выявил четкие раз-

личия в формировании почв различных ландшафтов по устойчивым и динамическим свойствам (рис.).

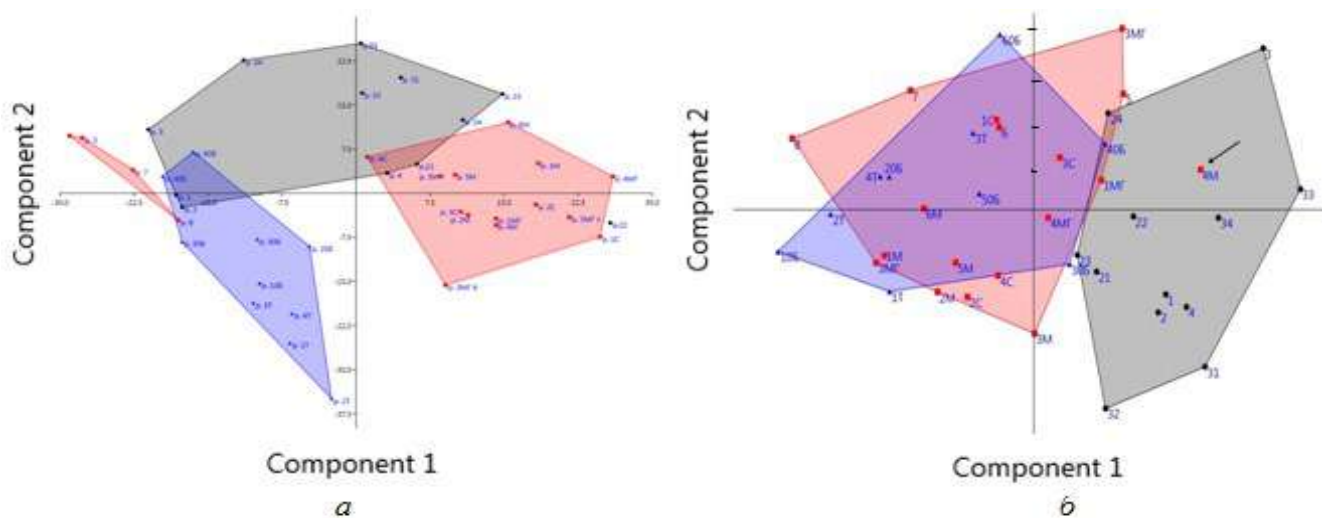


Рис. Метод главных компонент, примененный для характеристики:

a – устойчивых, *б* – динамических свойств почв в пространстве двух главных компонент; ● – почвы подтайги (р. 31-34, 1-4, 21-24), ■ – почвы лесостепи (р. 1М-6М, 1МГ-4МГ, 1С-4С, 5-8), ▲ – почвы степи и сухой степи (р. 10Б-60Б, 1Т-4Т)

Главными компонентами в изменении устойчивых свойств выступают гранулометрический состав, содержание и состав гумуса, динамических – содержание влаги и подвижное гумусовое вещество. На первую и вторую компоненты проецируется максимальная доля общей дисперсии – 96 и 3,3% соответственно. В пространстве этих двух компонент координаты точек, соответствующих почвам подтайги, отличаются от локализации точек, относящихся к почвам лесостепи, настоящей и сухой степи. Согласно рисунку 1*a* область почв подтайги, степи и сухой степи по их устойчивым свойствам выделилась отдельно, а лесостепь разделилась на две части: в одну вошли все серые почвы, в другую – черноземы глинисто-иллювиальные, что связано с развитием первых на продуктах выветривания бескарбонатных юрских песчаников, вторых – на сартанских высококарбонатных суглинках.

Процесс функционирования почв, определяющий современный процесс почвообразования и отраженный в динамических свойствах, близок в почвах лесостепи и степи (рис. *б*). На графике их площади перекрываются в большинстве точек по сходному содержанию в почвах фульвокислот 1а фракции и вла-

ги. Наибольший вклад в первую компоненту дает показатель «влажность» ($r = 0,999$), а во вторую – «содержание гумуса» ($r = 0,997$). Формирование почв лесостепи происходило, преимущественно, на средних и нижних частях склонов, террасах рек в условиях трансаккумулятивных и аккумулятивных ландшафтов. Отдельно выделяется область подтайги. Занимая вершины водоразделов, почвы здесь находятся в условиях элювиального ландшафта, являются автоморфными, обеспечиваемые влагой за счет атмосферного увлажнения, что определяет более высокую их влажность. В них повышено содержание влаги и понижено – гумуса, по сравнению с почвами лесостепи. Медианные значения влажности для почв лесостепи, настоящей и сухой степи оказались в 1,8 раза ниже по сравнению с подтайгой, что можно объяснить различиями в количестве поступающих атмосферных осадков, удалением части влаги с поверхностным и внутрипочвенным стоком, а также более высокой интенсивностью испарения.

Выводы. В целом, по устойчивым свойствам почвы подтайги, лесостепи и степи отнесены к разным областям, что указывает на различия их формирования в прошлом. Близкие значения динамических показателей подчеркивают сходство процессов функционирования почв различных ландшафтов в современную фазу почвообразования. Область почв подтайги выделяется отдельно, что показывает некоторую обособленность их развития.

Библиографический список

1. Белозерцева И.А. Почвенный покров / И.А. Белозерцева // Географическая энциклопедия Иркутской области. Общий очерк. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2017. – С. 50-55.
2. Козлова А.А., Белозерцева И.А., Лопатина Д.Н. Почвы Южного Предбайкалья: разнообразие и закономерности распространения // География и природные ресурсы. – 2021. – № 1. – С. 103-114.
3. Козлова А.А. Почвы лесных ландшафтов Южного Предбайкалья / А.А. Козлова. – Saarbrücken, Germany: Lambert Academic Publishing, 2016. – 186 с.

4. Козлова А.А. Почвы степных и сухостепных ландшафтов Южного Предбайкалья и Приольхонья / А.А. Козлова. – Saarbrucken, Germany: Lambert Academic Publishing, 2016. – 113 с.
5. Kozlova A.A., Pristavka A.A. Features of soil functioning in the Southern Baikal region // Materials of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration» – Reports in English Reports in English (September 28, 2019. Beijing, PRC) – С. 121-129.

УДК 631.4

МЕТОДОЛОГИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

И.А. Самофалова

Пермский ГАТУ, РФ, samofalovairaida@mail.ru

***Аннотация.** Представлены основные методологические принципы исследования пространственно-структурной организации почвенного покрова в горных системах. Методология исследования почвенного покрова горных ландшафтов включает факторы идентификации горных геосистем, бассейно-ландшафтную концепцию формирования почв, основные критерии оценки.*

METHODOLOGY FOR STUDYING THE SPATIAL AND STRUCTURAL ORGANIZATION OF SOIL COVER IN MOUNTAINOUS CONDITIONS

I.A. Samofalova

Perm State Agro-Technological University, Russia, samofalovairaida@mail.ru

***Abstract.** The main methodological principles of studying the spatial-structural organization of the soil cover in mountain systems are presented. The methodology for studying the soil cover of mountain landscapes includes identification factors for mountain geosystems, the basin-landscape concept of soil formation, and the main evaluation criteria*

Исследования организации и структуры почвенного покрова (ПП) горных стран – давняя и не до конца разработанная тема на стыке почвоведения, ландшафтоведения, геохимии ландшафтов, биогеографии, экологии и т.д. Без по-

знания генетических взаимосвязей почв, составляющих ПП, закономерностей формирования ПП, особенно в сложных природных условиях гор, невозможны его рациональное использование, надежная охрана [1-6].

Исследования ПП горных территорий носят локальный характер и нацелены на выявление индивидуальных особенностей почв. Работ, посвященных географическому, генетическому и экологическому обобщению специфики почвообразования в различных условиях гумидных и субгумидных гор, очень мало. В связи с этим необходимо формулирование теоретических положений для разработки общих методов и подходов к изучению почвенного покрова горных ландшафтов.

За основу взята концепция пространственно-временной организации педосферы И.А. Соколова, согласно которой вся педосфера разделена на пять секторов (гумидно-тропический, ледниково-перигляциальный, аридный, криогенный, вулканический) по основным общим закономерностям экзогенеза и организации геодермы [7]. Генетическая сущность каждого сектора требует собственных методологических подходов. Ледниково-перигляциальный сектор мегаструктуры педосферы оказался научным полигоном, на основе изучения которого родились основные концепции географии почв. Ледниково-перигляциальный сектор мегаструктуры педосферы характеризуется особенностями почвообразования: периодическое оледенение и периодическое омоложение поверхностными процессами тотальной денудации и (или) покровного седиментогенеза; контрастное изменение биоклиматических условий во времени и пространстве; литолого-геоморфологическая стабильность голоцена [7]. Это определяет преобладание почв позднеплейстоценового и (или) голоценового возраста; полигенетичность (топогенная, палеокриогенная, фитогенная и др.) и климатогенное разнообразие почв. Традиционные методы генетического анализа к этим почвам неприменимы [7]. ПП является сложным как по составу, так и по структурной организации.

Методы определяются принципами исследования. Первый принцип: почвообразование представляет собой способ преобразования исходного субстрата

(коры выветривания) в почвенный профиль. Второй принцип – пестроты и разнообразия (педоразнообразия). Третий принцип – необходимость оценки функциональных и экологических последствий процессов почвообразования в пределах высотных ландшафтов. Четвертый принцип основан на географическом и геоморфологическом аспектах: оценка последствий процессов почвообразования в пределах водосборного бассейна. Пятый принцип: почва в естественных высотных ландшафтах является комплексной функцией как факторов почвообразования, так и взаимодействия и взаимовлияния вертикальных и горизонтальных геосистем. Сформулированные принципы положены в основу системы разрабатываемых представлений о почвах горных ландшафтов и помогают классифицировать инструменты исследования на уровне подходов: макроморфологический, геостатистический, бассейновый, интерполяции и моделирования.

Разные уровни организации ПП (микрокомбинации, мезокомбинации, бассейны, совокупность однотипных бассейнов) [8-16] требуют применения различных методов исследования и подходов, которые объединены в две группы по особенностям объекта. В первую группу включены методы для разносторонней характеристики почв и понимания условий, закономерностей их формирования в конкретных условиях ландшафта: профильный, сравнительно-генетический, сравнительно-литогенетический, субстантивный, сравнительно-географический, сравнительно-эволюционный, функционально-генетический подходы. Во вторую группу объединены подходы и методы, используемые для выявления закономерностей организации ПП в пространстве: геосистемный, иерархический (структурно-организационного) подходы.

Многими авторами исследуются бассейновые геосистемы, так как они имеют строгую иерархическую упорядоченность и связаны потоками вещества и энергии [10-13]. Бассейн интересен для исследования наземных экосистем как полигон, на примере которого есть возможность проследить зональные изменения ландшафтов как в собственно зональных местоположениях, так и в интразональных и экстразональных [14].

Методология исследования ПП горных геосистем основана на бассейно-ландшафтной концепции формирования почв, заключающейся во взаимодействии и взаимовлиянии вертикальных и горизонтальных геосистем в горных ландшафтах. Методология исследования почвенного покрова горных ландшафтов включает факторы идентификации горных геосистем, бассейно-ландшафтную концепцию формирования почв, основные критерии оценки.

Библиографический список

1. Орлянский Н.А. Мониторинг территории Дарвинского государственного природного биосферного заповедника // *Агрехимический вестник*. 2010. № 4. – С. 5-7.
2. Чернова О.В. Сохранение естественных почв на охраняемых природных территориях Российской Федерации // *Изв. РАН. Серия географическая*. – 2012. – № 2. – С. 30-37.
3. Присяжная А.А., Хрисанов В.Р., Митенко Г.В., Чернова О.В., Снакин В.В. Анализ почвенного разнообразия заповедников и национальных парков России (с учётом новых территорий) // *Геодезия и картография*. – 2016. – № 12. - С. 6-14.
4. Шеломенцев В.Н., Петрова Л.Е. Развитие и совершенствование системы особо охраняемых природных территорий как один из факторов устойчивого развития Российской Федерации // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2017. № 6. - С. 38-43.
5. Самофалова И.А. Диагностика процессов почвообразования и выветривания по содержанию щелочных и щелочноземельных макроэлементов в почвах Среднего Урала (хребет Басеги) // *Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки*. 2020. Т. 162, кн. 4. - С. 592–611.
6. Самофалова И.А. Почва как компонент охраняемых ландшафтов в системе ООПТ (на примере ФГБУ «Государственный заповедник «Басеги») // *Агрехимический вестник*. 2021. № 1. - С. 19-27.
7. Соколов И.А. Пространственно-временная организация педосферы и ее эволюционно-экологическая обусловленность // *Почвоведение*. 1993. № 7. - С. 12-22.

8. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. – М.: Мысль, 1972. – 423 с.
9. Козловский Ф.И. Пути и перспективы дальнейшего развития концепции структуры почвенного покрова // Почвоведение. 1992. № 4. - С. 5-13.
10. Корытный Л.М. Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию // География и природные ресурсы. 2017. № 21. - С. 5-16.
11. Трифонова Т.А. Формирование почвенного покрова гор: геосистемный аспект // Почвоведение. 1999. № 2. - С. 174-181.
12. Трифонова Т.А. Речной водосборный бассейн как самоорганизующаяся природная геосистема // Изв.РАН. Серия геогр. 2008. № 1. - С. 28-36.
13. Трифонова Т.А., Шутов П.С. Пространственная типизация геосистем речных бассейнов водосбора реки Камы в связи с особенностями тектонического строения территории // Геодинамика и тектонофизика. 2019. Т. 10. № 4. - С. 1029-1044.
14. Чалова Е.Р., Чалов Р.С. Бассейновый подход к комплексному картографированию // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 1999. № 1. - С. 82-84.

УДК 332.3:631.618

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВЕННЫХ СТРУКТУР НА УЧАСТКЕ РЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО ПОЛИГОНА ТКО

Т.В. Терещенко, А.В. Тиньгаев

Алтайский ГАУ, РФ, tereshchenko_tv@altspu.ru

***Аннотация.** Данное исследование было направлено на изучение водоудерживающей способности созданных почвенных структур на рекультивируемом участке полигона ТКО г. Барнаула. Произведено математическое моделирование основных гидрофизических характеристик в программном пакете Hydrus 1D. Были определены почвенные структуры, характеризующиеся наименьшей и наибольшей водоудерживающей способностью. Получены параметры для имитационного моделирования водного режима почвогрунтов при рекультивировании агролашафтов с использованием осадков сточных вод.*

MODELING OF THE MAIN HYDROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOIL STRUCTURES AT THE SITE OF THE RECULTIVATED LANDFILL

T.V. Tereshchenko, A.V. Tingaev

Altai State Agricultural University, Russian Federation

Abstract. *This study was aimed at studying the water-retaining capacity of the created soil structures at the recultivated site of the MSW landfill in Barnaul. Mathematical modeling of the main hydrophysical characteristics in the Hydrus 1D software package was carried out. Soil structures with the lowest and highest water retention capacity have been identified. Parameters were obtained for simulation of water regime of soils during recultivation of agricultural landscapes using sewage sludge.*

Моделирование и прогнозирование гидромелиоративного воздействия различных агромелиоративных мероприятий имеет решающее значение для повышения продуктивности агроландшафтов и обоснования наиболее рациональных мелиоративных технологий [1, 2].

Комплексные исследования гидрофизических характеристик почвенных структур созданных агроландшафтов рекультивированного полигона позволят установить закономерности формирования их режима влажности. Гранулометрический состав, плотность, температура, пористость, содержание органического вещества в почвенных структурах агроландшафта, а также их режим влажности зависят от применения ОСВ при создании агроландшафта.

Переведено с помощью www.DeepL.com/Translator (бесплатная версия).

Цель работы – моделирование основной гидрофизической характеристики вновь созданных почвенных структур на рекультивируемом полигоне твёрдых коммунальных отходов (ТКО) города Барнаула.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) рассмотреть параметрический метод для анализа водоудерживающей способности;
- 2) определить параметры основной гидрофизической характеристики полученных почвенных структур как результат рекультивации территорий полигона ТКО методом аппроксимации ван-Генухтена.



Рис. 1. Территория полигона ТКО г. Барнаула

Объекты, методы и условия исследований. Почвенные структуры, полученные в результате рекультивации полигона ТКО города Барнаула, явились объектами данного исследования. Полигон ТКО (рис. 1) действует с 1975 года и расположен к северо-западу на окраине города Барнаула в пределах существовавшего ранее Льняного лога. Расчетный период его эксплуатации до 2023 года. Расположение города и полигона в частности характеризуется континентальным климатом с продолжительной холодной зимой и жарким, но коротким летом. Участок, выделенный под рекультивацию, был подготовлен следующим образом: над толщей мусора глубиной 5-7 м были проведены работы по выравниванию и приданию уклона, экранированию слоями глины и сформированы новые почвенные структуры путем выделения 3 вариантов созданных почвогрунтов (почва (606 т/га), смесь почвы и осадка сточных вод (303 т/га + 303 т/га), осадок сточных вод (606 т/га). В 2019 году произведен посев многолетних трав фестулолиума [4-6].

Был использован параметрический метод для анализа водоудерживающей способности полученных почвогрунтов [7]. Общепринятыми методами были

получены основные гидрофизические характеристики и аппроксимированы функцией ван-Генухтена в программе Hydrus 1D:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha P)^n]^m}, m = \frac{1}{n},$$

где θ_r – прочносвязанная влага, соответствующая минимальной влажности, $\text{см}^3/\text{см}^3$;

θ_s – полное влагонасыщение, соответствующая объемной влажности почвы, $\text{см}^3/\text{см}^3$;

α и n – параметрические константы, характерные для давления барботирования и кривизны наклона ОГХ [8].

