

**В.М. Кретинин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**

**К.Н. Кулик, академик РАН, профессор**

**А.В. Кошелев, кандидат сельскохозяйственных наук**

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения*

*Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН)*

*РФ, 400062, г. Волгоград, проспект Университетский, 97*

E-mail: alexkosh@mail.ru

УДК 631:634.93

DOI: 10.30850/vrsn/2020/1/23-26

## **АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ: РАЗВИТИЕ, ДОСТИЖЕНИЯ, ЗАДАЧИ\***

*В статье обобщены материалы по развитию и становлению научного направления – агролесомелиоративного почвоведения. Агролесомелиорация зародилась в XIX в., а на ее основе при активном участии В.В. Докучаева развивалось агролесомелиоративное почвоведение как лесное почвоведение. Изучены факторы почвообразования под лесными полосами, эволюция и полиморфизм почв, биогеоэкологический горизонт лесной подстилки, почвенные режимы в агролесоландшафте, влияние защитных лесных насаждений на почву, их роль в снижении загрязнения природной среды, проведено агролесомелиоративное районирование России, дана оценка лесопригодности почв. Рассчитан эколого-энерго-экономический эффект секвестрирования CO<sub>2</sub> от мелиоративного влияния защитных лесных насаждений в России в XX веке, который составил 256 трлн руб. Изучен круговорот и баланс азота и зольных элементов в фитомассе полезных лесных полос лесостепной, степной, сухостепной и полупустынной зон РФ. Выявлены особенности типа круговорота элементов. Средняя прибавка гумуса в метровом слое почвы под защитными лесными насаждениями составила 43,26 т/га, валового азота 2,181, фосфора 0,704 и калия 3,462 т/га и на расстоянии до 4Н от них соответственно 8,22; 0,423; 0,271 и 2,243 т/га. Установлено, что биологизированные севообороты на лесомелиорированной территории в лесостепной, степной и сухостепной природных зонах повышают бонитет почвы на 1,9–17,0 баллов и продуктивность культур на 4355–9320 МДж/га год. Впервые в агролесомелиоративном почвоведении представлены материалы об изменении свойств почв у комля древесных видов, мелиорации почв фитогенных полей деревьев и кустарников. Показано участие агролесомелиоративного почвоведения в агролесомелиоративном земледелии, агроэкологии. Предложены задачи агролесомелиоративного почвоведения на предстоящий период.*

**Ключевые слова:** агролесомелиорация, агролесомелиоративное почвоведение, земледелие, районирование, лесопригодность почв, агролесоландшафт, почвенные режимы, агроэкология, секвестрация CO<sub>2</sub>.

**V.M. Kretinin, Grand PhD in Agricultural sciences, Professor**

**K.N. Kulik, Academician of RAS, Professor**

**A.V. Koshelev, PhD in Agricultural sciences**

*Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FSC of Agroecology RAS)*

*RF, 400062, g. Volgograd, prospekt Universitetskij, 97*

E-mail: alexkosh@mail.ru

## **AGROFORESTRY SOIL SCIENCE: DEVELOPMENT, ACHIEVEMENTS, TASKS**

*The article summarizes materials on the development and establishment of a scientific field – agroforestmeliorative soil science. Agroforestmelioration arose in the nineteenth century based on it, with the active participation of V.V. Dokuchaev, agroforestmeliorative soil science developed as a forest soil science. The factors of soil formation under forest belts, the evolution and polymorphism of soils, the biogeocenotic horizon of the forest litter, soil regimes in the agroforestmelioration*

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 18-44-340003 / The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Administration of the Volgograd Region as part of the research project No. 18-44-340003.

*landscape, the influence of protective forest plantations on the soil, their role in reducing environmental pollution were studied, agroforestmeliorative zoning of Russia was carried out, and the forest suitability of soils was assessed. The ecological, energy and economic effect of CO<sub>2</sub> sequestration from the reclamation effect of protective forest plantations in Russia in the 20th century was calculated, which amounted to 256 trillion rubles. The cycle and balance of nitrogen and ash elements in the phytomass of field-protecting forest belts of the forest-steppe, steppe, dry-steppe and semi-desert zones of the Russian Federation was studied. The features of the type of cycle of elements are revealed. The average increase in humus in a meter layer of soil under protective forest plantations was 43.26 t/ha, gross nitrogen 2.181, phosphorus 0.704 and potassium 3.462 t/ha and at a distance of 4H from them, respectively, 8.22; 0.423; 0.271 and 2.243 t/ha. It was established that biologized crop rotation in the forest-reclaimed territory in the forest-steppe, steppe and dry-steppe natural zones increase soil yield by 1.9–17.0 points and crop productivity by 4355–9320 MJ/ha per year. For the first time in agroforestmeliorative soil science, materials are presented on changes in soil properties in the butt of tree species, soil reclamation of the phytogenic fields of trees and shrubs. The participation of agroforestmeliorative soil science in agroforestmeliorative agriculture, agroecology is shown. The tasks of agroforestmeliorative soil science for the coming period are proposed.*

