

## Использование и оценка современного состояния почв наиболее плодородных земель юго-восточного Предбайкалья

© 2024. И. А. Белозерцева ✉, Д. Н. Лопатина

ФГБУН Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения  
Российской академии наук, г. Иркутск, Российская Федерация

*По итогам работ, проведенных в 2023–2024 гг., описаны использование и уровень плодородия почв освоенных земель сельскохозяйственного назначения юго-восточного Предбайкалья (Баяндаевский и Эхирит-Булагатский районы Иркутской области), площадь которых в исследуемых районах составляет 48 %, из них более половины в земледелии не используется с 1990-х гг. после «перестройки» государственной системы. В регионе отмечаются относительно благоприятные природно-климатические условия (выровненный рельеф, сумма активных температур до 1800 °С, продолжительность теплого периода до 104 дней, отсутствие многолетней мерзлоты и др.). Авторами предложена шкала качественной оценки возможности использования земель в сельском хозяйстве, разработана оценка состояния уровня плодородия почв с учетом их региональных особенностей. Установлено, что почвы большей части территории по основным агрофизическим и агрохимическим показателям (плотность, содержание фракции «физической глины», гумуса, нитратов, агрономически ценных агрегатов, подвижного фосфора и калия) оцениваются как «хорошие» (иногда «отличные», редко «неудовлетворительные»). «Отличное» состояние почв зафиксировано на «фоновых» территориях, которые не задействованы в хозяйственной деятельности человека. По таким агрофизическим показателям как содержание фракции физической глины, а иногда агрономически ценных агрегатов и плотность почвы являются в основном «неудовлетворительными» и «плохими» для использования их в целях выращивания агрокультур, что в основном обусловлено природными факторами (почвообразующими породами). Район располагает запасом заброшенных сельскохозяйственных земель. Почвы залежей большей частью имеют хороший и средний уровень плодородия и могут быть введены в сельскохозяйственный оборот.*

**Ключевые слова:** показатели плодородия, сельскохозяйственные земли, Баяндаевский и Эхирит-Булагатский районы Иркутской области

**Благодарности:** исследование выполнено при финансовой поддержке регионального гранта Российского научного фонда и Министерства экономического развития и промышленности Иркутской области (проект № 23-27-10013 (05-62-824/24)). Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Белозерцева И. А., Лопатина Д. Н. Использование и оценка современного состояния почв наиболее плодородных земель юго-восточного Предбайкалья. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024;25(5):877–888. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.5.877-888>

Поступила: 10.07.2024

Принята к публикации: 10.10.2024

Опубликована онлайн: 30.10.2024

## Use and assessment of the current state of soils of the most fertile lands of the southeastern Baikal region

© 2024. Irina A. Belozertseva ✉, Darya N. Lopatina

V. B. Sochava Institute of Geography of Siberian Branch RAS, Irkutsk, Russian Federation

*Based on the results of the work carried out by the authors in 2023–2024 the article describes the use and level of fertility of soils of agricultural use of the southeastern Baikal region (Bayandaevsky and Ekhirit-Bulagatsky districts of the Irkutsk region). The area of agricultural land in the region is 48 %, of which more than half is not used in agriculture, abandoned since the 1990-s, after the «restructuring» of the government system. The region has relatively good natural and climatic conditions (levelled relief, the sum of active temperatures up to 1800 °C, the duration of the warm period to 104 days, the absence of permafrost, etc.). There was proposed a scale of qualitative assessment of the possibility of using land in agriculture, developed an assessment of the state of soil fertility, taking into account their regional characteristics. It has been established that the soils of most of the territory according to the main agrophysical and agrochemical indicators (density, content of the fraction of «physical clay», humus, nitrates, agronomically valuable aggregates, mobile phosphorus and potassium) are assessed as «good» (sometimes «excellent», rarely «unsatisfactory»). «Excellent» soil condition is observed in the background territories untouched by human economic activity. According to such agrophysical indicators as the content of the fraction of physical clay, and sometimes agronomically valuable aggregates and soil density, they are mainly «unsatisfactory» and «bad» for their use for growing agricultural crops, which is mainly due to natural factors (rocks). There is a reserve of agricultural land for use in the form of abandoned land. The soils of most of the abandoned lands of the studied areas have a good and average level of fertility and can be introduced into agricultural circulation.*

**Keywords:** fertility indicators, agricultural land, Bayandaevsky and Ekhirit-Bulagatsky districts of Irkutsk region

**Acknowledgements:** the study was carried out with the financial support of the regional grant of the Russian Science Foundation and the Ministry for Economic Development and Industry of Irkutsk region (Project No. 23-27-10013 (05-62-824/24))

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Conflict of interest:** the authors stated that there was no conflict of interest.

