

УДК 504:631.4

## ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ ПОЧВ ПОД МОЛОДЫМИ И СРЕДНЕВОЗРАСТНЫМИ ЗАЛЕЖАМИ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

<sup>1,2</sup>Миллер Г.Ф., <sup>1</sup>Филимонова Д.А., <sup>1</sup>Безбородова А.Н., <sup>1,3</sup>Соловьев С.В.

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт почвоведения и агрохимии» СО РАН, Новосибирск, e-mail: miller@issa-siberia.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», Новосибирск;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления НИИХ», Новосибирск

Проведена комплексная почвенно-экологическая оценка эродированных почв под молодыми и средневозрастными залежами юго-востока Западной Сибири с расчетом баллов почвенно-экологического индекса. Восстановление почвенных свойств под залежами молодого и среднего возраста происходит медленно и постепенно. Изменение свойств почв находит подтверждение в балльной оценке. В то же время средневозрастные залежи по степени восстановления свойств далеко не всегда явно отличаются от залежей молодого возраста и не всегда обнаруживают значительную степень восстановления исходных почвенно-физических свойств, и при этом они не достигают своего исходного состояния. Возвращение средневозрастных залежей в сельскохозяйственный оборот не представляется целесообразным, так как часто в состоянии залежи переводятся почвы в разной степени смыто-намытые, что является причиной, замедляющей восстановление их свойств. Следует учитывать, что возврат в пахотный фонд залежей на эродированных почвах может нанести этим землям еще больший экологический ущерб. Таким образом, в связи с тем, что эрозионные процессы являются сдерживающим фактором возвращения земель в равновесное состояние с условиями среды, следует с особой тщательностью подходить к изучению пригодности склоновых территорий для возвращения в сельскохозяйственный оборот.

**Ключевые слова:** почва, почвенно-экологическая оценка, залежи, эрозия

## PEDOLOGICAL-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF EROSION-HAZARDOUS SOILS UNDER YOUNG AND MIDDLE-AGED FALLOWS OF THE SOUTH-EAST OF WESTERN SIBERIA

<sup>1,2</sup>Miller G.F., <sup>1</sup>Filimonova D.A., <sup>1</sup>Bezborodova A.N., <sup>1,3</sup>Solovov S.V.

<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, e-mail: miller@issa-siberia.ru;

<sup>2</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk;

<sup>3</sup>Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk

The complex soil-ecological assessment of eroded soils under young and middle-aged fallows of the South-East of Western Siberia with calculation of scores of the soil-ecological index was carried out. Recovery of properties of soil developed under fallows of young and middle age is slow and gradual. The change of soil properties is confirmed in the score of the soil-ecological index. At the same time, middle-aged fallows, according to the degree of recovery of properties, are not always noticeably different from the fallows of young age and do not always show a significant degree of recovery of the original soil-physical properties, and they do not reach their original state. The return of middle-aged fallows in agriculture is not appropriate, as often soil is already washed out when being transferred in the state of fallows, which is the reason that slows the recovery of their properties. It should be borne in mind that the return of the fallows developed on the eroded soils into the plowing can cause even greater environmental damage to these lands. Thus, due to the fact that erosion processes are a deterrent to the return of land to equilibrium with environmental conditions, it is necessary to carefully approach the study of the suitability of slope areas to the returning into agricultural circulation.

**Keywords:** soil, soil-ecological assessment, fallows, erosion

Среди процессов, ведущих к деградации, особую опасность представляет эрозия почв. Интенсивному ее проявлению способствуют многие факторы. Для юга Западной Сибири данная проблема характерна практически повсеместно, но наиболее угрожающий характер она носит в юго-восточной ее части [1]. Так, территория юго-востока Западной Сибири характеризуется высокой эрозионной опасностью в первую очередь

в силу особенностей рельефа. Наиболее расчлененная часть этого региона – Буготакский мелкосопочник. На исследуемой территории под залежами можно встретить почвы разной степени смытости и отследить изменения их свойств, отраженные в баллах почвенно-экологического индекса (ПЭИ). Целью исследования является выявление степени восстановления их исходных почвенно-физических характеристик.