**Key words:** agroforestmelioration, agroforestmeliorative soil science, agriculture, zoning, soil suitability for forest, agroforest landscape, soil regimes, agroecology, CO<sub>2</sub> sequestration.

Агролесомелиоративное почвоведение — раздел лесного почвоведения, объекты исследований которого — агролесоземли под искусственными защитными лесными насаждениями и прилегающие к ним лесомелиорированные почвы.

Важный вклад в развитие агролесомелиоративного почвоведения внесли работы особой экспедиции Лесного департамента (1892–1899 гг.) в степях России под руководством В.В. Докучаева, которые положили начало комплексному экономическому исследованию степей, разработке методов их облесения на научной основе. Основы агролесомелиоративного почвоведения заложены в трудах многих отечественных ученых: В.В. Докучаева (1949), П.А. Костычева (1951), Г.Н. Высоцкого (1962), А.А. Измайльского (1949), В.Р. Вильямса (1951). Дальнейшее углубление знаний о взаимодействии ЗЛН с почвами связано с именами С.В. Зона (1951), Г.М. Тумина (1930), Л.Г. Земляницкого (1938), П.Е. Соловьева (1967), Н.А. Качинского (1971), А.А. Роде (1974), Е.С. Мигуновой (1978), В.Н. Сукачева (1972) и других. Во второй половине XX века агролесомелиоративному почвоведению посвящены работы коллективов Почвенного института имени В.В. Докучаева, МГУ, ВНИАЛМИ, УкрНИИЛХ. [1, 6, 9, 10 и др.]

Наибольшее внимание к защитному лесоразведению стали уделять в связи с постановлением Совета Министров СССР, ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 года № 3960 «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР», получившего название «Сталинский план преобразования природы», 70-летний юбилей которого отмечали в 2018 году.

Согласно последней всеобщей инвентаризации 1995 года площадь лесомелиоративных земель в южнотаежно-лесной, лесостепной, степной, полупустынной и пустынной зонах РФ равна 160557 тыс. га, в том числе под защитными лесными насаждениями (ЗЛН) — 2733 тыс. га. В Стратегии развития защитного лесоразведения в РФ до 2025 года указано, что в целом по стране имеется 2500,5 тыс. га ЗЛН, и необходимо создать 4263,6 тыс. га таковых различного назначения для достижения лесистости территории до 3,8%, а пашни до 2,5%. [8]

Цель исследования — обосновать новое научное направление агролесомелиоративного почвоведения, показать его достижения в лесном и сельском хозяйствах и обозначить предстоящие задачи.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования во второй половине XX века проводили в агроландшафтах опытной сети ВНИАЛМИ (ФНЦ агроэкологии РАН) на территориях 10 сельскохозяйственных предприятий в южнотаежно-лесной, лесостепной, сухостепной, полупустынной и пустынной зонах. [4] Многолетние наблюдения велись на стационарах согласно тематическим планам института по типовым методикам. Использовали и литературные данные.

Агролесоландшафт [7] — природно-антропогенная система, в которой средствами защитного лесоразведения при участии естественных лесов и перелесков создаются постоянные лесомелиорированные биорубежи, обладающие стабилизирующим воздействием на агросреду и способствующие наиболее эффективной адаптивной организации сельскохозяйственной территории и производства на ландшафтной основе. Современные процессы почвообразования и полиморфизм агролесомелиорируемых почв в значительной мере определяются особенностями лесозащитных биогеоценозов (БГЦ). Лесные БГЦ на сельскохозяйственных землях подразделяются на агро- и зоомелиоративные.

Особые условия почвообразования и мелиорации агролесомелиорированных почв (ветровой поток, снегоотложение, влагообеспеченность, микроклимат, формирование урожая сельскохозяйственных культур на межполосном поле) в лесозащищенных аграрных БГЦ служат основанием для выделения экологических зон [4]: I — на заветренной стороне лесополосы на расстоянии 0–10Н (Н — высота ЗЛН); II — на расстоянии 10–20Н; III — на наветренной стороне (0–6Н). Вдоль поперечных (дополнительных) лесополос (0–5Н) экологические условия такие же, как и в зоне III. Процессы почвообразования интенсивные под ЗЛН, умеренные в зонах I, II и слабые (автоморфные) в зоне II.