*For citation:* Belozertseva I. A., Lopatina D. N. Use and assessment of the current state of soils of the most fertile lands of the southeastern Baikal region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(5):877–888. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.5.877-888>

Received: 10.07.2024

Accepted for publication: 10.10.2024 Published online: 30.10.2024

Иркутская область обладает обширной площадью земельных ресурсов – 4,5 % территории России, на большей части которой находятся горные хребты, нагорья, средневысотные плато. Большую часть земель области (более 70 %) занимают земли под лесной растительностью, площадь сельскохозяйственных земель составляет около 4 %, из них около половины – заброшенные земли. В пользовании предприятий и хозяйств области, занимающихся сельскохозяйственным производством, находится 7 % земель [1]. По официальной статистике Росстата<sup>1</sup> площадь сельскохозяйственных земель в Иркутской области в 1990 г. составляла 157 тыс. га, в 2019 г. – 71 тыс. га. С развалом колхозов и совхозов было заброшено более 50 % бывших сельскохозяйственных угодий.

Иркутско-Черемховскую равнину с соседними остепненными участками, занимающую 11 % площади территории области, сибирские ученые называют «Иркутский амфитеатр», земли которых интенсивно используются в сельском хозяйстве. Согласно почвенно-географическому районированию В. А. Кузьмина<sup>2</sup>, территория входит в округа дерново-карбонатных (темногумусовых) и черноземов, дерново-подзолистых и серых (лесных) почв равнин в пределах подтайги, лесостепи и островных степей подпровинции почв равнин и низких плато провинции Иркутского амфитеатра. Выделы почвенных округов занимают большие площади и выходят за пределы территории исследования. В работе применено административное деление территории, так как исследования касаются землепользования, а также для того, чтобы результаты работы использовали аграрии, то есть имели практическое применение. При картографировании земель в крупном масштабе ученые обычно также используют административные границы.

Площадь Баяндаевского и Эхирит-Булагатского районов составляет 8,9 тыс. км<sup>2</sup> (1,6 % территории области). В общей структуре производства сельское хозяйство занимает 60 %. Основу сельского хозяйства составляют 7 сельхозорганизаций. Кроме этого, в районе работает 160 крестьянско-фермерских хозяйств и находится около 4 тыс. личных подсобных хозяйств.

Работы отечественных ученых посвящены оценке современного состояния российских сельхозугодий и повышению уровня плодородия почв [2, 3, 4, 5, 6]. Ученые отмечают низкое содержание основных элементов питания в почвах под сельхозугодьями. В. Г. Сычев, С. А. Шафран, С. Б. Виноградова пишут: «Многочисленные эксперименты показали, что увеличить урожайность можно только за счет систематического и целенаправленного использования удобрений, химической мелиорации и средств защиты растений...» [3, стр. 5]. По оценкам ВНИИ агрохимии, при использовании удобрений производство зерна возрастает в 2 раза и более. Со времени «перестройки», сократилось применение удобрений. «Баланс питательных веществ в агропочвах в стране стал складываться в негативную сторону, объем их выноса из почв вырос в 3-4 раза относительно поступления» [3, стр. 5]. Эти отрицательные изменения свойственны почвам регионов Нечерноземья. Процесс восстановления сельского хозяйства в отдаленных регионах только начинается, в том числе и в исследуемых районах.

Агрохимической характеристике почв Иркутской области и прилегающих территорий посвящены работы А. А. Шпедт и др. [7], А. А. Козловой и др. [8], Л. Л. Убугунова [9], Д. Н. Лопатиной, И. А. Белозерцевой [1], В. И. Солодун<sup>3</sup>, В. А. Серышева [10], Ш. Д. Хисматуллина, В. И. Бычкова<sup>4</sup>, Л. И. Калеп [11] и др.

<sup>1</sup>Росстат. [Электронный ресурс].

URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VSPX\\_2016\\_T\\_3\\_web.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VSPX_2016_T_3_web.pdf) (дата обращения: 10.08.2024).

<sup>2</sup>Кузьмин В. А. Почвенный покров. Почвенно-географическое районирование. Атлас Иркутской области. Иркутск-М.: ИГ СО РАН, 2004. С. 40–41.

<sup>3</sup>Солодун В. И. Агрорландшафтное районирование Иркутской области: учебно-методическое пособие. Иркутск: изд-во Ир ГАУ им. А. А. Ежевского, 2016. 215 с.

URL: [https://irsau.ru/sveden/files/38.04.02/4.1.1.\\_B1.V.DV.2.2\\_MM\\_Agrolandsh\\_rayonir.pdf](https://irsau.ru/sveden/files/38.04.02/4.1.1._B1.V.DV.2.2_MM_Agrolandsh_rayonir.pdf)

<sup>4</sup>Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. М., Иркутск: ИГ СО РАН, 2004. 90 с.

URL: [http://irkipedia.ru/content/irkutskaya\\_oblast\\_ekologicheskie\\_usloviya\\_razvitiya\\_atlas\\_2004](http://irkipedia.ru/content/irkutskaya_oblast_ekologicheskie_usloviya_razvitiya_atlas_2004)

Опубликованы карты: «Почвенное районирование. Атлас Байкальского региона»<sup>5</sup>; «Почвенно-географическое районирование. Атлас Иркутской области», «Эрозия почв»; «Трансформация пахотных земель»; «Почвы. Экологический атлас Байкальского региона»<sup>6</sup>. Осуществлено природно-мелиоративное районирование Приангарья<sup>7</sup>.