Буготакский мелкосопочник имеет преобладающие высоты от 220–248 м [2]. Основные элементы рельефа данного района – склоны с крутизной в приводораздельной части до 9–12° и в прибалочной – 25–30° (рисунок). Выпуклая форма склонов является причиной интенсивного смыва в средней и нижней их частях [3]. Большая протяженность склонов обеспечивает значительный объем поверхностного стока. Величина горизонтального расчленения может составлять до 1–1,2 км/км<sup>2</sup> [4].



*Типичный ландшафт Предсалаирья (Буготакский мелкосопочник)*

К факторам, определяющим интенсивность смыва, кроме длины склона и уклона поверхности, относятся податливость почв смыву, способ хозяйственного использования земель, защитная роль растительного покрова, интенсивность осадков, характер снегоотложения и другие [5]. Так, летние осадки производят кратковременное эрозионное воздействие на почву, и в силу частичной защищенности почвы растениями, эродирующее воздействие ливней намного слабее, чем при смыве почвы талыми водами во время снеготаяния. В весеннее же время на интенсивность смыва влияет степень увлажнения и промерзания почв, от которых зависит их водопроницаемость.

На исследуемой территории кратковременные сильные холода (до –30 °С) на фоне общей морозной погоды вызывают накопление холода в почве. К началу снеготаяния (конец марта) глубина промерзания почвы достигает 1,4–2,2 м, а температура колеблется от –0,5 до –4,2 °С. Глубокое промерзание является одним из факторов образования ледяной прослойки в почве, препятствующей инфильтрации талых вод [2]. Это, в сумме с вышеперечисленными факторами, способствует формированию большого объема поверхностного стока при весеннем снеготаянии.

Исследуемая территория характеризуется холодной и умеренно и достаточно снежной зимой. Весна короткая, засушли-

вая и полусушливая; осень средней продолжительности, полувлажная и влажная в конце. Лето короткое, умеренно теплое, умеренно влажное. В год выпадает 440–537 мм, при этом большая часть (270 мм осадков) – в период с температурами, превышающими 10 °С. Коэффициент увлажнения составляет > 1. Продолжительность безморозного периода – 105–116 дней. Средняя температура наиболее теплого месяца составляет 19,0...20,0 °С, средняя температура наиболее холодного месяца –18,0...–19,0 °С при среднегодовой температуре –1,1 °С. Сумма температур > 10 °С равна 1700–2000 °С. Коэффициент континентальности (по Иванову) – 215 [1].

Систематически обрабатывать землю на территории Предсалаирья начали сравнительно недавно. Масштабное земледельческое освоение этого района началось со второй половины XIX в. При этом действительно массовая распашка началась здесь в связи с земельными реформами начала прошлого столетия. В то же время на 1950-е гг. приходится тотальная распашка любых, даже совершенно не подходящих для этого, местоположений. Вовлечение целинных и залежных земель в сельскохозяйственное производство затронуло в том числе эрозионно-опасные склоновые территории. Именно их распашка явилась причиной выхода эрозионных процессов за рамки их естественных значений [3].

Эрозионную опасность территории, наряду с рельефом, обеспечивает также и климат. Среднегодовое количество осадков составляет около 450 мм [4], при этом характерны многоснежные зимы, после которых следует обильный поверхностный сток талых вод, приводящий к смыву твердой фазы почвы (до 10 т/га) [3].

Почвообразующими породами исследуемой территории являются лессовидные суглинки [2]. Высокое содержание крупнопылеватой фракции в них способствует тому, что при взаимодействии с водой они быстро размокают и становятся весьма податливыми к размыву, что приводит к интенсивному развитию почвенно-эрозионных процессов [3].

В ходе многолетних исследований, проводимых сотрудниками Института почвоведения и агрохимии СО РАН на территории Предсалаирья, установлено, что процесс современной эрозии почв может начинаться на склонах с крутизной > 1 [2].