Разработано агролесомелиоративное районирование РФ. Выделено 24 агролесомелиорированных районов южнотаежно-лесной, лесостепной, степной, сухостепной, полупустынной и пустынной природных зон и 6 горных областей.

Лесопригодность определяли категориями лесных почв с учетом природно-климатических условий произрастания ЗЛН, нормативами лесопригодности почв, группами лесопригодности: I — вполне удовлетворительная, II — удовлетворительная, III — условно удовлетворительная, IV — неудовлетворительная. Основные показатели лесопригодности: гидротермические условия и свойства почвы (морфологические, агрофизические, физико-химиче-

ские и химические. Определена лесопригодность агролесомелиоративных районов. [2]

Выявлены особенности факторов почвообразования в агролесоландшафте [2–4], замена степной и сельскохозяйственной растительности на древесную создало биогеоценологический слой лесной подстилки. В 6 природных зонах запас лесной подстилки равен 30658,54 тыс. т с содержанием в поле общего N 327,8 тыс. т, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 70,5 и K<sub>2</sub>O – 167,5 тыс. т. [3] Активный слой почвообразования увеличился от 10...50 см до 70...150 см. Существенно изменились состав зоофауны и активность микробиологических процессов в почве.

Преобразовался микроклимат в лесном БГЦ и на прилегающих к I, III зонах межполосного поля. Оптимизирование притока тепловой и световой энергии на поверхности почвы способствовало резкому увеличению поступления атмосферных осадков.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Известно, что формирование агролесомелиорированных почв зависит от рельефа местности. Агролесоландшафты с волнистым, грядовым и холмистым рельефами существенно отличаются от немелиорированных по лесопригодности, продуктивности земель и почвообразовательному процессу. Разработан ландшафтно-экологический подход в агролесомелиорации. [7] Проведено агролесомелиоративное картографирование и дана фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. [5]

Рассчитаны прибавки гумуса и биофильных элементов в почве 6 природных зон [3]: в слое 0...100 см под ЗЛН и в лесозащищенных угодьях в зоне 0...4Н РФ – 200,65 млн т; N – 10,11, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 4,63, K<sub>2</sub>O – 32,08 млн т.

В почве, фитомассе ЗЛН и прибавках урожая сельскохозяйственных культур в агролесоландшафтах по природным зонам РФ в XX веке аккумуляровано: С 3322,70 млн т, секвестрировано СО<sub>2</sub> 12428,81 млн т, что обеспечило накопление 608,96 ЭДж энергии. Получен экономический эффект 256,027 трлн руб.

Известна роль ЗЛН в снижении загрязнения природной среды. В насаждениях запрещается сбор грибов, плодов и ягод, особенно придорожных. Активна их газопоглощающая и пылезадерживающая способность. Определена максимальная способность листьев деревьев и кустарников. Изучена роль ЗЛН в утилизации сточных и санации природных вод. Дана экспресс-оценка толерантности растений к токсичности ксенобионтов в почве. [2]

Антропогенный фактор почвообразования в агроландшафте реализуется путем научно обоснованной системы агролесомелиоративных мероприятий и мобилизации биоклиматического потенциала межполосного поля. Отмечены метеорологические, микроклиматические, гидрологические и почвенно-агрохимические особенности условий земледелия на лесомелиорированной территории. Предложены: зонирование межполосного поля, пути сокращения неоднородности условий произрастания на нем и дифференцированный подход к технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Выявлена эффективность приемов биологизации земледелия и повышения плодородия почв в агролесоландшафте.