Опубликованных картографических и агрохимических работ, связанных с обследованием постагrogenных почв Баяндаевского и Эхирит-Булагатского районов Иркутской области, нет. В связи с этим исследование актуально, имеет практическое значение для развития региона и страны в целом.

**Цель исследования** – определить точные площади и составить карту используемых и залежных сельскохозяйственных земель, дать качественную оценку состояния их плодородия и возможность ввода заброшенных угодий в оборот.

**Научная новизна** – предложена шкала качественной оценки возможности использования земель в сельском хозяйстве (для выращивания культурных растений). Разработан авторский подход к оценке уровня плодородия земель по почвенным показателям (с учетом региональных особенностей), выражающийся в индексе плодородия почв (ИП). Данный индекс показывает качественную (а также количественную на период проведения исследований) оценку одновременно всех показателей почв. Его преимущество в том, что не нужно углубляться и возвращаться обратно в расчеты, чтобы понять из-за каких именно показателей получается низкий или высокий общий индекс (в нашем случае ОП – оценка плодородия).

**Материал и методы.** Объект исследования – почвы Баяндаевского и Эхирит-Булагатского районов Иркутской области. В соответствии с действующими ГОСТами (28168-89, Р 58595-2019, 17.4.4.02-84) в 2023-2024 гг. отобрано более 130 почвенных образцов из 27 основных разрезов и 35 прикопок на пашнях

и залежах, а также на фоновых участках. Систематика почв проведена по принципам «Классификации и диагностики почв России»<sup>8</sup>.

Химико-аналитические работы проводили в соответствии с общими требованиями в Химико-аналитическом центре Института географии СО РАН и общепринятыми методиками<sup>9</sup>. Величина pH определена потенциометрическим методом, содержание гумуса – методом Тюрина. Для определения содержания подвижного калия и фосфора применен метод Мачигина, так как почвы исследованной территории не имеют кислой реакции. Метод ЦИНАО применяли для обменного аммония и нитратов, метод Савинова – для структурности почв.

В Quantum-GIS создана карта-схема землепользования района с использованием крупномасштабных карт (топографических, космических и авиационных снимков), а также описаний основных площадок. Используемые и залежные земли в сельском хозяйстве определяли на основе сравнения космо- и авиаснимков разных лет.

**Результаты и их обсуждение.** С помощью полевых и камеральных работ созданы карты использования земель Баяндаевского и Эхирит-Булагатского районов в 1988, 2013 и 2023 гг. (рис. 1, 2). По данным составленных карт, в 2023 г. 48,3 % исследуемой территории составляют сельскохозяйственные земли (15,6 % – залежь, 9,6 % – пашня, 23,1 % – пастбища). Остальная территория занимает 51,7 % от общей площади, главным образом это земли под лесами и населенными пунктами. В 1988 г. весь потенциал сельскохозяйственных земель Баяндаевского района практически использовался полностью под пашни, в Эхирит-Булагатском районе в земледелии было задействовано 18 % земель. После «перестройки» государственной системы с 1990 годов произошло увеличение площади заброшенных земель. Процесс возрождения отечественного сельского хозяйства ускорился в последние годы из-за западных санкций, когда их продукция ушла с рынка и зачастую некачественная<sup>10</sup> [12].

<sup>5</sup>Мартынов А. В., Мартынов В. П., Цыбжитов Ц. Х., Кузьмин В. А. Карта почвенного покрова. Мб. 1:2 500000. Байкал. Атлас. М.: Федеральная служба геодезии и картографии, 1993. С. 130–131.