Результаты исследований и обсуждение. Были получены параметры аппроксимации функцией ван-Генухтена (табл.). По данным в таблице можно утверждать о зависимости данных параметров от гранулометрического состава полученной почвенной структуры. У более тяжелых грунтов параметры влажности выше, что объясняется уменьшением числа крупных и средних почвенных пор и увеличением числа мелких.

Таблица – Параметры ван-Генухтена для созданных почвенных структур при рекультивации полигона ТКО, г. Барнаул

| Вариант | $\theta_r, \text{см}^3/\text{см}^3$ | $\theta_s, \text{см}^3/\text{см}^3$ | $\alpha, 1/\text{см}$ | $n, (-)$ |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------|
| Почва | 0,065 | 0,43 | 0,075 | 1,89 |
| Смесь почвы и осадка сточных вод | 0,057 | 0,41 | 0,124 | 2,28 |
| Осадки сточных вод | 0,045 | 0,41 | 0,145 | 2,67 |

Были построены кривые ОГХ данных почвенных структур (рис. 2). Полученные кривые имеют S-образную форму. Рассмотрев полученные кривые, можно утверждать о смещении кривой ОГХ вправо в варианте почвы, что соответствует ее более тяжелому гранулометрическому составу. В вариантах с применением осадка сточных вод давление барботирования ниже, чем на участке с почвой. Однако вариант смеси представляется самым благоприятным по показателям водоудерживающей способности и возможности транспирации растениям.

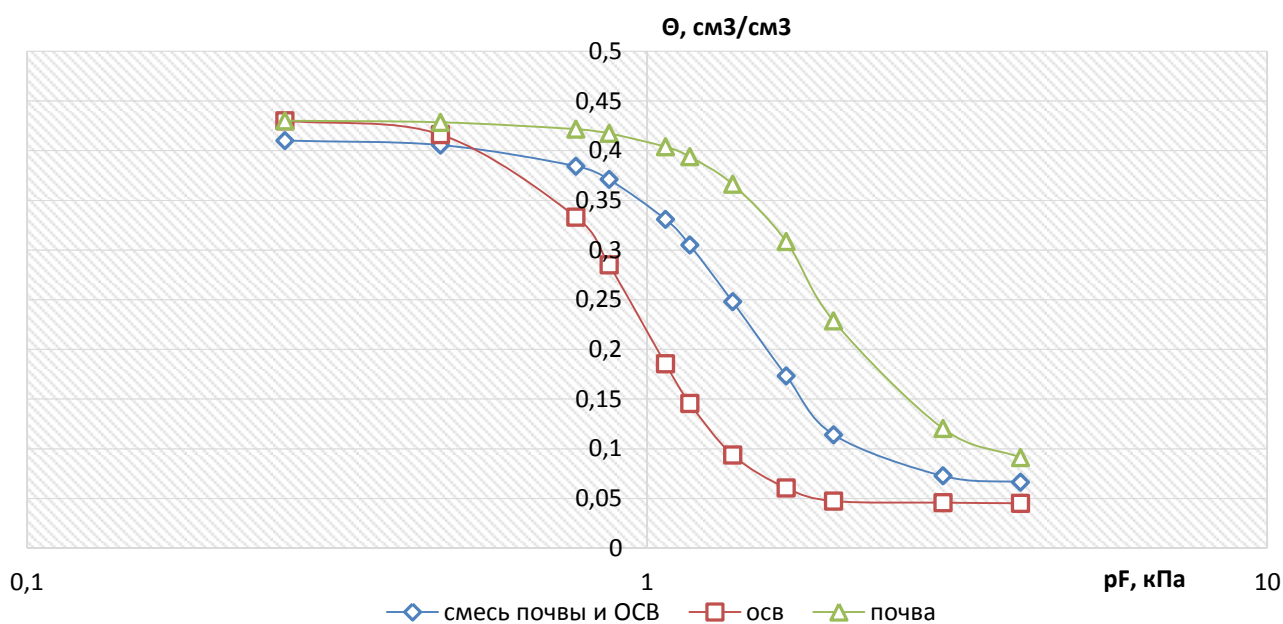


Рис. 2. Основные гидрофизические характеристики почвенных структур на вновь созданных агроландшафтах полигона ТКО г. Барнаула

Выводы

1. Территориальное расположение рассматриваемого объекта влияет на гидрологический режим полученных почв при рекультивации полигона ТКО.
2. В результате исследования получены основные гидрофизические характеристики образованных почвоструктур.
3. Почвогрунты, состоящие из смеси осадка сточных вод и почвы, обладают наибольшей водоудерживающей способностью.
4. Определены оптимальные значения ОГХ для всех вариантов. Самым благоприятным для развития добротного агро- и биоценоза по показателям ОГХ определен вариант смеси почвогрунта и осадка сточных вод, наличием структуры и характерными показателями давления барботирования и влажности насыщения.
5. Параметры ОГХ могут быть применены при проектировании водного режима при создании агроландшафтов в процессе рекультивации с применением осадков сточных вод.

Библиографический список

1. Давыдов А.С., Часовских В.П. Кормопроизводство в Алтайском крае: проблемы и пути их решения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 4 (66), 2010
2. Болотов А.Г., Макарычев С.В., Гефке И.В., Гончаров Н.А. Почвенно-климатическое обоснование оросительных мелиораций в плодовых садах высокого алтайского приобья, Барнаул, 2018.
3. Tereshchenko T.V., Tingaev A.V. Influence of soil structure of newly formed agricultural landscape of recultivated landfill of municipal solid waste on its humidity // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. С. 42061.
4. Cheprunova Y. V., Tingaev A.V. Selection of trees species composition for creation of forest belts on newly created agrarian landscape of a regulated landfill // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. С. 042082.
5. Терещенко, Т. В., Тиньгаев А. В. Обоснование введения режимов орошения и определение норм орошения на созданных агроландшафтах рекультивируемого полигона ТКО // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 09–10 февраля 2021 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2021. – С. 354-356.
6. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Мизури Маауиа Бен-Али. 1998 // Почвоведение, №11, 1362-1370.
7. Макарычев С. В., Болотов А. Г., Гефке И. В., Гончаров И., Гончаров Н. А. Основная гидрофизическая характеристика черноземов выщелоченных Алтайского Приобья в условиях сада // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. no. – 2014. №12 (122). С. 35-39.

ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМА ВЫБОРОЧНОЙ СОВОКУПНОСТИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЗОНАЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ ПОЧВ

А.Л. Федченко, Е.Г. Пивоварова

Алтайский ГАУ, РФ, leonid.fedtschenko.1999@mail.ru

Аннотация. На трех совокупностях (генеральной и 2-х выборочных $N=40$ и $N=80$) проведена оценка прогнозирующей способности информационно-логических моделей и специфичных состояний моделируемого явления (зональных эталонов почв Алтайского края). Доказано, что наиболее точный (соответствующий генеральной совокупности) результат дает модель, построенная на рандомизированном отборе объектов и выравненная по числу наблюдений каждого состояния фактора (n не менее 20).

RECOMMENDATIONS FOR SELECTING A SAMPLE FOR INFORMATION-LOGICAL ANALYSIS

A.L. Fedchenko, E.G. Pivovarova

Altai State Agricultural University, leonid.fedtschenko.1999@mail.ru

Abstract. It was evaluated the predictive ability of information-logical models and specific states of the simulated phenomenon (zonal soil standards of the Altai Territory) on three unite (general set, and 2 sample sets $N=40$ and $N=80$). It is proved that the most accurate (corresponding to the general population) result is given by a model based on randomized selection of objects and equalized by the number of observations of each state of the factor (n at least 20).

Введение. Для правильной интерпретации изучаемых свойств объекта нужна репрезентативная выборка, которая достигается за счёт её рандомизации и достаточного объёма [1]. В информационном анализе нет чётких критериев для объёма выборки и выравненности числа наблюдений состояний параметра, то есть по $n(a_i)$ или $n(b_j)$. Целью данной работы и стало выявление данных критериев через оценку трёх выборок, различных по общему объёму и выравненности $n(b_j)$ или $n(a_i)$.

Материалы и методы исследования. Для оценки репрезентативности выборок по каждой из них в отдельности проводился информационный анализ с последующим построением логических моделей для распознавания по диа-

гностическим показателям четырёх подтипов почв 12-го почвенного района Алтайского края по классификации почв России 2004 года: агрозёма тёмного аккумулятивно-дисперсно-карбонатного ($A_{3_{\text{так}}^{\text{ДК}}}$), агрочернозёма дисперсно-карбонатного ($AЧ^{\text{ДК}}$), чернозёма гидрометаморфизированного ($Ч^{\text{ГМ}}$), чернозёма солонцеватого ($Ч^{\text{СН}}$). Репрезентативность каждого варианта выборки оценивалась в основном через адекватность полученных прогнозов подтипов почв 12-го почвенного района по информационно-логическим формулам.

Объекты и методы исследований. В ходе исследования использовались данные почвенных обследований АлтайНИИГипрозем за 1980-90 гг. по 15 хозяйствам расположенных в 12-м почвенном районе. Математические модели диагностики агрогенных почв 12 почвенного района Алтайского края разработаны с помощью информационно-логического анализа [2, 3] на основе выборок разного объема. Объектами исследования стали три выборки. Первая выборка не была выровнена по числу наблюдений состояний параметра (то есть по $n(b_j)$) и имела большой общий объём (N) от 167 до 327. Вторая и третья выборки были выровнены, но имели малые общие объёмы (менее 100): от $N = 40$ для третьей ($n(b_j) = 10$) до $N = 80$ у второй ($n(b_j) = 20$).

Результаты исследования. Как видно из таблицы 1, выравненность числа наблюдений состояний параметра позволила повысить коэффициент эффективности передачи информации (Кэфф), значит, и более полно передать информацию от A к B . При этом стоит подчеркнуть, что коэффициент Кэфф – величина безразмерная и является относительной мерой информативности только внутри одной выборочной совокупности. Чем меньше объем совокупности, тем меньше вариабельность, значит, и эффективность передачи информации (Кэфф). Но внутри каждой совокупности значимость факторов распределяется почти всегда в одном порядке (таблица 1). Значимость факторов для моделируемого объекта (явления) можно также оценить с помощью параметрических критериев, например χ^2 . Выражение $\chi^2 \approx 2 \times N \times T(A, B) \times \ln(2)$ было использовано для отсеивания параметров, которые не имели связи с явлениями, у которых χ^2 был меньше критического ($\chi^2_{\text{крит}}$).

Таблица 1 – Коэффициент К и разность $\chi^2 - \chi^2_{\text{крит}}$ параметров по некоторым параметрам

| № | Параметр* | Первая выборка N=167-327 | | Вторая выборка N=80 | | Третья выборка N=40 | |
|---|--|--------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | | К | $(\chi^2 - \chi^2_{\text{крит}})$ | К | $(\chi^2 - \chi^2_{\text{крит}})$ | К | $(\chi^2 - \chi^2_{\text{крит}})$ |
| 1 | pH ^{PU} | 0,1557 | 164,02 | 0,4054 | 66,62 | 0,3704 | 13,50 |
| 2 | Mg ^{PU} | 0,0834 | 10,66 | 0,1256 | 0,96 | 0,2309 | -0,21 |
| 4 | P ₂ O ₅ ^{PU} | 0,0939 | 60,16 | 0,2080 | 26,35 | 0,2752 | 5,43 |
| 5 | M ^{PU+BCA} | 0,3834 | 316,02 | 0,2791 | 38,38 | 0,3364 | 14,29 |
| 6 | pH ^{BCA} | 0,1637 | 115,69 | 0,4045 | 65,78 | 0,3247 | 9,33 |
| 7 | N _{общ} ^{BCA} | 0,0588 | 0,221,03 | 0,0931 | -8,98 | 0,2127 | -6,57 |
| 8 | P ₂ O ₅ ^{BCA} | 0,1595 | 51,98 | 0,2318 | 28,62 | 0,3091 | 10,62 |
| 9 | K ₂ O ^{BCA} | 0,1307 | 40,40 | 0,0671 | -12,48 | 0,2072 | -1,94 |

Примечание. PU, BCA – почвенные горизонты; N_{общ} – азот общий, %; pH – водородный показатель почвенного раствора; Mg – магний, мг-экв/100 г; P₂O₅ – подвижный фосфор, мг/100 г; K₂O – подвижный калий, мг/100 г; M – мощность гумусового горизонта, см.

Сравнение двух способов оценки значимости факторов показало, что на малых совокупностях (менее N = 40) такие значения Кэфф, как 0,2072-0,2309 могут быть случайными, а в больших совокупностях (N = ∞) Кэфф = 0,0834-0,0588 указывает на значимость факторов и необходимость их учета при моделировании. Используя данные по $\chi^2 - \chi^2_{\text{крит}}$ и значения Кэфф, для каждого варианта выборки были построены свои логические формулы региональных эталонов почв 12-го почвенного района Алтайского края:

для выборки №1: $ТП_{2004} = M^{(PU+(AU))} [x] (pH^{BCA} [x] P_2O_5^{BCA} [x] pH^{PU} [x] K_2O^{BCA})$;

для выборки №2: $ТП_{2004} = pH^{PU} [x] pH^{BCA} [x] (M^{(PU+(AU))} [x] (P_2O_5^{BCA} [x] Mg^{BCA}))$;

для выборки №3: $ТП_{2004} = pH^{PU} [x] (N_{\text{общ}}^{BCA} [x] M^{(PU+(AU))} [x] pH^{BCA} [x] P_2O_5^{BCA})$.

Проверка прогнозирующей способности и точности полученных информационно-логических моделей региональных эталонов почв 12-го почвенного района проверялась на 30 разрезах. Данные по проверке приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты проверки логических формул

| Выборка | n(a _i) или n(b _j) | N | r _{xy} * | Совпадения ранг в ранг | Совпадения ±1 ранг | Общий процент совпадений |
|---------|---|-----------|-------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | 20...129 | 167...327 | 0,8267 | 77% | 20% | 97% |
| 2 | 20 | 80 | 0,6827 | 40% | 57% | 97% |
| 3 | 10 | 40 | 0,5743 | 40% | 43% | 83% |

Примечание. *r_{xy} – коэффициент корреляции Пирсона линейной зависимости между фактическими и рассчитанными по логическим формулам рангами присвоенных подтипам почв.

Как видно из данных таблицы 2, наиболее высокая прогнозирующая способность была у модели, построенной на выборке с большим объёмом N : в ней использована вся база данных по рассматриваемым почвенным разрезам 12-го почвенного района. Однако вторая выборка ($N = 80$) по общему проценту совпадений не уступала первой, хоть и имела в 2-4 раза меньший общий объём выборки N . Самая низкая прогнозирующая способность была у третьей выборки ($N = 40$).

Ошибки в распознавании подтипов почв с помощью информационно-логических формул также могут быть связаны с неточным определением специфических состояний явления для каждого отдельного состояния фактора. Так, специфические состояния первой выборки отличались от аналогичных показателей второй выборки в 38% случаев, а от третьей – в 43%, что также доказывает меньшую репрезентативность третьей выборки ($N=40$), т.к. она сильнее отличается от первой – генеральной ($N=\infty$).

Вывод. Для того чтобы достичь оптимальной репрезентативности выборки в информационном анализе, она должна быть рандомизирована и выравнена по числу наблюдений каждого состояния фактора в объёме не меньше 20, то есть $n(b_1)=n(b_2)=\dots=n(b_i) \geq 20$. Общий объём $N \geq k \times 20$, где k – это количество состояний фактора.

Библиографический список

1. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 328 с.
2. Пузаченко Ю.Г., Скулкин В.С. Структура растительности лесной зоны СССР. Системный анализ. М: Наука, 1981
3. Пузаченко Ю.Г., Карпачевский Л.О., Взнуздаев Н.А. // Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере её влажности / Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения – М: Наука 1970. – С. 103-121

4. Пивоварова Е.Г., Федченко Л.А. Агрехимические свойства в решении теоретических проблем классификации почв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3. – С. 39-47.

УДК 631.41

ГАРМОНИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ – ПУТЬ К ГЛОБАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ. ПОЧВЕННОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО

Е.В. Шамрикова, Е.В. Ванчикова, Б.М. Кондратёнок, Е.М. Лаптева
Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, shamrikovaelena@yandex.ru

Аннотация. Дихроматометрический метод оценки содержания почвенного органического вещества активно используется в практике почвоведов мира. Метод имеет множество методик и модификаций измерений и до настоящего времени не унифицирован. Гармонизация подходов к оценке запасов органического углерода почв играет ключевую роль в решении ряда глобальных вызовов, включая устойчивое управление почвенными ресурсами, продовольственную безопасность, адаптацию к изменению климата и смягчение его последствий.

HARMONIZATION OF METHODS FOR MEASURING SOIL INDICATORS IS THE WAY TO DATA GLOBALIZATION. SOIL ORGANIC MATTER

E.V. Shamrikova, E.V. Vanchikova, B.M. Kondratenok, E.M. Lapteva
Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, shamrikovaelena@yandex.ru

Abstract. The dichromatometric method for assessing the content of soil organic matter is actively used in the practice of soil scientists around the world. The method has many measurement techniques and modifications and has not yet been unified. Harmonizing approaches to assessing soil organic carbon stocks is key to addressing a number of global challenges, including sustainable soil management, food security, and climate change adaptation and mitigation.