Многолетние исследования показали, что интенсификация дифференцированной технологии выращивания сельскохозяйственных культур на межполосных полях возможна лишь при строгой-

шем контроле почвенно-агрохимических требований, исключающих агроистощение почвы, дисбаланс питательных элементов в ней, деградацию и загрязнение. Экологизация землепользования в агролесоландшафте наиболее полно отвечает потенциальным возможностям биологического агролесомелиоративного земледелия. [4]

При рассмотрении стадийности развития почвообразовательного процесса в жизни почвы уточняем понятия абсолютного и относительного возраста. Абсолютный – время (до нескольких тысячелетий), в течение которого существует немелиорированная почва, а относительный – период (от нескольких лет до столетий) жизни агролесомелиорированной почвы после создания ЗЛН. [2] Определяем фазы по темпу почвообразования: I – до 2...4 лет, (основная обработка парования почвы, смыкания крон в рядах); II – 10...20 лет (усиленный рост ЗЛН, смыкание крон в междурядьях, формирование лесной подстилки, активизация аккумуляции минеральных и органических веществ); III – 10...15 лет на каштановых, 50...80 на черноземах и 70...100 на серых песках, на дерново-подзолистых почвах отмечено совпадение с автоморфным функционированием «натурализованного» лесного БГЦ (достижение климаксного состояния); IV – деструкция ЗЛН (почва регрессирует в направлении исходного эталона, сохраняя многие положительные качественные и количественные показатели).

Изучены эволюция и полиморфизм, мелиорация почвы фитогенных полей деревьев и кустарников. Впервые в агролесомелиоративном почвоведении представлены материалы об изменении свойств почв у комля древесных видов, а также установлен водный режим почв в агролесоландшафтах Среднего Поволжья, Кулунды, Ергеней. [2] Средняя высота снежного покрова в агролесоландшафте Тимашевского опорного пункта была на 20 см выше и запас воды в снеге на 56 мм больше, чем в незащищенном. За 60 лет уровень грунтовых вод в агролесоландшафте повысился на 210 мм при скорости 3,5 см/год. На гидроморфных угодьях при уровне грунтовых вод выше 4 м они стали доступны для корней сельскохозяйственных растений на площади 33,3%, а при глубине 7 м – для древесной растительности – 95,7%. Изучен питательный режим почвы в Среднем и Нижнем Поволжье. Отмечено вымывание азота нитратов в почве под зерновыми по пару в I, II зонах межполосного поля за холодный период года. [2]

В неорошаемых агролесоландшафтах под влиянием снежных мелиораций формируется промывной или периодически промывной тип водного режима почвы, поэтому солевой режим благоприятен для вымывания токсических образований. Под 30-летними полезащитными лесными полосами на Ергенях в светло-каштановой почве в слое 0...400 см вымылось 761,8 т/га солей и в солонце каштановом среднестолбчатом – 381,5 т/га. [4] ЗЛН также влияют на морфологическое строение, физические, физико-химические и химические свойства и биологическую активность почв.

Несмотря на широкий географический охват и проработанность отдельных вопросов, полученные материалы исследований агролесомелиоративного почвоведения нуждаются в более углубленном изучении и объяснении. Требуется уточнение критериев лесопригодности почв, устойчивости и долговечности деревьев и кустарников в насаждениях. Недостаточно сведений о толерантности древесных и кустарниковых пород, их сортов, интродуцентов к

техногенным токсикантам, о роли ЗЛН в регулировании пространственной миграции и концентрации вредных веществ, радионуклидов на техногенно загрязненных территориях. Не изучалось воздействие стекающих по кроне и стволу растворов на свойства, плодородие и генезис лесомелиорированных степных почв.

Важнейшие проблемы агролесомелиоративного почвоведения на современном этапе следующие.

1. Совершенствование методов исследования почв и почвенных процессов, агролесомелиоративного районирования территории.

2. Оценка лесорастительных свойств почвы.

3. Оптимизация гидрологических условий, водообеспеченности растений.

4. Мелиорация низкопродуктивных эродированных, дефлируемых, засоленных и загрязненных почв и песчаных земель.

5. Оценка влияния ЗЛН на свойства почв и почвообразовательные процессы.

6. Определение объемов и темпов аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почвах лесоаграрных ландшафтов, объемов депонирования CO<sub>2</sub>.

7. Мобилизация биоклиматических ресурсов на лесомелиорируемой территории для экологизации земледелия, пастбищного скотоводства.

8. Изучение круговорота питательных элементов в почве и расчет баланса гумуса для контроля за плодородием почв и минеральным питанием растений.

9. Снижение миграции и концентрации вредных техногенных веществ в агролесоландшафте.

10. Разработка биоэнергетики лесомелиорируемых биогеоценозов, эколого-энерго-экономическая оценка лесной мелиорации почв.

11. Физическое и математическое моделирование почвенных и почвообразовательных процессов.

12. Организация мониторинга плодородия почв лесоаграрных ландшафтов.