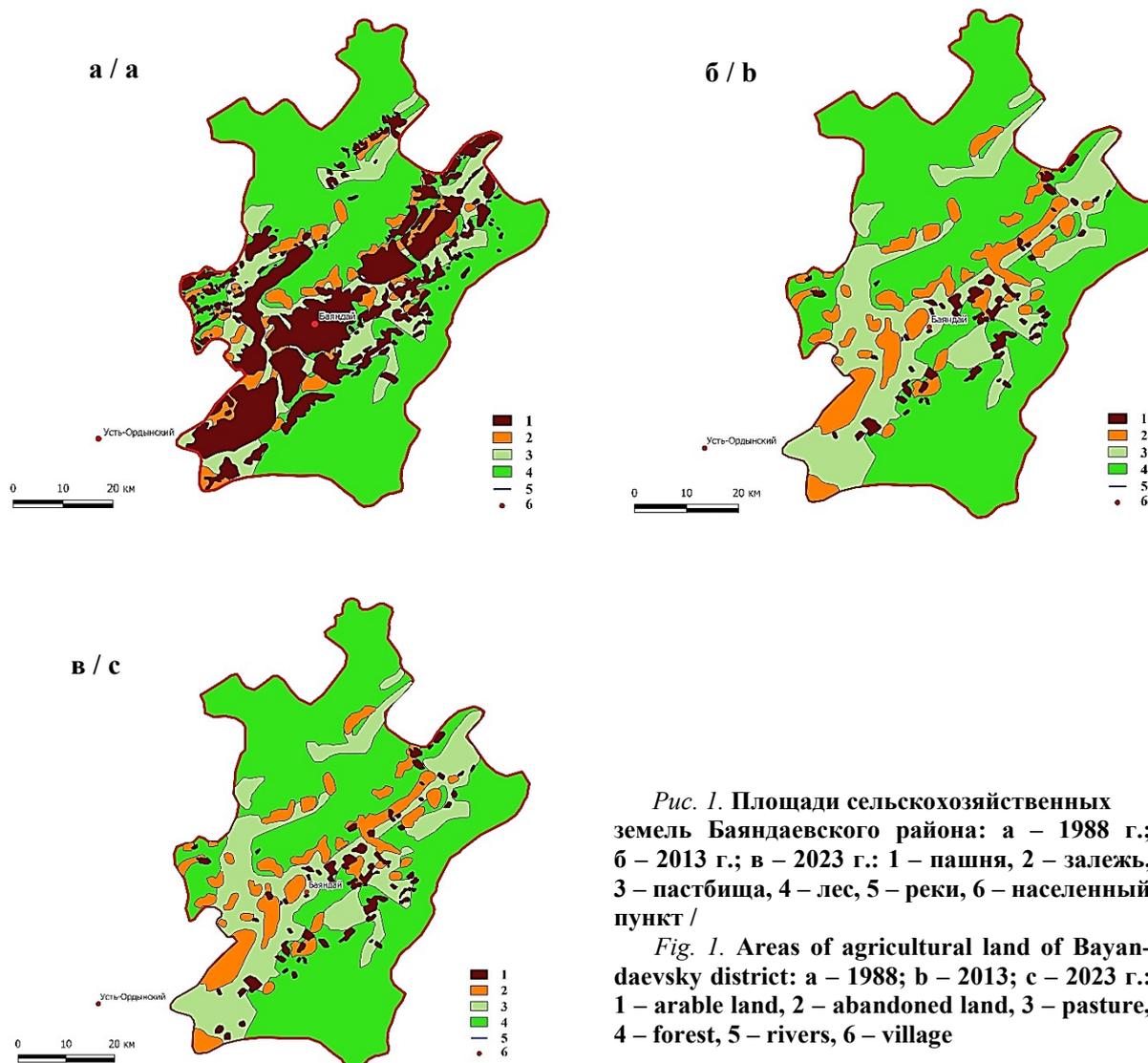
<sup>6</sup>Белозерцева И. А., Убугунов Л. Л., Сороковой А. А., Убугунов В. Л., Доржготов Д., Убугунова В. И., Гынинова А. Б., Батхишиг О., Бадмаев Н. Б., Балсанова Л. Д., Гончиков Б. Н., Цыбикдоржиев Ц. Д.-Ц. Почвы. Экологический атлас Байкальского региона. 2017. [Электронный ресурс геопортала]. Карта № 57. URL: <http://atlas.isc.irk.ru>

<sup>7</sup>Лопатовская О. Г., Сугаченко А. А. Мелиорация почв. Засоленные почвы: учебное пособие. Иркутск: изд-во Иркутского гос. ун-та, 2010. 101 с.

<sup>8</sup>Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Классификация и диагностика почв России. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева РАСХН, 2004. 342 с. URL: <http://soils.narod.ru/obekt/obekt.html>

<sup>9</sup>Теория и практика химического анализа почв. Под ред. Л. А. Воробьева. М.: ГЕОС, 2006. 399 с.

<sup>10</sup>Рожков Е. «Ножки Буша» опасны для здоровья. Вести недели – РТР. Архивная копия от 17 октября 2007 на Wayback Machine. [Электронный ресурс]. URL: <https://vesti7.ru/archive/news?id=616> (дата обращения: 12.05.2024).



*Рис. 1. Площади сельскохозяйственных земель Баяндаевского района: а – 1988 г.; б – 2013 г.; в – 2023 г.: 1 – пашня, 2 – залежь, 3 – пастбища, 4 – лес, 5 – реки, 6 – населенный пункт /*

*Fig. 1. Areas of agricultural land of Bayandevsky district: a – 1988; b – 2013; c – 2023 g.: 1 – arable land, 2 – abandoned land, 3 – pasture, 4 – forest, 5 – rivers, 6 – village*

За последние 10 лет площадь пахотных земель в исследуемых районах несколько увеличилась (на 13 %) [1]. Возвращение заброшенных земель в оборот может рассматриваться как потенциал роста сельскохозяйственного производства.