В данном исследовании представлены результаты почвенно-экологической оценки черноземов оподзоленных, выщелоченных, а также темно-серых лесных почв под залежами молодого и среднего возраста.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследования стали почвы Предсалаирья. Исследованы 6 почвенных разрезов на черноземах выщелоченных, оподзоленных и серых лесных почвах. По степени смывости исследованные почвы относятся к несмытым, слабосмыто-намытым, смыто-намытым, среднесмытым и сильно-смытым. Согласно классификации [6], залежи на исследуемых почвах имеют молодой (2–5 лет) и средний (10–15 лет) возраст.

Отбор почвенных образцов осуществлялся сплошной колонкой для определения содержания гумуса, кислотности, подвижных форм фосфора и калия, гранулометрического состава. Производился отбор образцов для определения плотности почвы (объемной массы).

Для почвенно-экологической оценки исследованных почв была использована методика расчета почвенно-экологического индекса (ПЭИ). Преимущества данной почвенно-оценочной методики перед традиционной бонитировкой, в основе которой состоит оценка содержания гумуса, азота и фосфора, заключается в ее комплексном подходе. Так, традиционная бонитировка лишь отчасти отображает полноту собственно почвенных показателей, не учитывает климатические данные и не в полной мере отражает агрохимические показатели [1]. Методика же расчета ПЭИ сочетает в себе факторы почвенного плодородия, климатические и геоморфологические показатели оценки почв [4, 7].

Расчет ПЭИ производился по методике, разработанной в Почвенном институте им. В.В. Докучаева И.И. Кармановым [8], рассчитывался по формуле

$$\text{ПЭИ} = 12,5 \times (2 - V) \times \Pi \times \text{Дс} \times \frac{\sum t > 10^\circ \times (\text{КУ} - \text{Р})}{\text{КК} + 100} \times \text{А},$$

где ПЭИ – почвенно-экологический индекс;  $V$  – плотность (объемная масса) почвы, г/см<sup>3</sup>; 2 – максимально возможная плотность г/см<sup>3</sup>;  $\Pi$  – «полезный» объем почвы в метровом слое; Дс – дополнительно учитываемые свойства почвы;

$\sum t > 10^\circ \text{C}$  – среднегодовая сумма активных температур;

КУ – коэффициент увлажнения;

Р – поправка к коэффициенту увлажнения;

КК – коэффициент континентальности;

А – итоговый агрохимический показатель содержания элементов питания.

Поскольку формула расчета ПЭИ содержит почвенный, климатический и агрохимический сегменты, она в конечном итоге отражает суммарное влияние по-

чвенно-экологических условий на производительность почв [4].

При проведении исследований по изучению агрофизических свойств почв залежных земель использовались следующие методы: определение гранулометрического состава почв посредством ситово-пипеточного метода [9]; определение органического углерода (гумуса) по Тюрину [10]; определение рН почвы потенциометрическим методом [9], определение плотности (объемной массы) почвы [11].

### Результаты исследования и их обсуждение

При проведении почвенно-экологической оценки исследуемые почвы были ранжированы в зависимости от возраста залежей, сформированных на них. Полученные результаты представлены в виде таблицы.

Распределение значений ПЭИ в почвах под разновозрастными залежами

Объект	Балл ПЭИ
Почва под молодой залежью (2–3 года)	26,6
Почва под молодой залежью (3–4 года)	38
Почва под средневозрастной залежью (5–7 лет)	45
Почва под средневозрастной залежью (7–10 лет)	41,4
Почва под средневозрастной залежью (14 лет)	25,1
Почва целины	63,1

Исходя из данных, представленных в таблице, мы можем сделать следующие выводы.

Один из самых низких показателей ПЭИ маркирует почвы под молодыми залежами – это чернозем выщелоченный среднесмытый среднесуглинистый и темно-серая лесная среднеческая среднесуглинистая почва. Находясь под залежами 2–3- и 3–4-летнего возраста, они имеют показатели ПЭИ 26,6 и 38,0 соответственно. Разница объясняется как степенью смывости первых, так и недолгим их нахождением под залежью.

Почвы под средневозрастными залежами (чернозем выщелоченный слабосмыто-намытый глубоковскипающий среднесуглинистый под залежью 5–7 лет; чернозем выщелоченный среднесуглинистый под залежью 7–10 лет) имеют практически схожие показатели ПЭИ: 45,0 и 41,4 соответственно. Не настолько заметная разница данного показателя для почв под молодыми и средневозрастными залежами может объясняться тем, что, в силу разных при-

чин средневозрастные залежи (как по степени восстановления почвенно-физических свойств, так и по стадии сукцессии), далеко не всегда явно отличаются от залежей молодого возраста.