Возникновение научного почвоведения относят к концу XIX и связывают с именем профессора В.В. Докучаева. В настоящее время в мировом почвоведении существует целый ряд национальных школ. Их многообразие исторически связано как с независимым развитием науки в отдельных странах, так и с

широким разнообразием почв и неравномерным их распределением по земной поверхности. В рамках различных регионов принципы диагностики почв, подходы и методы их изучения существенно различаются. Это препятствует взаимодействию специалистов при создании баз данных по почвам мира, картографированию, устойчивому управлению почвенными ресурсами, сдерживает развитие научных представлений о почвах.

В последние десятилетия в связи с глобальными изменениями природной среды в особом фокусе почвоведов находится почвенное органическое вещество (ПОВ). Методы измерений содержания ПОВ остаются до настоящего времени не унифицированными. Все методики измерений содержания ПОВ основаны на окислении входящего в его состав органического углерода до углекислого газа.

«Сухой» способ окисления предусматривает каталитическое сжигание органического вещества в присутствии кислорода при температуре свыше 1000°C. Высокая стоимость анализаторов, расходных материалов к ним, технического обслуживания ограничивают их широкое использование в химических лабораториях.

«Мокрый» способ получил широкое распространение в мировом почвоведении и предполагает окисление дихромат-анионами в серноокислой среде. Использование данного приема насчитывает вековую историю, однако реализуется в разных государствах по-разному. В США, Канаде, Австралии и других странах почвоведы используют методику, разработанную А. Уолкли и И. Блэком [1]. Ученые России и многих стран Европы и Азии в практическом почвоведении применяют метод И.В. Тюрина, имеющий множество модификаций [2-7]. Данный подход не требует сложных современных средств измерений, однако его серьезным недостатком является неполное окисление, т.е. недоучет содержания ПОВ. В связи с этим в методе Уолкли-Блэка результат измерений умножают на поправочный коэффициент 1.3. И.В. Тюрин в своих работах также предлагал ввести коэффициент 1.17, учитывающий неполное окисление органического углерода почв. Однако в современных модификациях метода Тюри-

на учет неполного окисления не предусмотрен. К недостаткам этого приема также можно отнести использование значительных количеств вредных для здоровья человека и состояния окружающей среды реактивов.

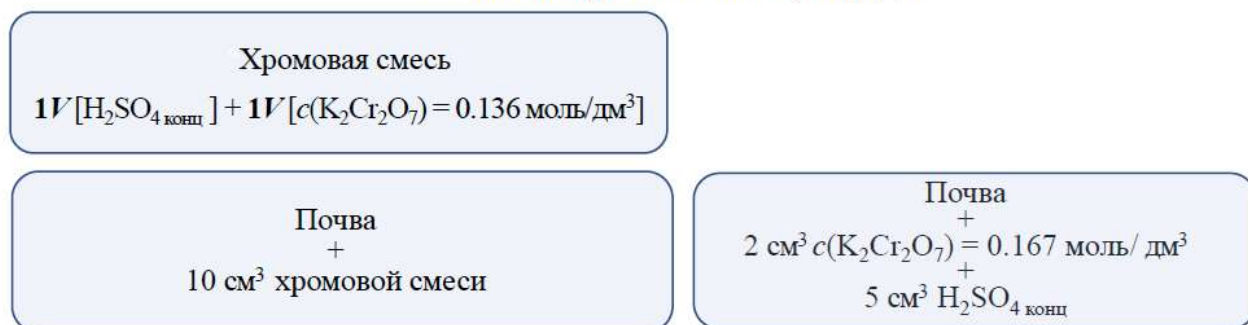
Выполненные сравнительные исследования позволили установить корреляционные коэффициенты, учитывающие неполное окисление органического вещества в условиях, регламентированных модифицированным методом Тюрина [8] и Уолкли-Блэка (рис.). В качестве объектов использовали 18 стандартных образцов почв и около 110 образцов некарбонатных почв разного генезиса и содержания почвенного органического вещества. Метод высокотемпературного каталитического сжигания почв в присутствии кислорода, обеспечивающий максимальное окисление углерода органических соединений, использовали в качестве референтного. Выбор контрольного метода определяется следующими обстоятельствами. Во-первых, данный вариант обеспечивает окисление углерода всех органических соединений, в том числе неокисляемых хромовой смесью. Во-вторых, принципы методов измерений, реализуемые в тестируемых (Тюрин, Уолкли-Блэк) и референтной методиках, различны. В-третьих, диапазон измерений содержания углерода органических соединений перекрывает диапазон, установленный в методах Тюрина и Уолкли-Блэка. Наконец, значение внутрилабораторного показателя точности результатов измерений содержания углерода органических соединений не превышает данный показатель в тестируемых методах.

В ходе работы доказана корректность применения коэффициентов 1.3 в методе Уолкли-Блэка и 1.15 в методе Тюрина. Допустимый диапазон значений измеряемого показателя – содержание почвенного органического вещества – составляет 0,3-15,0% (углерода органических соединений 0,17-8,7%). Введение коэффициента обеспечивает получение результатов измерений, согласованных с референтным методом, при погрешности результатов измерений не более 20%, установленной для методов Тюрина и Уолкли-Блэка [8].

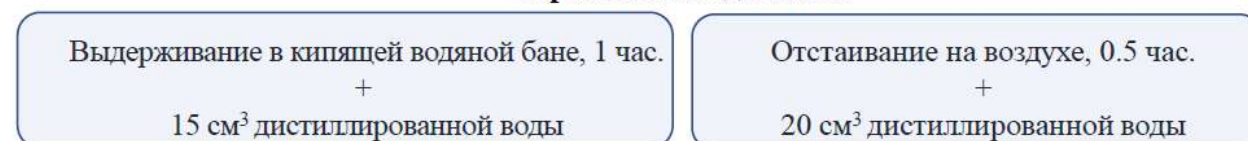
Метод Тюрина
(модификация Института биологии) [8]

Метод Уолкли-Блэка

Окисление органического углерода



Время взаимодействия



Разделение твердой и жидкой фазы



Рис. Последовательность процедур измерения почвенного органического вещества:
 V – объем

Использование этих коэффициентов, называемых педотрансферными функциями, позволяет преодолеть историческую разобщенность научных школ и интегрировать накопленный более чем за вековой период массив данных о содержании органического вещества в различных типах почв стран Евразии в глобальную сеть мониторинга качества почв.

Библиографический список

1. Walkley A., Black I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method // Soil Science. 1934. № 37. P. 29-38.
2. Тюрин И.В. Новое видоизменение объемного метода определения гумуса с помощью хромовой кислоты // Почвоведение. № 5-6. 1931. № . С. 36-47.
3. Никитин Б.А. Уточнение к методике определения гумуса в почве // Агрохимия. 1983. 8: 18-26.

4. Околелова А.А., Кокорина Н.Г. Расчет доли гумуса по результатам определения углерода органических соединений в почвах // Земледелие. 2010. № 1. С. 14-15.
5. Орлов Д.С., Гриндель Н.М. Спектрофотометрическое определение гумуса в почве // Почвоведение. 1967. № 1. С. 112-122.
6. Почвоведение: лабораторный практикум / И.А. Самофалова, Е.С. Лобанова; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». Пермь: ИПЦ «Прокрость». 2021. 139 с.
7. Цыпленков В.П., Попов А.И. Колориметрическое определение органического углерода в растворах // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. биол. 1979. Вып. 4. № 21. С. 112-113.
8. Методика измерений № 88-17641-001-2020 (ФР.1.31.2020.38218). Почвы, грунты, почвообразующие породы, донные отложения. Методика измерений массовой доли углерода органических соединений и органического вещества фотометрическим методом (методы Тюрина и Уолкли-Блэка) / Е. В. Ванчикова, Б. М. Кондрат`нок, Е. М. Лаптева, Е. В. Шамрикова, С. Н. Кострова, Е. А. Туманова, А. П. Давыдова, Е. И. Лю-Лян-Мин, Т. В. Зонова. ИБ Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар. 2020. 51 с.

УДК 631.4

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

Е.В. Шеин

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
факультет почвоведения; ФНЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»;
Верхневолжский федеральный аграрный научный центр
evgeny.shein@gmail.com*

Аннотация. Исследования по ландшафтной гидрологии почв основаны на использовании пространственно распределенных цифровых физически обоснованных

ванных моделях и требуют 2 типа экспериментальных данных: (1) соответствующего экспериментального обеспечения (наполнение препроцессора модели) и (2) динамических гидрологических почвенных данных для необходимой адаптации модели в конкретном ландшафте. Для получения экспериментальных данных обоего типа рассматриваются лабораторные и полевые приборы и особенности их использования в ландшафтной гидрологии.

NEW INSTRUMENTAL METHODS IN SOIL SCIENCE

E.V. Shein

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science;
Federal Scientific Center «Soil Institute named after V.V. Dokuchaev»;
Upper Volga Federal Agrarian Research Center. evgeny.shein@gmail.com*

Abstract. *Research on landscape soil hydrology is based on the use of spatially distributed digital physically based models and requires 2 types of experimental data: (1) appropriate experimental support (filling the model preprocessor) and (2) dynamic hydrological soil data to adapt the model in a particular landscape. To obtain experimental data of both types, laboratory and field instruments and the features of their use in landscape soil hydrology are considered.*

Во многих своих разделах почвоведение является экспериментальной наукой практической направленности, что требует инструментального обеспечения изучения почв, почвенного покрова и свойств контактирующих природных сред (материнские породы, атмосфера, растения и пр.). В данном сообщении речь пойдет о приборах и методах гидрологических исследований почвенного покрова, т.е. с ландшафтными гидрологическими исследованиями. До настоящего времени отечественная гидрология почв опиралась в основном на стационарные исследования, связанные с изучением динамики влажности почв в конкретном слое, с исследованиями гидрологических констант, а конечным итогом такого рода гидрологических исследований были хроноизоплеты с нанесенными на них изолиниями гидроконстант, что позволяло проанализировать наличие, длительность и мощность зон избытка влаги, доступной и недоступной для растений влаги. В настоящее время развитие агроландшафтных методов проектирования требует от почвенных исследований ландшафтного гидрологического подхода, когда необходимы данные о горизонтальных внутрипочвенных, подпочвенных и поверхностных (напочвенных) перетоках влаги

для проектирования ландшафтных мелиоративных систем, агротехнологий, применения разнообразных удобрений и почвоулучшителей. При такого рода исследованиях требуется оценивать динамику влажности и давления влаги не в отдельных экспертно выбранных точках ландшафта, а в пределах заданной представительной сетке точек исследования, позволяющей проводить числовое картирование гидрологических показателей. Этот подход требует использования расчетных физически обоснованных моделей переноса влаги в ландшафте (агроландшафте). Последние для адекватного использования используют 2 типа экспериментальных данных: (1) соответствующего экспериментального обеспечения (наполнение препроцессора модели) и (2) динамических гидрологических почвенных данных для необходимой адаптации модели в конкретном ландшафте. Для такого рода исследований необходимо специализированное почвенно-гидрологическое оборудование, позволяющее в динамическом режиме реального времени следить за влажностью и давлением влаги в почве, приходом и расходом влаги на поверхности (метеоусловиями) и на нижней границе почвенного слоя. Для получения экспериментальных данных 1-го направления, учитывая расчетные процедуры используемых ландшафтных гидрологических моделей (таких как SWAT, TOPMODEL, SSURGO и др.), требуются специализированные гидрофизические исследования. Это прежде всего исследования гидрофизических функций почв и обоснование педотрансферных функций. Учитывая, что экспериментальное обеспечение таких моделей использует базы данных по гранулометрии почв, полученной в основном с помощью ареометрического метода, наилучшим в этом отношении будут являться седиментометрические методы в современном приборном оформлении (седиграфы, автоматические денситометры типа PUBLON и др.). В основе этих исследований лежат данные по гранулометрическому составу почв, причем во фракциях USDA (содержания глины $<0,002$ мм, пыли $0,02-0,05$ и песка $>0,05$ мм), так как именно эти фракции используются ландшафтными моделями для педотрансферных функций. Кроме гидрофизических почвенных исследований при использовании ландшафтных цифровых гидрологических моделей используются спутниковые

данные по топологии, метеоусловиям, формируемым гидрологическим участкам. Для 2-го направления по получению динамической пространной информации в режиме реального времени Среди такого рода приборов отметим начинающееся распространение приборов количественного динамического исследования влажности почв на принципе TDR (time-domain reflectometry), численных тензиометров, термодатчиков, позволяющих получать информацию для адаптации модели и составляющих основу численного картирования почвенного покрова (Digital soil mapping). Полевые пространственные количественного динамического исследования влажности для адаптации модели возможны с помощью цифровых датчиков влажности, температуры и электрической удельной проводимости почвы типа датчика Teros12, а давления влаги – цифровым тензиометром Blumat, температурными датчиками типа Termochron и др. Для всех цифровых приборов, осуществляющих динамические и полнопрофильные численные исследования необходимо соблюдать следующие условия: (1) необходимость тарировки приборов (особенно по изучению влажности) на конкретном объекте с учетом различий тарировочных кривых для разных горизонтов почвы. Это условие основано на том, что почвенные горизонты (слои) имеют гидрофизическую специфику в виде различий грансостава, плотности, которые обязательно сказываются на форме и положении тарировочной кривой; (2) установка обсадных труб, датчиков и других устройств должна исключить пустотное пространство вокруг труб, датчиков и пр., а также процессы паропереноса и последующей конденсации влаги, искажающие показания приборов; (3) уточнение тарировочных кривых для различных почв, если они представлены в почвенном покрове ландшафта.

Таким образом, для характеристики, анализа, количественного численного картографического представления гидрологии почв в ландшафте возникает необходимость использовать специализированные ландшафтные гидрологические модели численного картирования почвенного покрова. Для качественной работы такого рода модели, получения адекватных результатов и их интерпретации требуется проводить исследования по 2 направлениям: (1) лабораторных

гидрофизических исследований (основная гидрофизическая характеристика, коэффициент влагопроводности, гранулометрический состав) по всему профилю основных почвенных типов, представленных в ландшафте и (2) полевых динамических полнопрофильных исследований с приборным обеспечением для получения тарировочных кривых и информации, необходимой для проверки, верификации и адаптации пространственной числовой физически обоснованной ландшафтной гидрологической модели.

Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-29-05112 МК).

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПОЧВ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

УДК 631.4

ПОЧВЫ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ОЗЕР САРАЛИНСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

*А.Б. Александрова, В.В. Маланин, А.А. Марасов,
Р.Р. Хасанов, Э.Е. Паймикина*

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, РФ, adabl@mail.ru

Аннотация. Почвенный покров водосборной территории озер охранной зоны Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника представлен естественными дерново-подзолистыми псевдофибровыми, дерново-подзолистыми слабодифференцированными, серыми лесными, серыми лесными глеевыми, аллювиальными лугово-болотными оторфованными и старопахотными серыми лесными почвами.

SOILS OF THE CATCHMENT AREA OF THE LAKES OF THE SARALINSKY SECTION OF THE VOLGA-KAMA RESERVE

A.B. Alexandrova, V.V. Malanin, A.A. Marasov, R.R. Khasanov, E.E. Paimikina
Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use
of Tatarstan Academy of Sciences, adabl@mail.ru

Abstract. The soil cover of the catchment area of the lakes of the buffer zone of the Saralinsky section of the Volga-Kama State Natural Biosphere Reserve is represented by natural soddy-podzolic pseudofibrous, soddy-podzolic poorly differentiated, gray forest, gray forest gley, alluvial meadow-marsh peaty and old-arable gray forest soils.

Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник (ВКГПБЗ) образован на территории Республики Татарстан в 1960 году, статус биосферного резервата получил в 2005 году. Заповедник состоит из двух участков: Саралинского и Раифского. Саралинский участок ВКГПБЗ расположен в

южной части Волжско-Камско-Мешинского междуречья. Рельеф Саралинского участка заповедника имеет сложное геолого-геоморфологическое строение и представлен второй (50-60 абс. м), третьей (60-90 абс. м) и четвертой (90-140 абс. м) надпойменными террасами р. Волги. Северная граница Саралинского участка ВКГПБЗ представляет собой склон, охватывающий все три террасы р. Волги. Почвообразующие породы представлены четвертичными отложениями – мелкозернистыми кварцевыми песками, подстилаемыми лёгкими суглинками, а также кварцевыми песками с прослоями алевритов, песчаных глин и лёгких суглинков [1]. Саралинский участок ВКГПБЗ входит в Волжско-Камский возвышенно-равнинный регион северных широколиственных лесов с елью и долинных сосново-широколиственных и сосновых травянистых лесов, а также сосново-широколиственных и сосновых остепненно-травянистых, липово-сосновых, костянично-снытьевых и сосновых с липой бруснично-костянично-снытьевых формаций [2].

На территории охранной зоны Саралинского участка заповедника образовались новые для региона типы водно-эрозионных озер. Одно из них – озеро Байкуль расположено на второй надпойменной террасе р. Волги и входит в систему озер охранной зоны Саралинского участка ВКГПБЗ. Озеро образовалось в результате повышения грунтовых вод после заполнения чаши Куйбышевского водохранилища в 1957 году и является самым большим по площади водного зеркала, вытянутым с юга на северо-восток озером длиной 2707 м и максимальной глубиной 2,7 м [3].

Актуальность исследования объясняется тем, что оз. Байкуль до настоящего времени ни кем не исследовалось, а его водосборная территория с характерными для нее почвами, развивающимися в настоящее время в условиях поёмного режима, является эталонным участком для мониторинговых исследований.