В районах исследования распространены следующие почвы: дерново-подзолистые, серые, черноземы, черноземы глинисто-иллювиальные, темногумусовые. По долинам рек имеется комплекс аллювиальных почв (слоисто-аллювиальные, аллювиальные гумусовые, торфяно (перегнойно)-глеевые), встречаются черноземы глинисто-иллювиальные глеевые, гумусово-гидроморфические, перегнойно-гидроморфические и другие почвы. Большая часть черноземов, серых и темногумусовых почв ранее использовались в сельском хозяйстве, часть их заброшена.

Сельскохозяйственные земли заняты антропогенными аналогами (агрочерноземы глинисто-иллювиальные, агроземы темные, агросерые, агротемногумусовые и др.) естественных почв (черноземов, темногумусовых, серых почв и др.). Большая часть пахотных земель расположена вблизи основных населённых пунктов.

Условия произрастания культурных растений в исследуемых районах одни из лучших в Иркутской области. Выровненный рельеф, средняя высота над уровнем моря – 600–700 м, до 1048 м на севере района. Естественная растительность представлена: сосновыми и лиственнично-сосновыми, травяными и мелко-травно-разнотравными, остепненными лесами и лугами, степями высокой и средней продуктивности (40–80 ц/га).

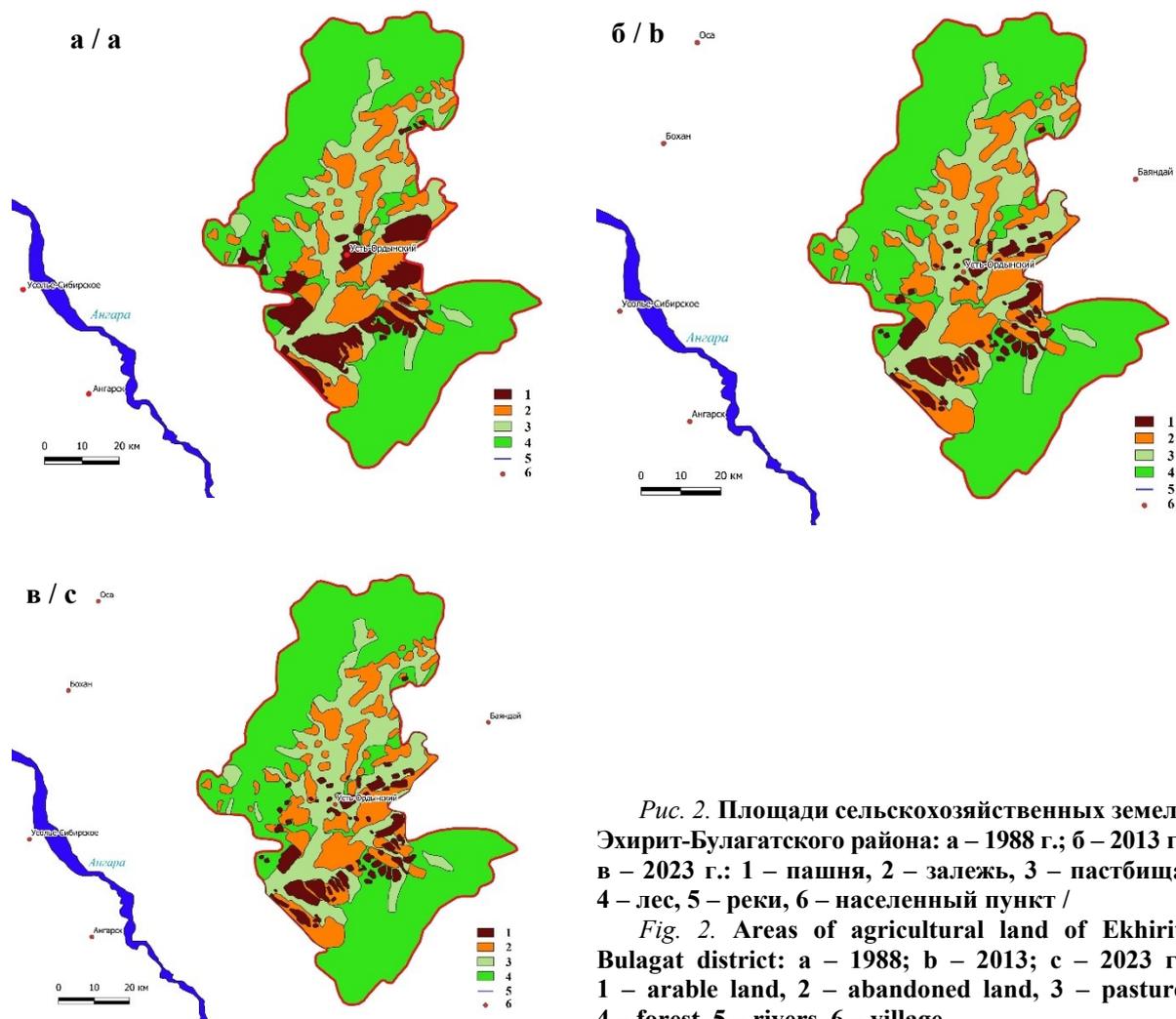


Рис. 2. Площади сельскохозяйственных земель Эхирит-Булагатского района: а – 1988 г.; б – 2013 г.; в – 2023 г.: 1 – пашня, 2 – залежь, 3 – пастбища, 4 – лес, 5 – реки, 6 – населенный пункт / Fig. 2. Areas of agricultural land of Ekhirit-Bulagat district: a – 1988; b – 2013; c – 2023 г.: 1 – arable land, 2 – abandoned land, 3 – pasture, 4 – forest, 5 – rivers, 6 – village