Особо следует отметить показатель ПЭИ для почвы под залежью возрастом 14 лет – чернозем выщелоченный сильноносмый среднесуглинистый. Значение индекса здесь составляет лишь 25,1 балла. Снижение показателя ПЭИ для сильноносмых почв является закономерным [1], так как самый ценный гумусовый горизонт был смыт, из-за чего заметно снизилось содержание гумуса, питательных элементов, изменилась структура бывшего пахотного горизонта, произошло изменение плотности.

Поскольку в современных условиях восстановить потери гумусового горизонта практически невозможно, наибольшую значимость представляют меры по предотвращению дальнейших потерь гумуса и, следовательно, поддержанию сохранившегося к настоящему времени плодородия почв [1].

Наибольшие значения ПЭИ характерны для почвы целины (чернозем оподзоленный среднесуглинистый) – 63,1 балла, что объясняется слабой выраженностью эрозионных процессов ввиду отсутствия распашки, а потому наиболее полным сохранением ее производительности.

Таким образом, проведенная почвенно-экологическая оценка почв под молодыми и средневозрастными залежами юго-востока Западной Сибири выявила незначительные различия в степени восстановления их исходных почвенно-физических свойств. В сочетании с высокой эрозионной опасностью территории это делает нецелесообразным возвращение их в сельскохозяйственный оборот в качестве пашни, поскольку в таком случае через короткое время действие почвенно-эрозионных процессов продолжит наносить непоправимый ущерб данным почвам как средству сельскохо-

зяйственного производства, что в будущем сделает маловероятным их восстановление даже в отдаленной перспективе.

*Работа выполнена по государственному заданию ИПА СО РАН.*

#### Список литературы

1. Миллер Г.Ф. Почвенно-экологическая оценка агроландшафтов лесостепи Присалаирья: дис. ... канд. биол. наук. 03.02.13. Новосибирск, 2013. 127 с.
2. Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2009. 349 с.
3. Танасиенко А.А. Ландшафты и почвы Присалаирской дренированной равнины // Путеводитель научных полевых экскурсий IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск, 2004. С. 12–31.
4. Безбородова А.Н., Миллер Г.Ф., Соловьев С.В., Филимонова Д.А. Почвенно-экологическая оценка эродированных черноземов юга Западной Сибири с учетом специфики климатических и геоморфологических особенностей территории // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 8. С. 59–63.
5. Смоленцева Е.Н., Чумбаев А.С., Соколов Д.А., Соколова Н.А. Почвы Предалтайской лесостепной почвенной провинции Западной Сибири (на примере Буготакского мелкосопочника): Путеводитель полевой почвенной экскурсии Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН, «Почвы в биосфере» / Под ред. Б.А. Смоленцева. Томск: Издательский Дом ТГУ, 2018. 50 с.
6. Абаймов В.Ф., Ледовский Н.В., Ходячих И.Н. Типы залежей степной зоны Южного Урала и их хозяйственно-биологическая оценка // Известия оренбургского государственного аграрного университета. 2013 № 4 (42). С. 227–230.
7. Шпедт А.А., Аксенова Ю.В., Жуланова В.Н., Рассыпнов В.А., Ерунова М.Г., Бутырин М.В. Оценка агрочерноземов Сибири на основе современных подходов // Земледелие. 2019. № 4. С. 8–13. DOI: 10.24411/0044-39132019-10402.
8. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М.: Наука, 1991. 303 с.
9. Почвоведение: учеб.-метод. пособие / составитель Л.П. Галеева. Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2012. 95 с.
10. Некрасова О.А. Методы анализа органического вещества почв. Руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург, 2008. 107 с.
11. Терпелец В.И., Слюсарев В.Н. Учебно-методическое пособие по изучению агрофизических и агрохимических методов исследования почв. Учебное издание. Краснодар: КубГАУ, 2010. 65 с.