Для характеристики почвенного покрова был применен катенарный подход. Нами был заложен почвенно-геоморфологический профиль, проходящий по склоновому и пологому (пойме) элементам рельефа водосборной территории

озера. Пять почвенных разрезов были заложены на склоне протяженностью 150-200 м западной, юго-западной экспозиции с уклоном от 5-10° до 45°, три разреза – на пологом элементе рельефа второй надпойменной террасы р. Волги. Описание почв проводилось согласно Классификации и диагностике почв (1977). В отобранных образцах определялись: гранулометрический состав почв пипеточным методом, рН водной вытяжки, содержание гумуса (потери при прокаливании – в торфяных горизонтах) общепринятыми в почвоведении методами.

Нами установлено, что в почвенном покрове исследованной водосборной территории озер (на примере оз. Байкуль) выделяются четыре типа (подтипа) почв: дерново-подзолистые, серые лесные, серые лесные глеевые, аллювиальные лугово-болотные.

Дерново-подзолистые почвы формируются под хвойными (сосняками злаковыми) и широколиственными (липняками осоковыми) фитоценозами. Развитие дерново-подзолистых почв в условиях разных частей склонового рельефа обуславливает различия мощностей гумусового и подзолистого горизонтов. Дерново-подзолистые почвы, развивающиеся у подножия склона и выположенных вытянутых ступенях средней и верхней частей склонов, характеризуются небольшой мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта (менее 10 см), интенсивным проявлением подзолообразовательного процесса, что диагностируется по разной глубине залегания нижней границы горизонта A_2 , варьирующей от 23 до 45 см.

Серые лесные почвы водосборной территории оз. Байкуль формируются на второй надпойменной террасе р. Волги в условиях относительно ровного рельефа под луговым разнотравьем и лесной растительностью. Серые лесные почвы характеризуются резкой границей перехода гумусового горизонта в иллювиальный горизонт, что позволяет констатировать использование почв ранее (до образования Куйбышевского водохранилища) под пашню. Наличие в профиле серых лесных почв хорошо развитой дернины, мощность которой состав-

ляет 3 см, обуславливает устойчивость почв к водной эрозии и в настоящее время ее отсутствие.

В прибрежной зоне озера под растительной ассоциацией тростника обыкновенного развиваются серые лесные глеевые почвы. В условиях поемного режима создаются благоприятные условия для образования признаков оглеения в почвенном профиле зональных почв. Ярко выраженные процессы оглеения в виде ржаво-охристых и сизых пятен правильной и неправильной формы диагностируются по всему почвенному профилю, начиная с гумусового горизонта.

Аллювиальные лугово-болотные оторфованные почвы формируются в береговой зоне оз. Байкуль под околосводной растительностью. Под влиянием постоянного затопления почв развиваются благоприятные условия для анаэробнобиоза и, как следствие, торфонакопления. Профиль аллювиальных лугово-болотных оторфованных почв представлен торфяным и глеевым горизонтами. Мощность торфяного горизонта не превышает 10 см.

Нами установлено, что дерново-подзолистые почвы характеризуется песчаным и супесчаным гранулометрическим составом, слабокислой и кислой реакцией среды, высоким содержанием гумуса (4.1 – 6.5%). Гранулометрический состав серых лесных почв средне- и тяжелосуглинистый, серых лесных глеевых – легкосуглинистый. рН водной вытяжки как серых лесных, так и серых лесных глеевых слабокислый, содержание гумуса – низкое. Аллювиальные лугово-болотные оторфованные почвы характеризуются высокой зольностью и кислой реакцией среды.

Библиографический список

1. Дедков А.П. Речные террасы и четвертичная история Саралы // Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. 2002. Вып. 5. С. 91-102.
2. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2000. 496 с.
3. Хасанов Р.Р., Зиганшин И.И. Предварительные итоги исследования озер охранной зоны Саралинского участка Волжско-Камского государственного

природного биосферного заповедника // Науки о Земле: от теории к практике (Арчиковские чтения-2020) / Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Чебоксары: ЧГУ. 2020. – С. 101-107

УДК 631.472.8:631.44(571.13)

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Ю.А. Азаренко

Омский ГАУ, РФ, yua.azarenko@omgau.org

Аннотация. Представлены данные о содержании биофильных микроэлементов марганца, меди, цинка, кобальта, молибдена, бора и микроэлементов – тяжелых металлов свинца, кадмия, хрома, никеля в лугово-черноземных почвах, черноземах и солонцах Омского Прииртышья. Рассмотрены закономерности внутрипрофильного распределения элементов, дана агроэкологическая оценка содержания элементов в почвах.

MICROELEMENTAL COMPOSITION OF SOILS OF AGROLANDSCAPES OF OMSK IRTYSH REGION

Yu.A.Azarenko

Omsk State Agrarian University, yua.azarenko@omgau.org

Abstract. Data are presented on the content of biophilic microelements manganese, copper, zinc, cobalt, molybdenum, boron and microelements-heavy metals lead, cadmium, chromium, nickel in meadow-chernozem soils, chernozems and solonchetses of the Omsk Irtysh region. The regularities of the intra-profile distribution of elements are considered, an agroecological assessment of the content of elements in soils is given.

Содержание микроэлементов в почвах является одной из характеристик их химического состава, показателем плодородия, а также индикатором экологической и биогеохимической обстановки ландшафтов. Учитывая колоссальную физиологическую роль, выполняемую микроэлементами в живых организмах, данные о микроэлементном составе почв и их оценке необходимы в разных об-

ластях практической деятельности: сельском хозяйстве, экологии, медицине, ветеринарии.

Объектами исследования были черноземы и лугово-черноземные почвы, составляющие основу пахотного фонда Омской области (3,22 млн га), а также солонцы, занимающие значительные площади (1,32 млн га) сельскохозяйственных земель и залегающие в комплексе с зональными почвами. Содержание Mn, Cu, Zn, Co в пробах из генетических горизонтов почв определяли атомно-абсорбционным методом: кислоторастворимые формы с 5M HNO₃, подвижные – по Крупскому и Александровой в 1н ААБ с рН 4,8. Валовый бор – по Аринушкиной (1961), подвижный – по Бергеру и Труогу, конечное определение колориметрическим методом с азометином-Н.

Распределение микроэлементов в почвенном покрове определяется химическими свойствами их соединений, комплексом факторов окружающей среды, соотношением и интенсивностью процессов почвообразования. Установлено, что пахотные горизонты черноземов содержат кислоторастворимого (близкого к валовому) Mn – 509, Cu – 19,3, Zn – 51,7, Co – 11,3 мг/кг; лугово-черноземных почв – несколько больше: 607; 20,5; 53,5 и 12,4 мг/кг, соответственно. Распределение микроэлементов по почвенным профилям различно: среднее содержание Mn в 1,4-1,5 раза больше по сравнению с почвообразующей породой, Cu и Zn – в 1,2-1,3 раза, концентрации Co распределены в них равномерно. При этом количественная взаимосвязь микроэлементов с гумусом слабая ($r = 0,31-0,40$), а с Co она отсутствует. В большей степени на содержание элементов в почвах, особенно Cu и Zn, влияет количество фракции физической глины ($r = 0,87-0,89$), связь с Mn и Co слабее ($r = 0,42-0,46$). Валовое содержание бора в черноземах и лугово-черноземных почвах составляет 34,1-50 мг/кг, оно также коррелирует с физической глиной ($r = 0,67$). Количество Mo в черноземах, по данным Э.Д. Орловой, изменяется в пределах 1,3-1,9 мг/кг (цит. по [1]). Сравнение полученных данных с информацией о микроэлементном составе почв разных регионов показало, что черноземы и лугово-черноземные почвы Омского Прииртышья по содержанию кислоторастворимых прочносвязанных Mn, Cu, Zn, Co,

валового В и Мо в целом близки к почвам юга Западной Сибири [2] и к черноземам Русской равнины [3]. Для черноземов Алтайского края приводятся данные о большем валовом содержании (в мг/кг) Со (11-18), Си (29-44), Мп (880-1250) и В (55-100) [4]. Различия представленных данных обусловлены как региональной спецификой почв и пород разных областей, так и использованием разных методов определения микроэлементов в почвах.

Доля подвижных соединений микроэлементов в пахотном слое черноземных почв (в% от кислоторастворимых) составляет для Мп 6,2-19,8, Си – 0,55-1,41, Zn – 0,6-2,5, Со – 0,6-1,2. Подвижность соединений В и Мо существенно больше: 5-9 и 13-14% валового содержания соответственно. Согласно агрохимической оценке обеспеченность зерновых культур Мп, Си, Мо является средней и высокой, бором – высокой, Со для зерновых и бобовых – средней и низкой. Для овощных культур вероятна потребность в Мп, Си, В, для бобовых – в Мо, В, Со. Содержание Zn низкое для всех культур.

В Омской области ФГБУ ЦАС «Омский» проводит мониторинг содержания потенциально токсичных микроэлементов-тяжелых металлов в почвах агроценозов [5]. Содержание кислоторастворимых (в 5М HNO₃) форм элементов в гумусовых горизонтах почв черноземного ряда значительно меньше величин ОДК и варьирует в пределах: Cd – 0,24-0,62; Pb – 9,9-19,4; Ni – 16,4-39; Cr – 24-52 мг/кг. Концентрации подвижных форм элементов (в 1Н ААБ с рН 4,8) также существенно ниже допустимых пределов. По нашим расчетам наибольшая мобильность соединений отмечается для Cd (10,5-32,4%), меньше – для Pb, Ni и Cr (2,9-5,9; 1,5-4,3 и 1,2-3,1 соответственно).

Солонцы по содержанию и распределению в профилях прочносвязанных и подвижных форм Мп, Си, Zn, а также Cd, Pb, Ni, Cr не имеют отличий от черноземов и лугово-черноземных почв. Однако по сравнению с ними в солонцах обнаружено несколько больше Со (13,3 мг/кг). Специфической особенностью геохимии солонцов является высокий уровень аккумуляции в них валового (57-126 мг/кг) и подвижного В (4,0-37 мг/кг), активно участвующего в галогенезе почв. Содержание подвижного бора в солонцах превышает уровень допу-

стимых значений для возделывания сельскохозяйственных культур. Максимальные значения содержания подвижного В характерны для мелких и корковых солонцов с содовым типом засоления. Также солонцы характеризуются большим содержанием валового Мо (2,4-2,6 мг/кг) и повышенной мобильностью его соединений (10-30%). Биогеохимическая обстановка в агроландшафтах на солонцовых почвах способствует увеличению массопотока В и Мо в растения в условиях щелочной среды и наличия легкорастворимых солей.

Таким образом, почвы агроландшафтов Омского Прииртышья характеризуются относительно высоким уровнем содержания прочносвязанных форм биофильных микроэлементов Mn, Cu, Zn, Co и валового В, близким к черноземам юга Западной Сибири. Количество кислоторастворимых и подвижных Cd, Pb, Ni, Cr меньше допустимых уровней. Оценка величин концентраций подвижных форм микроэлементов в черноземных и солонцовых почвах указывают на необходимость мероприятий по оптимизации питания растений микроэлементами.

Библиографический список

1. Азаренко Ю.А. Закономерности содержания, распределения, взаимосвязей микроэлементов в системе почва-растение в условиях юга Западной Сибири / Ю.А. Азаренко. – Омск: Изд-во Вариант-Омск, 2013. – 232 с.
2. Сысо А. И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири / А. И. Сысо – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 277 с.
3. Протасова Н.А. Биогеохимия микроэлементов в обыкновенных черноземах Воронежской области / Н.А. Протасова, Н.С. Горбунова, А.Б. Беляев. – Текст: непосредственный // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – №4. – С.100-106.
4. Спицына С.Ф. Микроэлементный состав черноземов умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края / С.Ф. Спицына, В.Г. Бахарев, Г.Г. Морковкин // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. - № 11 (97). – С. 43-45.

5. Основы агроэкологического мониторинга : учеб. пособие / В.М. Красницкий, И.А. Бобренко, В.И. Попова, И.В. Цыпленкова. – Омск: Омский ГАУ, 2015. – 53 с.

УДК 631.4;574.56

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РОРЕНШТЕЙНОВ
АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

С.М. Горохова, А.А. Васильев
Пермский ГАТУ, РФ, gorohova.s@hotmail.com

Аннотация. Железистые роренштейны, сформировавшиеся в аллювиальной слоистой типичной легкосуглинистой почве таежно-лесной зоны Среднего Предуралья, аккумулируют кобальт.

**ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ESTIMATION
OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF RORENSTEINS
OF ALLUVIAL SOILS OF THE MIDDLE CIS-URAL REGION**

S.M. Gorokhova, A.A. Vasiliev
Perm SATU, gorohova.s@hotmail.com

Abstract. Ferruginous rohrensteins formed in the alluvial layered typical light loamy soil of the taiga-forest zone of the Middle Urals accumulate cobalt.

Введение. Конкреции отражают особенности развития почвообразующего процесса и являются важным диагностическим признаком [1-3]. Трубочатые железистые ризоконкреции, или роренштейны, – одна из наиболее широко распространенных форм Fe-новообразований почв пойм пойменных ландшафтов. Образование роренштейнов, как основной формы осаждения соединений Fe в пойменных экосистемах, является наиболее эффективным и длительным процессом связывания металлов в почвах с чередованием окислительно-восстановительных условий. Конкрециеобразование снижает доступность металлических загрязнителей, а сами конкреции являются геохимическим барьером для многих потенциально токсичных химических элементов [4-6]. Обогащенность тяжелыми металлами коренных и почвообразующих пород Среднего

Предуралья, особенности гидрологического режима почв [7], определяют актуальность изучения процессов миграции и аккумуляции химических элементов. В связи с этим изучение элементного химического состава роренштейнов почв региона является актуальной задачей почвоведения, экологии и геохимии.

Объекты и методы исследования. Исследование проводилось в таежно-лесной зоне Среднего Предуралья. Объектом исследования были роренштейны, выделенные из горизонта G (64-72 см) аллювиальной слоистой типичной легко-суглинистой почвы на слоистом песчаном, легкосуглинистом и супесчаном аллювии. Почвенный разрез заложен на сенокосе. Координаты разреза: 57° 55' 35" с.ш. 56° 13' 13" в.д.

Отбор конкреций проводился методом отмывки на сите $d > 0,25$ мм. Электронно-зондовый микроанализ конкреций выполнен на растровом электронном микроскопе высокого разрешения FEI Quanta 650FEG с энерго-дисперсионным спектрометром. Эколого-геохимическая оценка химического состава железистых конкреций выполнена по коэффициентам аккумуляции-рассеивания (KK) относительно содержания химических элементов в литосфере [8] и в почвах мира по А.П. Виноградову [9]. При $KK > 1$ химический элемент накапливается в роренштейнах, при $KK < 1$ элемент рассеивается по отношению к кларку [10].

Результаты исследования. Анализ коэффициентов аккумуляции-рассеивания химических элементов (таблица) позволил построить геохимические ряды: 1) относительно кларков литосферы: $Co_{43,73} > Fe_{4,75} > P_{1,13} > Ti_{0,60} > Al_{0,57} > Si_{0,56} > Na_{0,39} > K_{0,38} > Mg_{0,30} > Cl_{0,10} > Ca_{0,03}$; 2) относительно кларков почв мира: $Co_{98,39} > Fe_{5,81} > Na_{1,53} > P_{1,31} > Mg_{0,90} > K_{0,69} > Al_{0,64} > Ti_{0,59} > Si_{0,50} > Cl_{0,16} > Ca_{0,07}$.

Таблица – Элементный химический состав роренштейнов и коэффициенты аккумуляции-рассеивания химических элементов

| Показатель | Si | Al | Fe | Ca | Mg | K | Na | P | Ti | Co |
|--|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Содержание химических элементов в конкрециях (n=6),% | 16,64 | 4,55 | 22,07 | 0,10 | 0,57 | 0,94 | 0,97 | 0,10 | 0,27 | 0,08 |
| KK литосферы, отн. ед. | 0,50 | 0,64 | 5,81 | 0,07 | 0,90 | 0,69 | 1,53 | 1,31 | 0,59 | 98,39 |
| KK почв мира, отн. ед. | 0,56 | 0,57 | 4,75 | 0,03 | 0,30 | 0,38 | 0,39 | 1,13 | 0,60 | 43,73 |

Таким образом, железистые ризоконкреции, сформировавшиеся в аллювиальной слоистой типичной легкосуглинистой почве таежно-лесной зоны Среднего Предуралья при участии микроорганизмов, обогащены фосфором и аккумулируют Со.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-90070 «Оценка и меры по снижению экологических рисков загрязнения почв тяжелыми металлами в составе магнитных частиц при ведении агрохозяйства на территориях с высоким уровнем антропогенной нагрузки на окружающую среду и почвенный покров».

Библиографический список

1. Зайдельман Ф.Р. Влияние дренажа на состояние и строение конкреций в серых оглеенных почвах / Ф.Р. Зайдельман, И.В. Ковалев // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1103-1111.
2. Апарин Б.Ф. Диагностика элювиального горизонта / Б.Ф. Апарин, Г.А. Касаткина, Е.Ю. Сухачева // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. – 2011. – № 2. – С. 119-128.
3. Sun Z.-X. [at al.] Fe-Mn nodules in a southern Indiana loess with a fragipan and their soil forming significance // Geoderma. – 2018. – Vol. 313. – P. 92-111.
4. Тимофеева Я.О. Особенности круговорота микроэлементов в агроэкосистемах в условиях формирования почвенных конкреций // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 12 (179). С.14-21.
5. Русанова Г.В. Особенности генезиса автоморфных почв северной лесотундры (юго-восток Большеземельской тундры) / Г.В. Русанова, С.В. Денева, О.В. Шахтарова // Почвоведение. – 2015. – № 2. – С. 145-145.
6. Зайдельман Ф.Р. Новообразования (ортштейны и псевдофибры) поверхностно-оглеенных супесчаных почв севера Тамбовской равнины // Почвоведение. – 2019. – № 5. – С. 544-557.
7. Водяницкий Ю.Н. Магнитная восприимчивость аллювиальных почв Воткинского водохранилища, в пределах города Перми / Ю.Н. Водяницкий, А.А. Васильев, М.Н. Власов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 4. – С. 37-40.

8. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в горных породах. – 1962. – № 7. – С. 555-571.
9. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – Москва: Из-во Академии Наук СССР, 1957. – 239 с.
10. Vasiliev A. Technogenic Magnetic Particles in Soils and Ecological–Geochemical Assessment of the Soil Cover of an Industrial City in the Ural, Russia / A. Vasiliev, S. Gorokhova, M. Razinsky // Geosciences. – 2020. – Vol. 10. – № 11. P. 443.

УДК 631.459.2

**ВАРЬИРОВАНИЕ БАЛАНСА НАНОСОВ И СТРУКТУРЫ
ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ
КОНФИГУРАЦИИ ПАШНИ
(МАЛОГО ВОДОСБОРА В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ)**

А.П. Жидкин¹, Д.В. Фомичева¹, Н.Н.Иванова², Е.Н.Шамишурина²

¹*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, РФ, gidkin@mail.ru;*

²*МГУ имени Ломоносова, РФ*

***Аннотация.** Проанализированы изменения эрозионно-аккумулятивных процессов в результате смещения нижней границы пашни вверх по склону в 1980-х гг. на малом водосборе в Тульской области. Небольшое сокращение площади пашни (на 5%) не привело к существенным экономическим издержкам, но способствовало значительному снижению эрозионных потерь почвенного вещества в среднем на 300-350 тонн в год. Балансы наносов, рассчитанные по модели WATEM/SEDEM, оказались в соответствии с детальными оценками радиоцезиевым методом.*

**VARIATION OF SEDIMENT BUDGET AND STRUCTURE
OF ERODED SOILS DUE TO CHANGES IN THE CONFIGURATION
OF CROPLAND (OF A SMALL CATCHMENT, TULA REGION, RUSSIA)**

A.P. Zhidkin¹, D.V. Fomicheva¹, N.N.Ivanova², E.N.Shamshurina²

¹*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, gidkin@mail.ru;*

²*Lomonosov Moscow State University*

***Abstract.** The paper provides estimates of changes in erosion-accumulative processes that occurred as a result of the displacement of the lower boundary of arable land up*

the slope in the 1980s on a small catchment in the Tula region. A slight decrease in the arable land area (by 5%) did not lead to significant economic costs but contributed to a significant decrease in soil erosion losses by an average of 300-350 tons per year. The sediment balances calculated using the WATEM / SEDEM model were found to be in accordance with detailed estimates by the radiocaesium method.

Широко известно, что одним из ведущих процессов деградации почв является водная эрозия [1]. За последние полвека разработано множество различных способов охраны почв от эрозии. В последнее время парадигма «борьбы с эрозией почвы» постепенно трансформируется, ведется поиск экономически приемлемых способов снижения эрозионных потерь. Основное внимание уделяется составу севооборотов и агротехническим приемам, способствующим снижению эрозии почв. Однако важно также учитывать, что динамика темпов эрозии почв и перераспределения наносов во многом определяются изменениями площади пашни и положения границ полей относительно элементов рельефа.

Данное исследование направлено на ретроспективный анализ изменений эрозионно-аккумулятивных процессов и пространственной структуры эродированных почв в связи с изменением площади и конфигурации пашни на модельном малом водосборе «Петровка», расположенном в Плавском районе Тульской области. Водосбор находится в бассейне р. Локна в 4 км к юго-западу от г. Плавска. Согласно космическим снимкам и планам внутрихозяйственного землеустройства в середине 1980-х гг. здесь была изменена конфигурация полей: нижняя граница пашни была перемещена в среднем на 30-35 м вверх по склону и стала располагаться выше бровки балки (рис. 1). Границы современной и заброшенной пашни хорошо прослеживаются в рельефе в виде двух генераций напашей – валов, высотой 0,5-1 м.

Оценка балансов эрозионно-аккумулятивных процессов проводилась двумя способами: на основе радио-цезиевого метода и математического эрозионного моделирования. Детальный анализ пост-Чернобыльского перераспределения Cs-137, проведенный авторами ранее [2], позволил оценить особенности

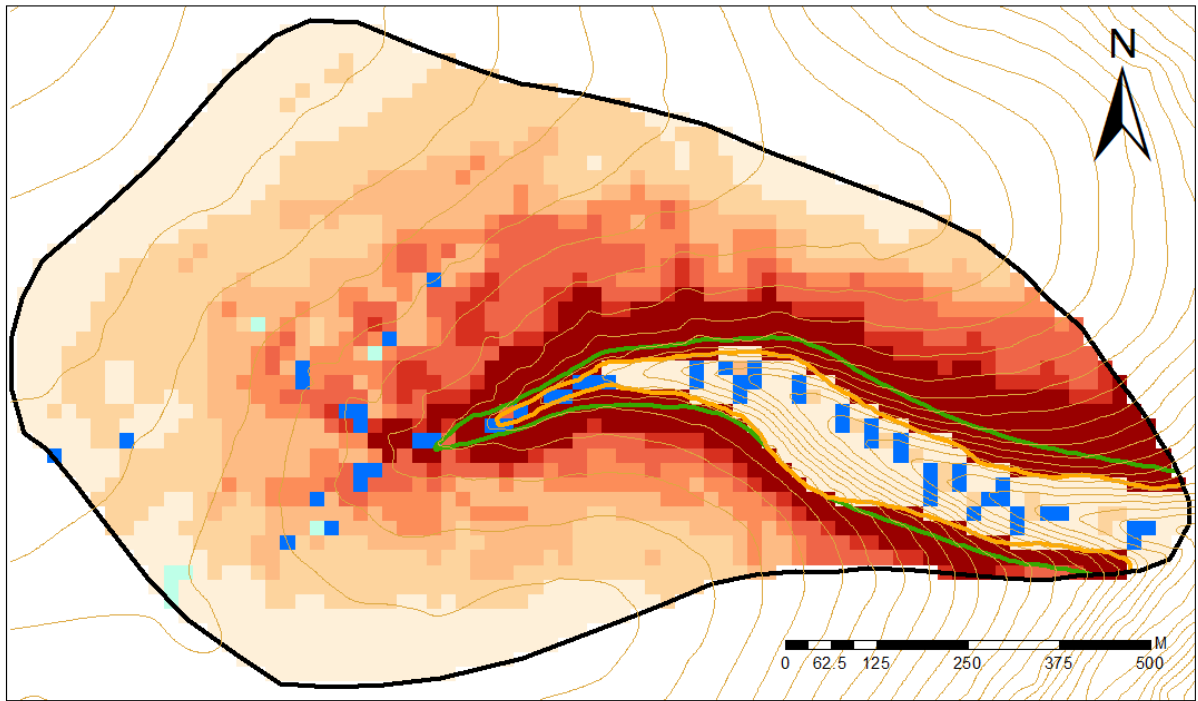
протекания эрозионно-аккумулятивных процессов и рассчитать балансы наносов за последние 35 лет после изменения границы пашни (рис. 2).

Математическое моделирование эрозионно-аккумулятивных процессов проводилось при помощи модели WATEM/SEDEM. Коэффициент эродируемости почвы (К-фактор) был рассчитан на основе анализа содержания гумуса и гранулометрического состава пахотных горизонтов почв в 28 точках опробования. К-фактор в среднем составил $51 \text{ кг} \cdot \text{ч} \cdot \text{МДж}^{-1} \cdot \text{мм}^{-1}$, коэффициент вариации лишь 6%. Эрозионный индекс дождевых осадков (R-фактор), равный $0,032 \text{ МДж} \cdot \text{мм} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, был взят из базы данных Global Rainfall Erosivity [3]. LS-фактор рассчитывался на основе детальной цифровой модели рельефа, созданной по результатам геодезической съемки. Согласно рекомендациям модели расчет проводился по растрам с разрешением $20 \cdot 20 \text{ м}$. Почвозащитная роль возделываемых культур (С-фактор) рассчитывалась на основе исторического анализа состава севооборотов. До начала 20 века на данной территории господствовала трехпольная система с рожью в качестве главной озимой культуры и овсом – яровой. Пары занимали около 30% посевных площадей. В 1940-х гг. структура посевов изменилась, за счет исчезновения паров увеличилась доля зерновых культур, картофеля, овощных культур. К 1980-м годам посадки овощей занимали более трети посевных площадей. К началу 1990-х гг. значительно увеличилась доля пропашных культур (сахарной свеклы, кукурузы и картофеля), однако уменьшение противоэрозионной устойчивости севооборотов несколько компенсировалось за счет многолетних трав (до 10%). В 21 в. сначала ощутимо увеличились посевы многолетних трав и площади залежей, затем с 2005 г. до настоящего времени шел процесс введения в сельскохозяйственный оборот ранее заброшенных земель с увеличением площадей под озимой пшеницей и уменьшением их под озимой рожью. Таким образом, значения С-фактора находились в диапазоне 0,3-0,5 в разные периоды времени. С целью учета точности данного показателя моделирование эрозии почв было проведено в указанном диапазоне, а результаты расчетов показаны в виде отклонений от среднего на рисунке 2.

Балансы наносов, рассчитанные с учетом нового положения границы пашни на основе радиоцезиевого метода и математического моделирования, оказались очень близки: среднегодовые объемы смыва с пашни составили 685 и 665 тонн соответственно. Близость полученных разными методами оценок баланса наносов свидетельствует о высокой степени достоверности рассчитанных по модели значений.

Расчетные эрозионные потери с пашни в старых границах оказались значительно выше и составили в среднем 995 тонн в год (рис. 2). Изменение общей площади пахотных угодий водосбора в результате перемещения нижней границы пашни не превысило 5%. Незначительная корректировка конфигурации полей привела к снижению эрозионных потерь с пашни на треть (в среднем на 300-350 тонн/год). Эта величина составляет около 50% от современных эрозионных потерь. Столь существенное снижение эрозионных потерь в результате изменения границы пашни обусловлено особенностями рельефа этой части Среднерусской возвышенности, с четко детерминированным положением наиболее сильно эродируемых почв в нижних частях распахиваемых склонов (рис. 1).

Почвы на нижней границе пашни сильно эродированы до горизонта В. В настоящее время на залежи между двумя генерациями напашей преобладают транзит и частичное переотложение наносов. Согласно радиоцезиевому методу объем аккумуляции наносов на залежи составляет около 140 тонн в год, согласно моделированию – 60 т в год. Полевые исследования показали, что наиболее сильная аккумуляция наносов отмечается перед напашами, где их мощность составляет около 40 см и локально даже больше. То есть темпы накопления наносов крайне высокие – более 1 см в год. В результате на этих участках сформировались очень специфические смыто-намытые почвы с контрастным строением почвенного профиля: намытый горизонт RU, состоящий из почти чёрных наносов залегает на смытом горизонте В желтовато-белесого цвета с многочисленным карбонатным мицелием в нижней части, при этом граница между наносами и погребенной эродированной почвой очень резкая.



- | | | | |
|--|-----------------|--------|--------------------|
| — Изолинии, 2 м | Темпы эрозии | 20-15 | 0-2.5 |
| ▭ Граница водосбора | тонн / га в год | 7.5-10 | 0 - 10 аккумуляция |
| ▭ Граница пашни до середины 1980-х гг | >20 | 5-7.5 | >10 аккумуляция |
| ▭ Граница пашни после середины 1980-х гг | 15-20 | 2.5-5 | |

Рис. 1. Границы пашни, рельеф и темпы эрозионно-аккумулятивных процессов на водосборе «Петровка» при максимально эрозионно-опасном сценарии (в старых границах пашни с С-фактором 0,5)

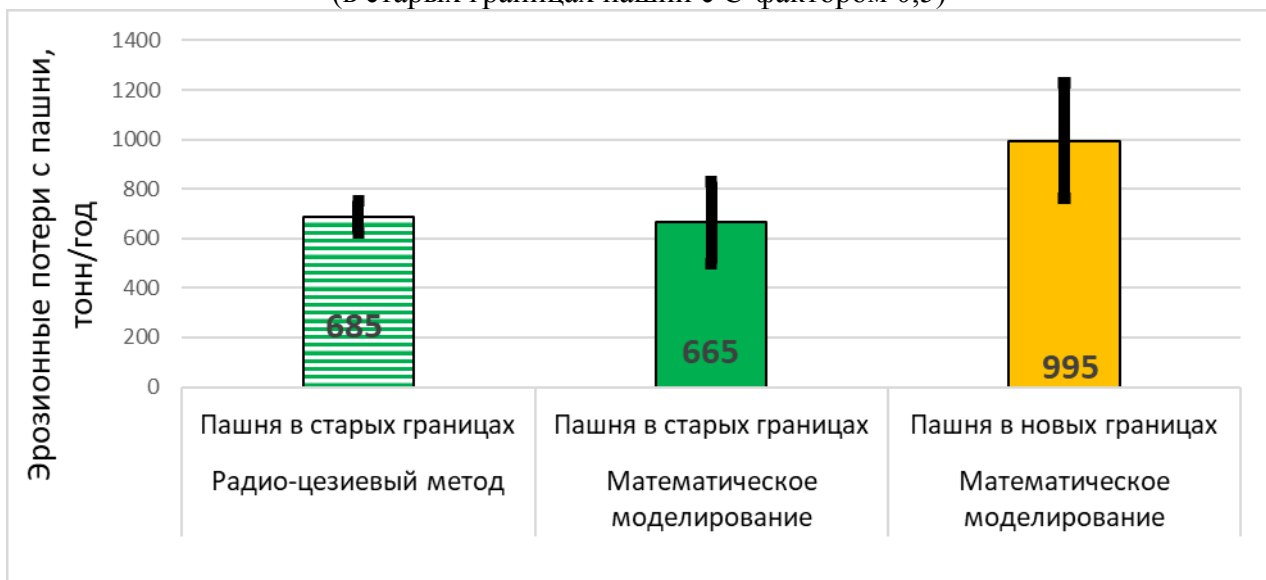


Рис. 2. Ежегодные эрозионные потери почвенного вещества при различном положении границ пашни, оцененные на основе радиоцезиевого метода и моделирования

Отметим, что состояние посевов в нижней части современной пашни не-удовлетворительное, поскольку урожайность культур на эродированных и смы-

то-намытых почвах невысокая. Таким образом, небольшое сокращение площади пашни, вероятно, не привело к существенному снижению суммарного урожая и прибыли, но способствовало значительному снижению эрозионных потерь почвенного вещества. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности переоценки существующей структуры территориального землеустройства в определенных условиях рельефа, в частности на Среднерусской возвышенности, которая может способствовать значительному сокращению эрозии почв при относительно небольших экономических потерях.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 22-27-00170 и госзадания 0439-2022-0015.

Библиографический список

1. Montanarella, L. Agricultural policy: Govern our soils. Nature, 2015, 528(7580):32-33
2. Zhidkin A., Shamshurina E., Golosov V, Komissarov M, Ivanova N, Ivanov M, 2020. Detailed study of post-Chernobyl Cs-137 redistribution in the soils of a small agricultural catchment (Tula region, Russia), Journal of Environmental Radioactivity, Volumes 223-224. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106386>.
3. Panagos P, Borrelli P, Meusburger K, et al. Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. Sci Rep, 2017. V.7 (1). P. 4175. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04282-8>

УДК 633.11:551.4(571.15)

ТИПИЗАЦИЯ И РЕЖИМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ

Е.В. Кононцева

Алтайский ГАУ, РФ, kononcevaasau@mail.ru

Аннотация. В работе изучена возможность использования классификации почв России 2004 г., отражающей таксономические единицы естественных и

антропогенных почв, в осуществлении научно обоснованной группировки антропогенно-преобразованных почв, выделения на этой основе уровней экологического состояния и типизации агроландшафтов. Осуществлен анализ данных и картографических материалов исследуемой территории, на основании которых выделены типы агроландшафтов, их характеристики и удельный вес в соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв, определены уровни их экологического состояния. По методике Л.М. Бурлаковой проведена оценка продуктивности уровней экологического состояния почв и разработаны режимы их рационального использования.

TYPING AND MODES OF USE OF AGRICULTURAL LANDSCAPES ON THE BASIS OF THE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF AGROGENIC SOILS

Ye.V. Konontseva

Altai State Agricultural University, kononcevaasau@mail.ru

Abstract. *The paper studies the possibility of using the Russian soil classification of 2004, which reflects the taxonomic units of natural and anthropogenic soils, a scientifically substantiated grouping of anthropogenically transformed soils has been carried out, and on this basis the levels of the ecological state of soils have been identified, and agrolandscapes have been typified. The analysis of data and cartographic materials of the study area was carried out, on the basis of which the types of agrolandscapes, their characteristics and specific gravity were identified in accordance with the substantive genetic classification of soils, and the levels of their ecological state were determined. According to the methodology of L.M. Burlakova, the productivity of the levels of the ecological state of soils was assessed and modes of their rational use were developed.*

Рациональное использование агроландшафтов подразумевает осуществление их типизации по ведущему компоненту, наиболее предопределяющему природный баланс (экологическое равновесие) для конкретной территории, а также учет качественных и количественных агроэкологических особенностей почвенного покрова с целью сохранения и воспроизводства его плодородия [1]. При этом возникают сложности как с разработкой типизации сельскохозяйственных земель [2], так и с применением сбалансированной почвенной классификации, отражающей особенности пахотных почв, удобной для сельскохозяйственного использования.