Условия недостаточного увлажнения (индекс сухости по [13] от 1,5 до 2,5), умеренно теплые и теплые (сумма активных температур от 1400 до 1800 °С)<sup>11</sup>. Периодически наблюдается засухливость первой половины лета. На территории исследования распространены следующие породы: аргиллиты, алевролиты, бескарбонатные песчаники, известняки, красноцветные карбонатно-силикатные отложения. Многолетняя мерзлота отсутствует, теплый период с температурой воздуха более 10 °С – 90-104 дней, период с отрицательной температурой воздуха – 5-6 месяцев. Земли под лугово-степной растительностью с черноземами, темно-гумусовыми, перегнойно(гумусово)-гидроморфическими, серыми, аллювиальными гумусовыми и перегнойно-глеевыми почвами занимают 67 % площади исследуемых районов и пригодны для земледелия и выпаса скота.

<sup>11</sup>URL: <http://atlas.isc.irk.ru>

<sup>12</sup>Возбуждая А. Е. Химия почвы. М.: Высшая школа, 1968. С. 327.

Для характеристики состояния плодородия почв исследуемых районов рекомендуется использовать показатели: плотность, содержание гумуса, главных элементов питания растений, физической глины (сумма фракций менее 0,01 мм) и агрономически ценных агрегатов (размером от 0,25 до 10 мм). Выбраны показатели почвенной среды, которые являются «прямыми», а не «косвенными» индикаторами благоприятных условий произрастания культурных растений и часто используемые на практике аграриями и предпринимателями сельского хозяйства.

Как указывает А. Е. Возбуждая: «Накопление нитратов в почве свидетельствует о ее хорошем «санитарном» состоянии – те же физические и химические свойства и условия, которые благоприятны для большинства культурных растений»<sup>12</sup>. Мобильностью в почве

отмечаются нитраты, относительно малоподвижен в почве аммонийный азот. Шкала и гигиеническая норма содержания аммонийного азота в почвах пока не разработаны, так как этот показатель динамичен, а увеличение его количества не оказывает токсического воздействия на культурные растения.

Агрономически ценные агрегаты (0,25–10 мм) положительно влияют на воздухопроницаемость и водопроницаемость. Нормальной плотностью почв принято считать показатели до 1,0-1,1 г/см<sup>3</sup>, переуплотненные со средней степенью уплотнения – 1,3–1,5 г/см<sup>3</sup>, с сильной степенью – более 1,5 г/см<sup>3</sup> и более [14].

На основе полученных результатов и различных шкал [14, 15]<sup>13</sup> составлена схема качественной оценки состояния земель по плот-

ности, содержанию гумуса, нитратов, подвижного фосфора и калия (для зерновых культур), физической глины, агрономически ценных агрегатов в почве (табл. 1). Шкала разработана для качественной оценки возможности использования земель в сельском хозяйстве (для выращивания культурных растений). В нашем случае она приемлема и для агрочерноземов, и для агродерново-подзолистых почв, так как в исследуемых районах области агродерново-подзолистые почвы не имеют кислой реакции и будут использоваться для дальнейшего выращивания культурных (например, зерновых) растений. Для того чтобы применять данную шкалу в целях ведения лесного хозяйства (выращивание лесной растительности) необходим другой набор показателей и методик.

**Таблица 1 – Схема качественной оценки состояния земель по почвенным показателям: плотность, содержание физической глины, агрономически ценных агрегатов, гумуса, нитратов, подвижного фосфора и калия / Table 1 – The scheme of land condition assessment by indicators of soils: density, content of physical clay, agronomically valuable aggregates, humus, nitrates, mobile phosphorus and potassium**

$P_2O_5$ , мг/кг	$K_2O$ , мг/кг	$N-NO^3$ , мг/кг	Гумус, %	A, %	У	Г, %	D г/см <sup>3</sup>	ОП / Assessment of fertility	Сумма баллов / Amount of points
>150	>400	20-130	>8,0	>80	Высокое / High	30-40	<1,1	5 баллов отличное / 5 points excellent condition	>25
101-150	301-400	15-20	5,1-8,0	60-80	Вышесреднего / Above average	20-30	1,2-1,1	4 Хорошее / Good	19-25
51-100	201-300	8-15	3,1-5,0	40-60	Среднее / Average	10-20	1,2-1,3	3 Удовлетворительное / Satisfactory	16-19
26-50	101-200	4-8	2,1-3,0	20-40	Низкое / Low	<10	1,3-1,5	2 Неудовлетворительное / Unsatisfactory	11-15
<25	<100	<4, >130	<1	<20	Очень низкое / Very low	>40	>1,5	1 Плохое / Bad	<11