Перед агролесомелиоративным почвоведением стоят также задачи расшифровки истории почв, агролесоландшафтов, изучение аллелопатии, роли почвы в появлении патогенных микроорганизмов и вирусов в нарушенных экосистемах. Дальнейшее развитие агролесомелиоративного почвоведения должно базироваться на совершенствовании лесоразведения сообразно изменениям структуры землепользования.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ерусалимский, В.И. Влияние агролесомелиорации на микроклимат, плодородие почв и урожайность в условиях южной части Нечерноземья / В.И. Ерусалимский // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. — 2007. — № 60. — С. 75–81.
2. Кретинин, В.М. Агролесомелиорация почв / В.М. Кретинин. — Волгоград: ВНИАЛМИ, 2009. — 198 с.
3. Кретинин, В.М. Перенос, круговорот и баланс вещества в агроландшафте по природным зонам РФ / В.М. Кретинин. — Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. — 250 с.
4. Кретинин, В.М. Плодородие лесомелиорированных почв в опытной сети ВНИАЛМИ во второй половине

XX века / В.М. Кретинин. — Волгоград: ВНИАЛМИ, 2017. — 122 с.

5. Кулик, К.Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитозкологическая оценка аридных ландшафтов / К.Н. Кулик. — Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. — 224 с.
6. Новых, Л.Л. Изменение морфологических свойств черноземов в агролесомелиоративном ландшафте / Л.Л. Новых, Ю.Г. Чеднев // Аридные экосистемы. — 2014. — Том 20. — № 1 (58). — С. 18–24.
7. Рулев, А.С. Ландшафтно-экологический подход в агролесомелиорации / А.С. Рулев. — Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. — 160 с.
8. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года, переработанная и дополненная. — Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. — 36 с.
9. Brandle, J.R. Windbreaks in North American Agricultural Systems / J.R. Brandle, L. Hodges, X.H. Zhou // Agroforestry Systems. — 2004. — № 61. — P. 65–78.
10. Possu, W.B. An overview: the potential role of agro forestry in enhancing carbon sequestration and reducing greenhouse gas emissions on agricultural lands / W.B. Possu, J.F.N. Estrada, H.O. Jurado // Advances in Plants & Agriculture Research. — 2018. — № 8 (6). — P. 417–430.

#### LIST OF SOURCES

1. Erusalimskij, V.I. Vliyanie agrolesomelioracii na mikroklimat, plodorodie pochv i urozhajnost' v usloviyax yuzhnoj chasti Nechernozem'ya / V.I. Erusalimskij // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. — 2007. — № 60. — S. 75–81.
2. Kretinin, V.M. Agrolesomelioraciya pochv / V.M. Kretinin. — Volgograd: VNIALMI, 2009. — 198 s.
3. Kretinin, V.M. Perenos, krugovorot i balans veshhestva v agrolandshafte po prirodny'm zonam RF / V.M. Kretinin. — Volgograd: VNIALMI, 2013. — 250 s.
4. Kretinin, V.M. Plodorodie lesomeliorirovanny'x pochv v opyt'noj seti VNIALMI vo vtoroj polovine XX veka / V.M. Kretinin. — Volgograd: VNIALMI, 2017. — 122 s.
5. Kulik, K.N. Agrolesomeliorativnoe kartografirovaniye i fitoe'kologicheskaya ocenka aridny'x landshaftov / K.N. Kulik. — Volgograd: VNIALMI, 2004. — 224 s.
6. Novy'x, L.L. Izmeneniye morfologicheskix svojstv chernozemov v agrolesomeliorativnom landshafte / L.L. Novy'x, Yu.G. Chednev // Aridny'e e'kosistemy'. — 2014. — Tom 20. — № 1 (58). — S. 18–24.
7. Rulev, A.S. Landshaftno-e'kologicheskij podxod v agrolesomelioracii / A.S. Rulev. — Volgograd: VNIALMI, 2007. — 160 s.
8. Strategiya razvitiya zashhitnogo lesorazvedeniya v Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda, pererabotannaya i dopolnennaya. — Volgograd: FNCz agro'e'kologii RAN, 2018. — 36 s.
9. Brandle, J.R. Windbreaks in North American Agricultural Systems / J.R. Brandle, L. Hodges, X.H. Zhou // Agroforestry Systems. — 2004. — № 61. — P. 65–78.
10. Possu, W.B. An overview: the potential role of agro forestry in enhancing carbon sequestration and reducing greenhouse gas emissions on agricultural lands / W.B. Possu, J.F.N. Estrada, H.O. Jurado // Advances in Plants & Agriculture Research. — 2018. — № 8 (6). — P. 417–430.