В связи с этим целью исследований стало выделение типов агроландшафтов и разработка режимов их использования на основе экологического состоя-

ния агрогенных почв в условиях умеренно-засушливой и колючей степи Алтайского края (на примере АО «учхоз «Пригородное»» г. Барнаула).

Задачи исследования: определить основные типы агроландшафтов с учетом ландшафтно-геоморфологических особенностей территории; провести группировку антропогенно-преобразованных почв по субстантивно-генетической классификации почв, определить уровни экологического состояния агрогенных почв; разработать режимы использования территории с учетом уровней экологического состояния почв.

Согласно почвенно-географическому районированию Алтайского края исследуемая территория расположена в подзоне обыкновенных черноземов умеренно-засушливой колючей степи, в районе черноземов обыкновенных среднетяжелых среднегумусных и маломощных малогумусных, черноземов карбонатных и смытых [4].

В ходе анализа данных и картографических материалов исследуемой территории выделены следующие типы агроландшафтов:

- плакорно-равнинный тип агроландшафта занимает 56,6% сельскохозяйственных угодий, представлен выровненными участками пологоувалистой ложбинно-балочной равнины (ПЛБР) с крутизной склонов до 1° , с развитием на нем таких деградационных процессов, как дегумификация и дефляция;

- ложбинно-балочный тип агроландшафта занимает 41,8% сельхозугодий, распространен: по выровненным слабоповышенным участкам ПЛБР со склонами крутизной $1-2^{\circ}$; повышенными и расчлененными участками и склонами крутизной до 5° , до 10° ПЛБР и УОБР (увалистой овражно-балочной и балочно-долинной равнины); пониженными участками и ложинообразными понижениями ПЛБР и нижним частям склонов крутизной от 1° до 3° . Для данной территории характерно проявление деградационных процессов: эрозии (водной эрозии и дефляции), процессов дегумификации;

- овражно-полевой тип агроландшафта занимает 0,3% сельхозугодий, представлен ложинообразными понижениями и нижними частями склонов до 3° ПЛБР, а также нижними частями склонов крутизной до 10° УОБР с овражно-

балочным водосбором, это территория овражно-балочных земель с интенсивно развитой водной эрозией, занятая сенокосами и пастбищами.

С учетом доли участия эродированных почв, категорий земель по интенсивности использования [5] и снижения продуктивности в выделенных типах агроландшафтов определены уровни экологического состояния почв по шкале, предложенной В.В. Виноградовым, В.П. Орловым, В.В. Синакиным [6]. В наших исследованиях, под руководством Л.М. Бурлаковой, ранее была проведена разработка более дробной шкалы уровней экологического состояния почв для земель сельскохозяйственного назначения на основе использования действующей ландшафтно-генетической классификации почв [7]: 1) норма, 2) умеренный риск, 3) повышенный риск, 4) умеренный кризис, 5) повышенный кризис. Это легло в основу разработки мероприятий, направленных на рациональное использование территории, для сохранения и воспроизводства почвенного плодородия [8].

К уровню экологического состояния нормы отнесена территория, прилегающая к выровненным участкам площадью 4109 га (56,7%), с отсутствием на ней эрозионноопасных и эродированных почв и снижения продуктивности. Территория, прилегающая к выровненным слабоповышенным участкам ПЛБР, склонам 1-2°, занимающая 22,0% площади сельхозугодий, характеризующаяся наличием 97% эрозионно опасных и 3% слабоэродированных почв, со снижением продуктивности до 20%, отнесена к уровню экологического состояния умеренный риск. А территория, прилегающая к расчлененным участкам и склонам 2-3° и 3-5° (21,0% от площади сельхозугодий), с наличием 80% слабоэродированных и 20% среднеэродированных почв, со снижением продуктивности на 21-30% соответствует уровню повышенного риска. Территория, приуроченная к склонам 5-7° ПЛБР (0,2% площади сельхозугодий), характеризующаяся наличием 75% слабоэродированных и 25% среднеэродированных земель от площади территории, со снижением продуктивности 31-40%, соответствует уровню умеренного кризиса, а приуроченная к склонам 7-10°, 10-15° ПЛБР (с долей участия 0,1%), со среднеэродированными (до 10%) и сильноэродированными (до 90%)

почвами, используемая под сенокосы и пастбища, со снижением продуктивности более 40%, – уровню повышенного кризиса.

В настоящей работе изучена возможность использования классификации почв России (КиДПР) [9], отражающей классификацию естественных и антропогенных почв, в осуществлении научно обоснованной группировки антропогенно-преобразованных почв и выявления возможности выделения на их основе уровней экологического состояния и типизации агроландшафтов.

Так, в соответствии с КиДПР на исследуемой территории выделены следующие типы агрогенных почв: агрообраземы аккумулятивно-карбонатные (ААб_{ак}) – сгруппированы из сильноэродированных черноземов обыкновенных (карбонатных) действующей классификации почв [9, 10], приуроченных к повышенным участкам и склонам до 5°, до 10° ПЛБР (пологоувалистой ложбинно-балочной равнине) и УОБР (увалистой овражно-балочной и балочно-долинной равнины);

- агроземы темные аккумулятивно-карбонатные (Аз_{так}) – представлены слабо- и среднесмытыми черноземами обыкновенными, приуроченными к выровненным слабоповышенным участкам ПЛБР, склонам 1-2°;

- в агроземы глинисто-иллювиальные (Аз_{ги}) вошли слабо- и среднесмытые черноземы выщелоченные, приуроченные к расчлененным участкам и склонам до 3°, 5° ПЛБР;

- агроземы глинисто-иллювиальные гидрометаморфизованные (Аз_{ги}^{гм}) – сгруппированы из слабо и среднесмытых лугово-черноземных почв, приуроченных к ложинообразным понижениям и нижним частям склонов 1-2° и до 3° ПЛБР, к нижним частям склонов до 10° УОБР;

- агрочерноземы сегрегационные (АЧ^{сг}) – представлены незэродированными черноземами обыкновенными, приуроченными к выровненным участкам ПЛБР, склонам до 1°;

- агрочерноземы глинистоиллювиальные (АЧ_{ги}) – сгруппированы из незэродированных черноземов выщелоченных, приуроченных к выровненным участкам ПЛБР, склонам до 1°;

- агрочерноземы глинистоиллювиальные гидрометаморфизованные ($AЧ_{ги}^{GM}$) – сгруппированы из неэродированных лугово-черноземных почв, приуроченных к пониженным участкам и ложинообразным понижениям ПЛБР.

Для каждого типа почв с помощью информационно-логического анализа определены количественные градации диагностических признаков свойств почв. Выявлено, что агрообраземы аккумулятивно-карбонатные характеризуются самым низким плодородием, укороченным почвенным профилем, практически отсутствием верхнего гумусового горизонта, мощность гумусового горизонта составляет менее 30 см, при обработке частично вовлекается иллювиальный горизонт, слабогумусированные по содержанию ($<3,5\%$) и слабощелочные по величине рН (7,5-8,5). Почвы обладают облегченным гранулометрическим составом (содержание физической глины 20,1-25,0%). Это связано с тем, что в данную группировку вошли сильнодеградированные почвы.

Агроземы ($Aз_{так}$, $Aз_{ги}$, $Aз_{ги}^{GM}$) также обладают укороченным профилем (эродированные), но с большей мощностью гумусового горизонта (увеличение на 2 ранга), отсутствием вовлечения иллювиального горизонта в обработку, увеличением содержания гумуса на 1-2 ранга и снижением величина рН в пахотном горизонте снижается на 2-3 ранга (в пределах нейтральной). По гранулометрическому составу у $Aз_{так}$ и $Aз_{ги}^{GM}$ преобладают среднесуглинистые и легкосуглинистые разновидности без особых отличий в пахотном и подпахотном горизонтах.

Агрочерноземы ($AЧ^{CT}$, $AЧ_{ги}$) – это полнопрофильные неэродированные почвы, с нейтральной рН и увеличением всех показателей плодородия на в среднем на 2-3 ранга по большинству показателей, по сравнению с агроземами.

Наиболее высокими показателями плодородия обладают агрочерноземы глинистоиллювиальные гидрометаморфизованные.

По диагностическим признакам свойств агрогенных почв по модели плодородия почв, разработанной Л.М. Бурлаковой, проведена оценка их продуктивности. Выявлено, что на агрообраземах аккумулятивно-карбонатных отмечено снижение продуктивности на 74-79%, по сравнению с эталоном, что в совокупности с условиями их распределения относит данную группу почв к уровню экологического состояния повышенного кризиса. На агроземах темных

аккумулятивно-карбонатных наблюдается снижение продуктивности на 33-41% по сравнению с контролем, агроземах глинисто-иллювиальных – на 37%, что в совокупности с условиями их распределения относит данную группу почв к уровню экологического состояния умеренного кризиса. На агроземах глинисто-иллювиальных гидрометаморфизованных выявлено снижение продуктивности на 25-29% по сравнению с контролем (уровень экологического состояния повышенного риска), на агрочерноземах глинистоиллювиальные гидрометаморфизованных – 16-22% (уровень экологического состояния умеренного риска), на агрочерноземах сегрегационных и глинистоиллювиальных снижение продуктивности составляет от 16 до 20% (за счет процесса дегумификации) (уровень экологического состояния – норма).

Учитывая геоморфологические, почвенные условия хозяйства, в соответствии с выделенными уровнями экологического состояния почв разработаны рекомендации по их рациональному использованию.

Таким образом, использование новой субстантивно-генетической классификации почв, отражающей классификацию антропогенно-преобразованных почв, можно использовать для осуществления типизации агроландшафтов, выделения уровней их экологического состояния, на основании чего разрабатывать рациональное их сельскохозяйственное использование, направленное на сохранение и воспроизводство почвенного плодородия.

Библиографический список

1. Полуэктов Е.В. Определение основных типов агроландшафтов и их характеристика / Е.В. Полуэктов, О.А. Игнатюк // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 1(05), 2012.
2. Булгаков В.С. Аспекты агроэкологической оценки почв земледельческой территории / В.С. Булгаков // Почвы – национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов: в 2-х кн. – Новосибирск: Наука-Центр, 2004. Кн. 1. - С. 56-58.
3. Природное районирование Алтайского края. М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 380 с.
4. Почвы Алтайского края / Отв. ред.: Н. И. Базилевич и А. Н. Розанов. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.

5. Лопырев М.И. Защита земель от эрозии и охрана природы / М.И. Лопырев, Е.И. Рябов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240с.
6. Виноградов Б.В. Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России / Б.В. Виноградов, В.П. Орлов, В.В. Снакин // Изв. РАН, Сер. География, 1993. - № 4. –С.77-89.
7. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. – 221 с.
8. Бурлакова Л.М. Индикаторы оценки уровней экологического состояния почв пахотных земель, расположенных на склонах в условиях Алтайского Приобья / Л.М. Бурлакова, В.В. Вольнов, Е.В. Кононцева // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. стат. IV Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. - Кн. 2. – С. 146-150.
9. Классификация и диагностика почв России / Сост. Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.Н. Лебедева. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
10. Пивоварова Е.Г. Система агрохимических показателей в региональной классификации почв Алтайского края / Е.Г. Пивоварова, Е.В. Кононцева, Ж.Г. Хлуденцов, Е.С. Попова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. - № 8 (166). - С. 40-47.

УДК 631.4

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ КУЗБАССА

С.В. Овсянникова¹, В.П. Середина²

¹Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,
РФ, sv_ovsyannikova@mail.ru

²Национальный исследовательский Томский государственный университет,
РФ, seredina_v@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты определения средней удельной эффективной активности естественных и искусственных радионуклидов (¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr) техногенных почв в целом по Кузбассу, а также муниципальных районов, наиболее подверженных техногенезу. Проведен сравнительный анализ содержания радионуклидов в почвах техногенных и естественных экосистем. Установлено, что радиационный фон не превышает многолетних сложившихся естественных значений, характерных для территории Кемеровской области.

CONTENT OF RADIONUCLIDES IN SOILS OF TECHNOGENIC ECOSYSTEMS OF KUZBASS

S.V. Ovsyannikova¹, V.P. Seredina²

¹*Kuzbass State Technical University T.F. Gorbachev, sv_ovsyannikova@mail.ru*

²*National Research Tomsk State University, seredina_v@mail.ru*

Abstract. *The paper presents the results of determining the average specific effective activity of natural and artificial radionuclides (¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr) of technogenic soils in general in Kuzbass, as well as municipal district, most susceptible to technogenesis. A comparative analysis of the content of radionuclides in the soils of technogenic and natural ecosystems has been carried out. It was installed, that the background radiation does not exceed the long-term prevailing natural values, typical for the territory of the Kemerovo oblast.*

Добыча угля в Кузбассе сопровождается техногенным воздействием на окружающую среду, и особенно разрушением почвенного покрова при проведении горнодобывающих работ открытым и подземным способами. При открытом способе добычи и складировании пустой породы во внешние отвалы происходит уничтожение естественных экосистем, приводя к формированию техногенных ландшафтов. Специфическая деградация и отчуждение земель происходят не только на территориях горных отводов, но и на прилегающих естественных ландшафтах [1, 2].

В государственном докладе Кемеровского департамента природных ресурсов [3] указывается на то, что на территории Кемеровской области имеются организации, выступающие как потенциальные радиационные источники. В своем составе они имеют территориально обособленные или технологические независимые радиационно-опасные объекты. К их числу относятся предприятия металлургической, химической и горнодобывающей промышленности, геологоразведочные организации, предприятия топливно-энергетического комплекса, научные, медицинские учреждения и силовые структуры. В данном регионе источниками поступления и закрепления радионуклидов в почвах естественных и техногенных экосистем также служат вскрышные породы крупных угольных шахт, разрезы, хвостохранилища, угольная пыль [4]. Следовательно, на сегодняшний день Кузбасс является наиболее урбанизированной областью Западной Сибири, испытывая на се-

бе высокий уровень техногенеза, что может служить причиной изменения естественного радиационного фона. Кузбасс в настоящее время является малоизученным субъектом юга Западной Сибири по радиоэкологическим характеристикам, поэтому актуальность изучения данного вопроса имеет первостепенное значение. В связи с этим целью работы является изучение содержания естественных и искусственных радионуклидов и оценка радиационной обстановки почв Кузбасса, подверженных техногенному воздействию.

Среди многообразия источников поступления радионуклидов в биосферу выделяют 2 группы: естественные (ЕРН) и искусственные (техногенные). В работе представлены результаты исследования основных естественных (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) и наиболее опасных в биологическом отношении искусственных (^{137}Cs и ^{90}Sr) радионуклидов.

Как известно, почва служит депонирующей средой для загрязняющих веществ, в том числе и для радионуклидов. Изучение радиационной обстановки почвенного покрова Кемеровской области позволяет выявить следующие закономерности в содержании и распределении радионуклидов. Установлено, что естественный радиационный фон почвогрунтов основных промышленных районов Кузбасса колеблется в пределах допустимых значений удельной эффективной активности ЕРН, однако средние значения Аэфф. ЕРН для почвогрунтов Кемеровского и Новокузнецкого муниципальных районов выше по сравнению с остальными, в связи с чем по данному показателю они отнесены к потенциальному классу опасности. Нарушений в искусственном радиационном фоне не обнаружено. Полученные средние показатели радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr) техногенных почвогрунтов не превышают фоновых значений по данному региону. Тем не менее, в Л-Кузнецком и Новокузнецком районах зафиксированы повышенные значения удельной активности по ^{137}Cs , а в Беловском и Кемеровском – по ^{90}Sr . Достоверность различий подтверждена статистически.

Известно, что при открытом способе добычи угля в Кузбассе внешние отвалы, являющиеся, в отличие от естественных экосистем, техногенными ландшафтами, могут обладать радиоактивными свойствами. В связи с этим возникает ве-

роятность концентрации естественных и искусственных радионуклидов в техногенных почвах. Для сравнения прочности закрепления ЕРН почвами техногенных и естественных (ненарушенных) экосистем были выбраны муниципальные районы, наиболее подверженные техногенезу – Беловский и Новокузнецкий. Так, в техногенных почвах данных районов средние показатели радиационной обстановки колеблются в незначительных пределах и характеризуются следующими величинами: удельная эффективная активность ЕРН (118,8-118,9), ^{137}Cs (4,5-6,1), ^{90}Sr (1,0-1,09) Бк/кг, в то время как в почвах естественных экосистем эти показатели ниже: $A_{\text{эфф}}$ (87,8-8,9), ^{137}Cs (4,3-5,5), ^{90}Sr (0,6-0,7) Бк/кг. Прослеживается тенденция большей фиксации ЕРН почвами техногенных ландшафтов. Результаты исследований свидетельствуют о том, что величины удельной эффективной активности проб почв как естественных, так и техногенных почвенных экосистем основных промышленных районов Кузбасса не превышают 370 Бк/кг и относятся по классификации норм радиационной безопасности России к I (наименее опасному) классу. Тем не менее, показатели средней удельной эффективной активности у техногенных почв несколько выше по сравнению с почвами естественных ландшафтов. Однако, не смотря на это, те и другие почвы по данному показателю не выходят за рамки допустимого значения I класса опасности. Соответственно, исследованные почвы/грунты безопасны с экологической точки зрения.

Результаты исследования радиационной обстановки свидетельствуют о том, что содержание естественных и искусственных радионуклидов в почвогрунтах не превышает многолетних сложившихся естественных значений, характерных для территории Кузбасса.

Библиографический список

1. Овсянникова С.В., Середина В.П., Шайхутдинова А.Н. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах Кузбасса: состояние и экологическая оценка. – Кемерово: Изд-во КузГТУ, 2016. – 246 с.
2. Акинина А.Н., Середина В.П., Овсянникова С.В. Экологическое состояние почвенных экосистем Кузнецкой котловины // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – №12. (212). – С. 40-44.