Примечания: А – содержание агрономически ценной структуры (%); У – уровень содержания  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $N-NO^3$ , гумуса; Г – содержание физической глины (частиц < 0,01 мм); D – плотность по [14, 15]<sup>13</sup>; ОП (от 5 до 1) – оценка состояния плодородия почв (отличное – плохое) /

Notes: A – content of agronomically valuable structure (%); У – level of content of  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $N-NO^3$ , humus; Г – content of physical clay (particles < 0.01 mm); D – density according to [14, 15]<sup>13</sup>; ОП (from 5 to 1) – assessment of the state of soil fertility (excellent – poor)

Сводные показатели по сумме баллов (ОП – оценка плодородия почв) даны в таблице 2. Однако обобщающие характеристики и оценки, которые наиболее разработаны в научном мире («АИ – агрохимический индекс», «ПИ – почвенный индекс», «ПЭИ – почвенно-экологический индекс» [7, 16] и другие, в итоге всех расчетов выражаются в одной цифре и маски-

руют плохое состояние отдельных показателей. Например, низкий «АИ» по одной цифре сразу определить мы не можем. Необходимо углубляться в расчеты. Стоит отметить и достоинства индекса «ПЭИ» как комплексного показателя свойств почв и климатических условий. Но в итоге всех расчетов мы все же имеем одну цифру.

<sup>13</sup>Воробьева Г. А., Киселева Н. Д. Морфоаналитическая диагностика почв. Имитационно-обучающий тренинг по интерпретации результатов исследования почв. Иркутск: ИГУ, 2023. 145 с. URL: <https://www.cnsnb.ru/content/2024/04285085.pdf>

Таблица 2 – Некоторые показатели почв основных ключевых площадок Баяндаевского и Эхирит-Булагатского районов / Table 2 – Some soil indicators of the main key sites of Bayandaveysky and Ekhirit-Bulagatsky districts

Место-положение / Location	Растительность, использование / Vegetation, use	Почва / Soils	Горизонт / Horizon	pH <sub>общ</sub>	Гумус, % / Humus	N-NH <sub>4</sub> мг/кг	N-NO <sub>3</sub> мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/кг	K <sub>2</sub> O мг/кг	Г, %	D, г/см <sup>3</sup>	A, %	ΣB	ОП	III / Fertility index
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1,5 км на север от п. Усть-Ордынский / 1.5 km north of the village of Ust-Orda	Пар, пастбище, польно-разнотравно-злаковый остепненный луг / Fallow, pasture, wormwood motley grass - grasses-steppe meadow	Агрозем темный / Anthrosol PU 0-21 Cca 21 см / cm	PU	8,0	3,1 / 3	14,84	28,70 / 5	108 / 4	420 / 5	44 / 1	1,29 / 3	39,7 / 2	23	X	$\frac{C_3 N_5 P_4 K_5 D_3}{\Gamma_1 A_2}$
1,3 км на С-3 от с. Кулункун / 1.3 km to the north-west of the v. of Kulunkun	Пашня, рапс / Arable land, rapeseed	Агроземногумусовая / Anthrosol PU 0-20 AU 20-32 C 32	P	8,1	2,6 / 2	14,75	30,90 / 5	110 / 4	316 / 4	43 / 1	1,30 / 2	64,8 / 4	22	X	$\frac{N_5 P_4 K_4 A_4}{C_2 \Gamma_1 D_2}$
2,8 км на С-3 от с. Кулункун / 2.8 km to the north-west of the v. of Kulunkun	Сосняк злаково-разнотравный, залежь более 30 лет / Pine grass forest, deposit for more than 30 years	Агрдерново-подзолистая / Anthrosol AY 0-5 P 5-19 BEL 19-22 BT 22-24 C 24	AY	6,5	5,7 / 4	22,28	1,00 / 1	230 / 5	289 / 3	36 / 5	0,88 / 5	40,3 / 3	26	X	$\frac{C_4 P_5 K_5 \Gamma_5 D_5 A_3}{N_1}$
2 км на С-3 от п. Усть-Ордынский / 2 km to the north-west of Ust-Orda	Пашня, Рожь / Arable land, Rye	Агрочернозем глинисто-иллювиальный / Anthrosol PU 0-20 AU 20-31 BI 31-45 C 45	PU	7,2	5,4 / 4	5,34	1,80 / 1	39 / 2	175 / 2	41 / 1	1,48 / 2	24,4 / 2	14	H	$\frac{C_4}{N_1 C_2 P_2 K_2 \Gamma_1 D_2}$
500 м на запад от с. Большая Кура / 500 m west of the v. of Bolshaya Kura	Залежь 8 лет, польно-злаковая степь / waste lands 8 years, wormwood-cereal steppe	Агрочернозем / Anthrosol PU 0-20 AU 0-45 BCa 45-50 Cca 50	PU	8,2	5,7 / 4	6,06	8,60 / 3	25 / 1	43 / 1	33 / 5	1,22 / 3	77,0 / 4	21	X	$\frac{C_4 N_3 \Gamma_5 D_3 A_4}{P_1 K_1}$
2,5 км на С-В от с. Капсал / 2.5 km to the north-east of the v. of Kapsal	Залежь около 20 лет, разнотравно-злаковая степь с полевой и сорной растительностью / Abandoned land 20 years old, motley grass steppe with wormwood and weeds	Агрозем темный / Anthrosol PU 0-30 Cca	PU	7,9	5,2 / 4	17,06	35,70 / 5	142 / 4	498 / 5	51 / 1	1,01 / 5	57,4 / 3	28	O	$\frac{C_4 N_5 P_4 K_5 D_3 A_3}{\Gamma_1}$