3. О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году: доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Кемеровской области [Электронный ресурс] Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области, 2017. – 212 с. – Режим доступа: <http://kuzbasseco.ru>.
4. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Баранник Л.П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2010. – 160 с.

УДК 631.427

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОЙ МАКРОФАУНЫ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС СТЕПНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Е.В. Пятина, М.К. Захарова, Е.В. Мингареева, М.Е. Федорова
Почвенный институт имени В.В. Докучаева, РФ, kat1977kat@gmail.com

Аннотация. В работе дана характеристика макрофауны почв лесозащитных полос степных агроландшафтов на примере Козловского лесного массива (Волгоградская область). Полученные данные можно использовать при оценке степени влияния лесных насаждений на агро-экосистемы.

STRUCTURE OF THE SOIL MACROFAUNA OF FOREST BELTS STEPPE AGRICULTURAL LANDSCAPES

E.V. Pyatina, M.K. Zakharova, E.V. Mingareeva, M.E. Fedorova
V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, kat1977kat@gmail.com

Abstract. The paper gives a characteristic of the macrofauna in soils of forest belts of steppe agrolandscapes on the example of the Kozlovsky forest area in the Volgograd region. The data obtained can be used to assess the degree of influence of forest plantations on agro-ecosystems.

Лесозащитные полосы выполняют важнейшую роль экологического каркаса в степных экосистемах. Они сохраняют устойчивость ландшафтов, в том числе в агроэкосистемах. В искусственных лесонасаждениях формируются особенная фауна и флора, увеличивающая локальное биоразнообразие. Современное состояние лесных полос является неудовлетворительным и требует

комплексных почвенно-экологических исследований, результаты которых могут стать основой для разработки мер по оздоровлению и сохранению лесонасаждений, как основы устойчивого землепользования. Одним из индикаторов состояния почв, служит состояние макропедофауны. Целью исследования являлось изучение структурно-функциональной организации макрофауны почв искусственных лесонасаждений степного агроландшафта.

В качестве объекта исследования был выбран Козловский лесной массив, расположенный на территории бывшего Белопрудского стационара АН СССР (Руднянский район Козловского сельского поселения, Волгоградская область). Лесной массив был создан 125 лет назад с целью изучения условий произрастания древесных насаждений полезного лесоразведения [1]. В настоящее время лесополоса представлена кленовником (*Acer platanoides*) с примесью вяза шершавого (*Ulmus glabra*) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior*). Подлесок не развит, в условиях большой затененности травяной покров отсутствует практически полностью, а проективное покрытие единичных экземпляров не превышает 1%. Исключение составляют небольшие прогалины, занятые ландышем майским. Лесная подстилка мощная и рыхлая. На территории лесополосы встречаются участки, где древостой сильно разрежен, много валежника, сухостоя, пней.

Почвы участка представлены черноземами текстурно-карбонатными постагрогенными (КиДПР 2004). Они характеризуются тяжелым (глинистым) гранулометрическим составом. Для них характерно высокое содержание гумуса (6-10%) до глубины 20-30 см и очень высокое в слое 0-5 см (13,2-13,5%). Кислотность почв ($pH_{\text{вод}}$) до глубины 90 см нейтральная и близкая к нейтральной, глубже – слабо-щелочная. Карбонатные новообразования появляются с глубины 60-70 см и представлены мицелием, карбонатным налетом и белоглазкой. Солевой профиль черноземов аккумулятивно-элювиально-иллювиального типа. Почвы не подвергаются негативному воздействию легкорастворимых солей (не засолены). Водная вытяжка имеет преимущественно гидрокарбонатно-магниевый-кальциевый состав.

Почвенно-зоологические исследования на участке лесополосы были проведены в июне 2021 г. на трех площадках, сопряженных с почвенными разрезами, по общепринятой методике ручной разборки проб. На каждой площадке отобрано по 12 проб, которые находились на расстоянии 5-10 м от опорного разреза и 3-5 м друг от друга на участках со сходным растительным покровом в подкroновом пространстве деревьев. Пробы площадью 25x25 см (необходимая глубина не превышала 40 см) взяты послойно (подстилка, 0-15, 15-40 см).

Таксономический состав почвенного населения формируют беспозвоночные животные из двух типов (кольчатые черви, членистоногие животные), 5 классов (поясковые черви, паукообразные, губоногие многоножки, двупарноногие многоножки, насекомые открыточелюстные). До уровня вида определен 31 представитель почвенной фауны. Средняя плотность макропедофауны площадок составила 58,2 экз/м² (рис.). К доминантному классу относятся малощетинковые черви, доля которых составила 63%.

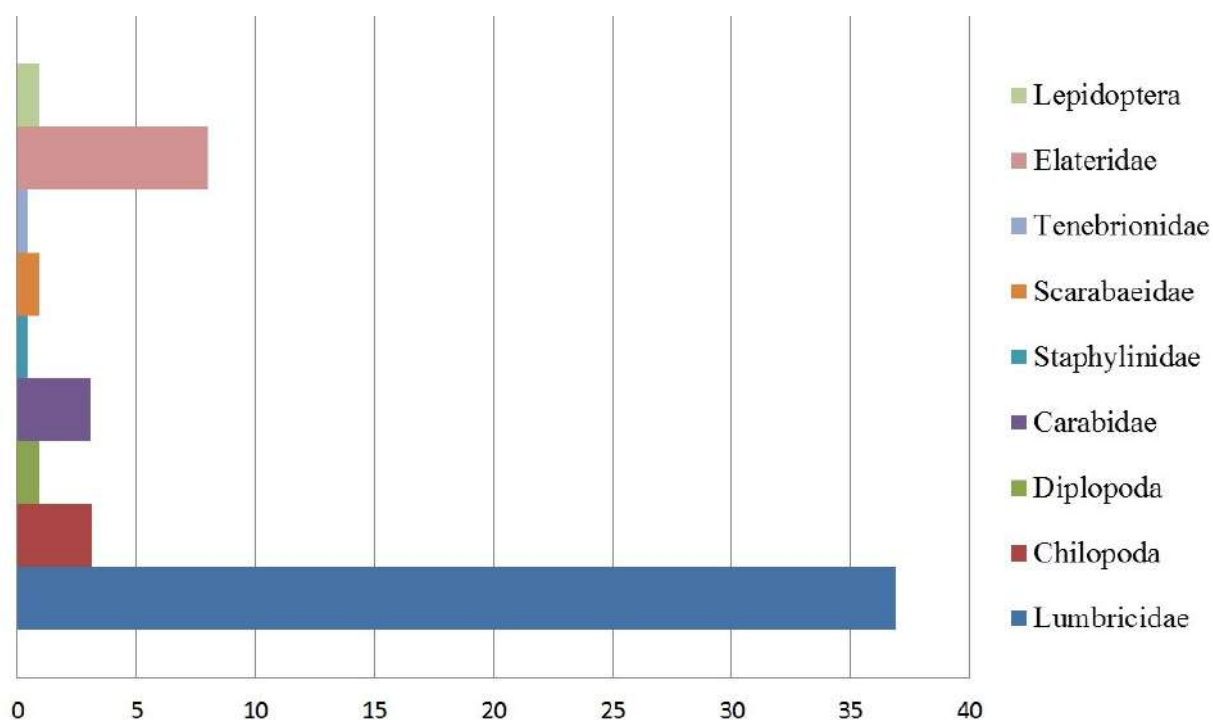


Рис. Групповой состав и численность макропедофауны Козловского лесного массива, экз/м²

Отмечены представители трех видов дождевых червей (*Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1758), *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1843), *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), четырех видов губоногих многоножек (*Hessebius multicalcaratus* (Folkmanová, 1958), *Pachymerium ferrugineum* (C.L. Koch, 1835), *Geophilus proximus* (C.L. Koch., 1847), *Lithobius sp.sp.*), одного вида двупарноногих многоножек (*Megaphyllum sjaelandicum* (Meinert, 1868), пяти видов жужелиц (*Calosoma inquisitor* (Linnaeus, 1758), *C. sycophanta* (Linnaeus, 1758), *Amara aenea* (DeGeer, 1774), *A. tricuspidata* (DeGeer, 1774), *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), одного вида чернотелок (*Lagria hirta* (Linnaeus, 1758), трех видов шелконов (*Athous haemorrhoidalis* (Fabricius 1801), *Pseudanostirus globicollis* (Germar, 1843), *Paraphotistus nigricornis* (Panzer, 1799), восьми видов муравьев из пяти родов (*Formica*, *Myrmica*, *Temnothorax*, *Camponotus*, *Lasius*).

Также на участке зарегистрирована жужелица Красотел пахучий (*C. sycophanta*), обитатель древостоя. Этот вид занесен в Красные книги России и книги других стран [2], служит тонким индикатором загрязнения лесных экосистем инсектицидами.

Трофическая структура макрофауны почв участка представлена сапрофагами, зоофагами, полифагами и фитофагами. На долю сапрофагов приходится 68% (дождевые черви, личинки мух и диплоподы), зоофагов – 13% (губоногие, паукообразные, стафилиниды, некоторые жужелицы), фитофагов – 19% (чернотелки, некоторые жужелицы, личинки пластинчатоусых, личинки и куколки бабочек), полифагов – 13,7% (личинки шелконов).

Таким образом, плотность макропедофауны участка Козловского лесного массива (Волгоградская область), несмотря на неудовлетворительное состояние древостоя, составила 58,2 экз/м². Доминантным классом являются дождевые черви. Сравнение видовой и пространственной структуры почвенной макрофауны лесополос с окружающими агроценозами поможет определить степень влияния лесных насаждений на окружающие ландшафты.

Библиографический список

1. Афанасьева Е.А. Водно-солевой режим обыкновенных и южных черноземов Юго-Востока европейской части СССР. М.: Наука, 1980. - 216 с.
2. <https://redbookrf.ru/pahuchiy-krasotel-calosoma-sycophanta> (дата обращения 07.12.2021 г.)

УДК 631.4

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТАЕЖНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПРОДУКТАМИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.П. Середина¹, М.В. Носова^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет,
РФ, seredina_v@mail.ru

²АО «ТомскНИПИнефть» РФ, », nosovaMV@tomsknipi.ru

***Аннотация.** Рассмотрены свойства фоновых почв (подзолистых, глееподзолистых, торфянисто-подзолистых, аллювиальных) территории наземных объектов по добыче и переработке углеводородного сырья в пределах таежной зоны Западной Сибири. Для установления способности почв исследуемой территории противостоять техногенному прессингу рассчитаны величины их буферной способности. Дана оценка потенциальной опасности загрязнения почв различных видов элементарных ландшафтов органическими поллютантами.*

ASSESSMENT OF THE DANGER OF CONTAMINATION OF THE TAIGA SOILS OF WESTERN SIBERIA BY PRODUCTS OF THE OIL INDUSTRY

V.P. Seredina, N.V. Nosova

¹National Research Tomsk State University, seredina_v@mail.ru

²JSC «TomskNIPIneft», nosovaMV@tomsknipi.ru

***Abstract.** The properties of background soils (podzolic, gleypodzolic, peat-podzolic, alluvial) of the territories of terrestrial objects for the extraction and processing of hydrocarbons within the taiga zone of Western Siberia are considered. To establish the ability of the soils of the studied territory to resist man-made pressure, the values of their buffer capacity are calculated. The assessment of the potential danger of soil contamination of various types of elementary landscapes by organic pollutants is given.*

Загрязнение природной среды нефтью и продуктами ее переработки – одна из сложных и многоплановых проблем. Активное развитие нефтегазодобывающей промышленности на территории Западной Сибири сопровождается возрастанием техногенной нагрузки на природные ландшафты [1, 2]. Несмотря на то, что технология добычи и транспортировки нефти постоянно совершенствуется с учетом защиты окружающей среды, актуальность проблемы не снижается. При этом немаловажным является как знание природных условий региона, так и особенностей формирования и свойств фоновых почв территорий наземных объектов по добыче и переработке углеводородного сырья. В связи с этим целью данной работы является изучение свойств фоновых почв территории нефтедобычи в пределах таежной зоны Западной Сибири и оценка потенциальной опасности загрязнения органическими поллютантами.

Своеобразные природные условия изучаемой территории в пределах средней тайги Западной Сибири – пространственная и внутривертикальная изменчивость литологического и гранулометрического состава почвообразующих пород, различная степень дренированности территории, продолжительное сезонное промерзание, сочетание различных типов растительности обусловили формирование глееподзолистых, подзолистых, торфяно-подзолистых, торфяных и аллювиальных почв, представленных тремя стволами: постлитогенным, органо-генным и синлитогенным.

Поступление в окружающую среду нефти и нефтепродуктов дает начало техногенным потокам углеводородов. При оценке защитных возможностей – буферных свойств почв по отношению к загрязнителям – подчеркивается тот факт, что ущерб, наносимый загрязнением, будет в большей степени зависеть от свойств почвы, которые влияют на подвижность нефтяных компонентов и тяжелых металлов, на их доступность растениям и способность к миграции. Поэтому устойчивость (буферность) почв к различным токсичным компонентам нефти, сопутствующим продуктам и отходам нефтегазовой промышленности, служит существенным показателем устойчивости экосистем в целом. В

связи с этим была оценена буферная способность изучаемых почв (табл.) в соответствии со шкалой буферности, предложенной [3].

Таблица – Долевое участие свойств почв в формировании буферной способности

| Вид ландшафтов, почвы | Количество баллов | | | | Сумма баллов | Степень буферности |
|---|-------------------|------------------|----------|--------------------------------|--------------|--------------------|
| | Гумус | Физическая глина | pH водн. | Fe ₂ O ₃ | | |
| <i>Элювиальный</i> | | | | | | |
| Подзолистая типичная бескарбонатная неглубокоосветленная легкосуглинистая почва | 2 | 5 | 2,5 | 2,5 | 12 | Низкая |
| Подзолистая иллювиально-железистая мелкоосветленная легкосуглинистая почва | 3,5 | 10 | 2,5 | 4 | 20 | Низкая |
| <i>Трансэлювиальный</i> | | | | | | |
| Глееподзолистая бескарбонатная глубокоосветленная песчаная почва | 2 | 2,5 | 2,5 | 1 | 8 | Очень низкая |
| <i>Трансэлювиально-аккумулятивный</i> | | | | | | |
| Торфянисто-подзолистая иллювиально-железистая бескарбонатная профильно-глееватая супесчаная почва | 2 | 5 | 2,5 | 2,5 | 12 | Низкая |
| <i>Аккумулятивный</i> | | | | | | |
| Торфяная олиготрофная перегнойная бескарбонатная почва | - | - | 2,5 | - | 2,5 | Очень низкая |
| Аллювиальная серогумусовая (дерновая) глееватая бескарбонатная среднегумусированная среднесуглинистая почва | 5 | 10 | 2,5 | 5,5 | 23 | Средняя |
| Аллювиальная серогумусовая (дерновая) глеевая типичная бескарбонатная маломощная среднесуглинистая почва | 3,5 | 10 | 2,5 | 5,5 | 21,5 | Средняя |
| Аллювиальная серогумусовая (дерновая) глеевая типичная бескарбонатная маломощная легкосуглинистая почва | 3,5 | 10 | 5 | 4 | 22,5 | Средняя |

Расчеты показали, что почвы, приуроченные к различным видам элементарных ландшафтов, могут иметь близкую степень буферности. Подзолистые почвы, приуроченные к элювиальным ландшафтам, имеют низкую степень буферности, как и торфянисто-подзолистая супесчаная почва, относящаяся к трансэлювиальному типу ландшафтов.

Это обусловлено тем, что почвы различных элементарных ландшафтов могут иметь идентичные количественные показатели свойств, определяющих их буферную способность. В то время как почвы одинаковых элементарных ландшафтов могут отличаться по степени буферности: глееподзолистая песчаная почва обладает очень низкой степенью буферности по сравнению с торфянисто-подзолистой иллювиально-железистой супесчаной почвой, что, в первую очередь, объясняется её более низкой степенью гумусированности, легким гранулометрическим составом, невысоким содержанием физической глины, кислой реакцией среды. Более высокими показателями буферности обладают аллювиальные серогумусовые почвы, приуроченные к аккумулятивным позициям ландшафта.

Следовательно, нельзя говорить о том, что буферная способность, а вместе с тем и опасность загрязнения почв определенных элементарных ландшафтов будут зависеть только от приуроченности этих почв к данному виду элементарного ландшафта. В первую очередь, в показания буферности вносят существенный вклад для конкретно взятой почвы отдельные ее физические и физико-химические параметры (гумус, физическая глина, кислотность, оксиды железа, карбонаты).

Библиографический список

1. Nosova M.V., Seredina V.P., Rybin A.S. Ecological State of Technogeneous Saline Soil of Oil-Contaminated Alluvial Ecosystems and Their Remediation Techniques // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2020. – Vol. 921. – P. 1-7. – DOI: 10.1088/1757-899X/921/1/012018.
2. Носова М.В., Середина В.П. Техногенный галогенез нефтезагрязнённых почв пойменных экосистем в условиях гумидного почвообразования и его экологические последствия // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 3. – С. 74-79. – DOI: 10.25750/1995-4301-2021-3-074-079.
3. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 227 с.

**БИОРЕСУРСНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ПОЧВ
ЦЕНТРАЛЬНОГО МУЗЕЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА**

Е.Ю. Сухачева, Б.Ф. Апарин, Е.В. Мингареева

Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ

«Почвенный институт им. В.В. Докучаева», soilmuseum@bk.ru

***Аннотация.** На основе хранящихся в фондах Музея монолитов и образцов почв была сформирована особая коллекция со статусом Биоресурсной коллекции (БРК) почв. Она открывает уникальную возможность для решения ряда фундаментальных научно-исследовательских задач в области почвоведения. Коллекция необходима для проведения почвенно-экологического мониторинга в разных регионах и природных зонах, для целей верификации классификации и диагностики почв, а также документирования объектов Единого государственного реестра почв России.*

**BIORESOURCE COLLECTION OF SOILS OF THE CENTRAL
SOIL SCIENCE MUSEUM NAMED AFTER V.V. DOKUCHAEV**

E.Yu. Sukhacheva, B.F. Aparin, E.V. Mingareeva

Central Soil Museum by V.V. Dokuchaev – branch of the FRC V.V. Dokuchaev

Soil Science Institute, soilmuseum@bk.ru

***Abstract.** There was formed a special collection with the status of a Bioresource Collection (BRC) of soils on the basis of monoliths and soil samples stored in the Museum's Collections. It is open up a unique opportunity to solve a number of fundamental research problems in the field of soil science. The collection is necessary for conducting soil and environmental monitoring in different regions and natural zones, for the purposes of verifying the classification and diagnosis of soils, as well as documenting objects of the Unified State Register of Soils of Russia.*

Основу почвенной коллекции Музея, открытого в 1904 г., составили образцы В.В. Докучаева, собранные во время поездок по природным зонам Европейской территории России. Они были материальным подтверждением теоретической концепции Докучаева о существовании почвы как особого природного тела, обусловленного природной зональностью факторов почвообразования. Коллекции В.В. Докучаева способствовали быстрому становлению науки о почве и широкой популяризации почвоведения в России и за рубежом [1]. В последующие годы в пополнении коллекций почвенных монолитов (ПМ) и об-

разцов участвовали многие известные ученые, в т.ч. А. Райкин, Н.И. Прохоров К.О. Никифоров, А.А. Роде, А.А. Завалишин, В.Г. Зольников, О.В. Бутузова, В.В. Пономарева, Л.И. Прасолов.

С 70-х годов XX века перед почвоведением возникли новые вызовы. В мире сложилась критическая ситуация с состоянием почвенных ресурсов. Практически был исчерпан резерв естественных почв для сельскохозяйственных целей. За период земледелия на планете около половины площади пахотнопригодных почв было утеряно; не менее 30% используемых в сельском хозяйстве почв подвержены деградации. В результате антропогенного воздействия на месте естественных почв широко распространяются их антропогенные формы, многие из которых не имеют естественных аналогов, а их экологические функции практически не изучены.

Современные тенденции в земледелии направлены на чрезмерную интенсификацию использования природного потенциала почв. Сельское хозяйство становится полностью зависимым от производства минеральных удобрений и средств защиты сельскохозяйственных растений. Курс на широкое внедрение высокоинтенсивных методов в сельскохозяйственном производстве может привести к системной деградации почв.

В связи с вышеизложенным принципиально меняется назначение почвенных коллекций. Существенно возрастает их назначение как материальных носителей генетической памяти почв и их биоразнообразия. На основе хранящихся в фондах Музея монолитов и образцов была сформирована особая коллекция со статусом Биоресурсной коллекции (БРК).

БРК представляет собой совокупность ПМ и образцов, имеющих точную географическую и временную привязку. ПМ – это природный материальный объект, характеризующий почвенный индивидуум в его основных типичных чертах и соотносимый с картографическим выделом на карте.

ПМ, снабженные разнообразной информацией (строение, состав и свойства почв, а также факторы почвообразования), служат своего рода генетическим паспортом почвы, зафиксированным в Базе данных Музея (рис.).

| Описание монолита | Классификация | Провинция | Описание разреза | Фотография монолита | Фотография ландшафта | Карта | Сопроводительные файлы |
|-----------------------------|--|-----------|------------------|-----------------------|--|-----------------------------|------------------------|
| № монолита | 886 | Индекс | 7.03 | Авторский № | Почвообразующая порода | озерно-ледниковые отложения | |
| № пленочного монолита | 0 | Индекс | 6863 | разрез | 6-05 | | |
| Название почвы | Торфяно-подзол глеевый иллювиально-гумусовый | | | Рельеф | плоскоокная часть водораздела рек Свиры и Сигажа. Микрорельеф хорошо выражен и представлен конками | | |
| Авторское название почвы | Торфяно-подзол глееватый | | | | | | |
| Автор монолита | Аларин Б.Ф., Сукачева Е.Ю. | | | Растительность | Хвойный лес. В первом ярусе сосна, ель, единично береза; подрост ели, рябины; березы, Черника, можжевельник, ооска, обгонун. | | |
| Дата отбора (г/мд/нч) | 2005 | сентябрь | 10 | Увк. № | 31 | | |
| Государство | Россия | | | Положение установлено | <input type="checkbox"/> | | |
| Экономический район | Северо-Запад | | | № ГИК | <input type="checkbox"/> | | |
| Федеральный округ | Северо-Запад | | | Мониторинг почв | да, красная книга | | |
| Область (Субъект Федерации) | Ленинградская | | | Классификация почв | да | | |
| Регион | Ленинградская область | | | Почвенные эталоны | да | | |
| Район | Лодейнопольский | | | Координаты | E 33°15'58,5" | | |
| Положение | Нижнесвирицкий заповедник. Разрез заложен в районе 19 км по дороге Ковкеныцы - Лодейное поле. В 500 м от дороги на юго-восток | | | | N 60°40'23,1" | | |
| Дополнительное положение | 19 км по дороге Ковкеныцы-Лодейное поле. Вправо от дороги 500-700 м перпендикулярно в лес. Абсцисс почв расположен в 1,8 км на северо-восток от лпк. Ковкеныцы | | | | | | |
| Наличие монолита: | да | | | Монолит в файл | <input type="checkbox"/> | | |
| Обновленный фонд: | <input type="checkbox"/> | | | Заполнил | Сукачева Е.Ю. | | |

Рис. Фрагмент Базы данных почвенных коллекций Музея

Особенностью ПМ и образцов является сохранение в них биогенного потенциала (плодородия) независимо от сроков хранения. Исследования почвенного микробиома в образцах, отобранных из ПМ чернозема и подзолистой почвы и хранящихся в Музее, показали, что в них сохранилось ДНК почвенных микроорганизмов [2].

БРК Музея была разделена по целевому назначению на 3 группы: «почвенно-экологический мониторинг», «классификация и диагностика почв, почвенные эталоны и разнообразие почв» и «память ландшафта и земледельческой культуры» [5].

В I группу БРК входит более 400 ПМ и образцов, которые предоставляют уникальную возможность для ретроспективного мониторинга средне- и долгосрочных изменений почв. В составе этой группы имеются ПМ, отобранные в разных природных зонах до периода интенсивного антропогенного воздействия на почвы и до начала современных трендов глобального изменения климата [5]. Работа с коллекцией дала возможность выявить временную изменчивость содержания естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) и техногенного ^{137}Cs в почвах некоторых регионов [3]. II группа ПМ предназначена для решения проблем диагностики и классификации почв [4] и сохранения эталонов естественных почв. Начаты работы по созданию метагеномного паспорта почв. III группа

выделена для сохранения и научного исследования редких и исчезающих почв как памяти ландшафтов, естественного разнообразия местообитания живых организмов. Особое внимание должно быть уделено коллекции ПМ высококультурных пахотных почв разных генетических типов в совокупности с их естественными аналогами. Эта коллекция может найти применение для разработки нормативов по сохранению почвенного плодородия и рационального использования почв в почвосберегающих системах земледелия [6].

БРК ПМ и образцов России может стать фундаментальной основой для разработки законодательных актов по сохранению почв и почвенного разнообразия, обеспечивающих их важнейшие экологические функции.

Библиографический список

1. Dokuchaev W.W., Sibirtzeff N.M. Short scientific review of prof. Dokoutschaeff's and his pupil's collection of soils, exposed in Chicago in the year 1893. SPb., 1893;
2. Ivanova E.A., Korvigo I.O., Chirak E.L., Pershina E.V., Romaschenko N.S., Provorov N.A., Andronov E.E., Aparin B.F. The preservation of microbial DNA in archived soils of various genetic types / PLoS ONE. 2017. Т. 12. № 3. С. e0173901;
3. Апарин Б.Ф., Мингареева Е.В., Санжарова Н.И., Сухачева Е.Ю. Содержание радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs) в черноземах Волгоградской области разных сроков отбора образцов / Почвоведение. 2017. № 12. С. 1457-1467;
4. Апарин Б.Ф., Герасимова М.И., Лебедева И.И., Сухачева Е.Ю., Тонконогов В.Д. Верификация "Классификации и диагностики почв России" (2004 г.) по коллекции почвенных монолитов Центрального Музея почвоведения им. В.В. Докучаева / Почвоведение. 2007. № 5. С. 525-531;
5. Научные основы комплектования и инвентаризации Биоресурсной коллекции почвенных монолитов для целей экологического мониторинга, классификации почв и выделения эталонов генетических типов естественных почв: отчет о науч.-иссл. работе / ФГБНУ ЦМП; [исполн.: Е.Ю. Сухачева, Б.Ф. Апарин, Е.В. Мингареева, М.К. Захарова и др.]. – СПб, 2018 – 87 с.

6. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Земледелие – прошлое, настоящее, будущее / Биосфера. 2019. Т.11, №3, с.109-119.

УДК 631.41:631.6.02

ЭТАЛОННЫЕ ФУНКЦИИ ПОЧВ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

О.В. Чернова

ИПЭЭ РАН, РФ, ovcher@mail.ru

Аннотация. Сравнение запасов углерода в ненарушенных и антропогенно-преобразованных экосистемах позволило дать экономическую оценку экосистемной услуги по депонированию органического углерода. В пахотном слое черноземов обыкновенных она снизилась на 780-2400 \$/га за 50-60 лет распашки. В экосистемах трех областей Европейской России, различных по природным условиям и структуре землепользования, стоимость запасов углерода за исторический период уменьшилась на 5400-14100 \$/га.

PROTECTED SOILS USING AS REFERENCE OBJECTS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

O.V. Chernova

Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Russia, ovcher@mail.ru

Abstract. An economic assessment of the ecosystem service for organic carbon sequestration is given based on a comparison of carbon stocks in virgin and anthropogenic transformed ecosystems. It decreased by \$780-2400/ha for the arable layer of Calcic Chernozems during 50-60 years of plowing. In the ecosystems of three regions of European Russia, which differ in natural conditions and land use, the cost of carbon stocks over the historical period has decreased by 5400 - 14100 \$/ha.

В настоящее время повсеместно наблюдается деградация почв, которая представляет собой серьезную угрозу экологическому равновесию на планете. Сельскохозяйственная деятельность человека изменяет целинные почвы, унифицируя и адаптируя их характеристики для выращивания узкого перечня сельскохозяйственных культур. В этой связи особую ценность приобретают характеристики естественных почв, особенно почв охраняемых территорий, как показатели устойчивого состояния в конкретных природных условиях и точки

отсчета при ведении экологического мониторинга. Предполагается, что экономическая оценка услуг экосистем может стать стратегией управления природными ресурсами, что будет способствовать их охране и устойчивому использованию. В развитие этого направления предлагаются прямые и косвенные подходы к оценке экосистемных сервисов [1, 2 и др.].

На примере услуги по связыванию углекислого газа предпринята попытка косвенно оценить стоимость использования различных территорий при изменении структуры земельных угодий, принимая за исходную точку состояние почв охраняемых территорий. Оценки проведены на примере: 1) 25-см слоя целинных и пахотных черноземов обыкновенных Ростовской области; 2) целинных и антропогенно-преобразованных экосистем трех административных областей Европейской России, различных по природным условиям и структуре землепользования.

Для оценок использована почвенная и общегеографическая информация, аккумулированная в Информационной системе «Почвенно-географическая база данных Российской Федерации» (ИС ПГБД РФ, <https://soil-db.ru>): векторные версии Почвенной карты РСФСР М:1:2 500 000 (1988), Карты растительности СССР М:1:4 000 000 (1990); архивные данные почвенных обследований 1980-1990-х гг. и агрохимического мониторинга 2012-2017 гг. Учитывали также таксономическое разнообразие почв, их гранулометрический состав, типы естественной и современной растительности, актуальные данные статистической отчетности о структуре земельных угодий.

Большой объем аккумулированных в ИС ПГБД РФ картографических и аналитических данных в цифровой форме позволил проанализировать динамику содержания и запасов гумуса в черноземах Ростовской области при сельскохозяйственном использовании [3]. Показано, что использование под пашню черноземов обыкновенных с 30-х по 90-е гг. XX в. привело к утрате 25-35% органического углерода из слоя 0-25 см (табл.), что в пересчете на углекислый газ составило 26-81 т/га. Стоимость 1 т CO₂ оценивается в 10-50 \$ США, в своих расчетах мы использовали среднюю величину – 30 \$. При этом условии стои-

мость депонированного в черноземах обыкновенных органического углерода за 50-60 лет распашки снизилась на 780-2400 \$/га.

Таблица – Запасы органического углерода в черноземах обыкновенных, т/га

| Среднее арифметическое ± ошибка среднего/ значения для почв ООПТ | Пахотные (1980-1990), n=74 | Почвы охраняемых природных территорий | | |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|-----------|------------------------|
| | | Целинные | Залежные | Залежные эродированные |
| | 64±1,3 | 86 | 71; 66 | 55; 79 |

Основываясь на предположении, что разница между запасами углерода: потенциальными (при гипотетическом состоянии с природными комплексами аналогичными современным целинным) и актуальными (при современном состоянии экосистем и структуре землепользования) является интегральным результатом использования земель за антропогенный период, оценено изменение общих запасов углерода (в живой и отмершей фитомассе и 100-см слое почвы) для территорий трех областей Европейской России [4]. Показано, что современные запасы углерода снизились по сравнению с потенциальными на 24% на территории Костромской (южная тайга) и Ростовской (степь) областей, на 37% – в Курской области (лесостепь) (рис.).

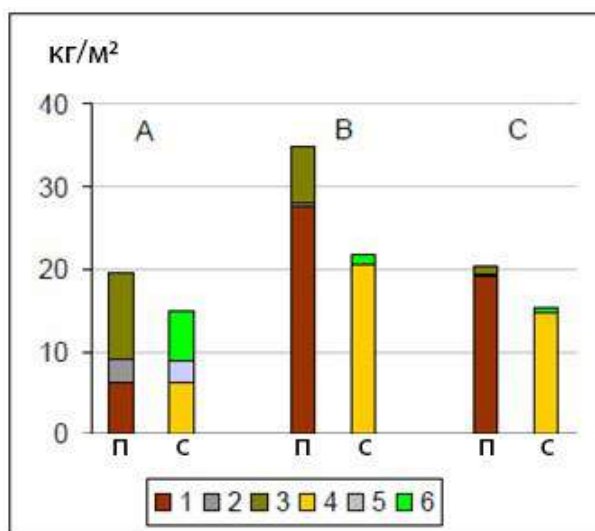


Рис. Средневзвешенные потенциальные (п) и современные (с) запасы углерода в экосистемах Костромской (А), Курской (В) и Ростовской (С) областей:

1, 4 – минеральные горизонты почв; 2, 5 – органогенные горизонты (подстилка, торф, степной войлок); 3, 6 – фитомасса

За весь период антропогенного использования снижение запасов органического углерода в пересчете на CO₂ составило 180-470 т/га, что соответствует

снижению стоимости углерода, депонированного в экосистемах рассмотренных территорий на 5400 – 14100 \$/га. В современных условиях во всех регионах доля почв в поддержании углеродного баланса территорий повышается, соответственно, возрастает вклад почв в стоимость экосистемной услуги по депонированию органического углерода.

Сравнение запасов углерода в ненарушенных и антропогенно-преобразованных экосистемах позволяет на примере экосистемной услуги по связыванию углекислого газа рассчитать косвенную стоимость использования территорий для определенных видов деятельности.

Библиографический список

1. Bünemann E.K., Bongiorno G., Bai Z, Creamer R.E., Deyn G.De., de Goede R., Fleskens L., Geissen V., Kuiper T.W., Mäder P., Pulleman M., Sukkel W., van Groenigen J.W., Brussaard L./ Soil quality – A critical review //Soil Biology and Biochemistry. 2018. 120. P. 105-125.
2. Robinson, D.A., Panagos, P., Borrelli, P., Jones, A., Montanarella, L., Tye, A., Obst, C.G., 2017. Soil natural capital in Europe: a framework for state and change assessment. Scientific Reports 7.
3. Чернова О.В., Алябина И.О., Безуглова О.С., Литвинов Ю.А. Современное состояние гумусированности пахотных черноземов настоящих степей (на примере Ростовской области) // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. N 4. С. 99-113 <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-4-99-113>.
4. Chernova O.V., Ryzhova I.M. and Podvezennaya M.A. Historical Trends in the Amount and Structure of Organic Carbon Stocks in Natural and Managed Ecosystems in European Russia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. V. 438. 2020. DOI <https://doi.org/10.1088/1755-1315/438/1/012005>.

производственно-технические сведения

Научное электронное издание

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ И РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

**Международная научная конференция,
посвященная 90-летию со дня рождения
БУРЛАКОВОЙ ЛИДИИ МАКАРОВНЫ**

Сборник научных трудов

Верстка: Тяпина Наталья Сергеевна

Дата подписания к использованию: 29.09.2022 г.

Объем издания: 9 Мб

Комплектация издания: 1 CD-R

Тираж 25 дисков

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»
656049, Барнаул, пр. Красноармейский, 98