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2,2 км на Ю-З от с. Баяндай / 2.2 km to the south-west of the v. Bayandai	Фон, разнотравно-злаковый остепненный луг с польной / Back-ground area, motley grass steppe meadow with wormwood	Чернозем / Chernozem AU 0-30 BCA 30-39 Cca 39	AU	7,6	$\frac{12,9}{5}$	10,72	$\frac{22,90}{5}$	$\frac{10}{1}$	$\frac{28}{1}$	$\frac{50}{1}$	$\frac{1,00}{5}$	$\frac{83,5}{5}$	23	X	$\frac{C_5N_5D_5A_5}{P_1K_1\Gamma_1}$
400 м на юг от д. Мильзан / 400 m south of the v. of Milzan	Пастбище, злаково-разнотравный сенокосно-остепненный луг с сорной растительностью / Pasture, motley grass grazed steppe meadow with weeds	Агроchernозем / Anthrosol PU 0-20 AU 20-37 BCA 37-48 Cca 48	PU	7,8	$\frac{12,2}{5}$	9,69	$\frac{5,60}{2}$	$\frac{5}{1}$	$\frac{40}{1}$	$\frac{37}{5}$	$\frac{1,14}{4}$	$\frac{63,9}{4}$	22	X	$\frac{C_5\Gamma_5D_4A_4}{N_2P_1K_1}$
1,2 км на С-З от с. Покровка / 1.2 km to the north-west of the v. Pokrovka	Пар, овес с сорной растительностью / Fallow, oats with weeds	Аллювиальная агроперенейно-глебовая / Anthrosol PU 0-20 H 20-35 G 35	PU	8,2	$\frac{19,0}{5}$	12,22	$\frac{17,20}{4}$	$\frac{39}{2}$	$\frac{408}{5}$	$\frac{55}{1}$	$\frac{1,21}{3}$	$\frac{43,0}{3}$	23	X	$\frac{C_5N_4K_5D_3A_3}{P_2\Gamma_1}$
1,5 км на север от д. Боходой / 1.5 km north of the village of Boholdoi	Фон, разнотравно-осоково-злаковый заболоченный луг / Background area, grass-sedge-cereal swampy meadow	Аллювиальная перенейно-глебовая / Fluvisols H 0-37 G 37	H	8,2	$\frac{16,4}{5}$	-	$\frac{18,1}{4}$	$\frac{78}{3}$	$\frac{670}{5}$	$\frac{36}{5}$	$\frac{0,60}{5}$	$\frac{9,7}{1}$	28	O	$\frac{C_5N_4K_5\Gamma_5D_5}{P_2A_1}$
1,5 км на юг от с. Баяндай / 1.5 km south of the v. Bayandai	Злаково-разнотравный остепненный луг с единичными березами / Grass-forb steppe meadow with single birches	Чернозем / Chernozem AU 0-37 BCA 37-45 Cca 45	AU	7,3	$\frac{30,2}{14,2}$ $\frac{14,2}{5}$	55,66	$\frac{7,00}{2}$	$\frac{234}{5}$	$\frac{630}{5}$	$\frac{41}{1}$	$\frac{0,69}{5}$	$\frac{13,4}{1}$	24	X	$\frac{C_5P_5K_5D_5}{N_2\Gamma_1A_1}$
1,5 км на С-З от д. Люры / 1.5 km to the north-west of the v. of Lura	Залежь более 10 лет, разнотравно-злаковая степь / Abandoned land for more than 10 years, motley Grass-grasses steppe	Агроchernозем / Anthrosol AU 0-32 BCA 32-40 Cca 40	AU	8,3	$\frac{7,4}{4}$	6,59	$\frac{1,40}{1}$	$\frac{24}{1}$	$\frac{204}{3}$	$\frac{44}{1}$	$\frac{0,90}{5}$	$\frac{64,7}{4}$	19	X	$\frac{C_4K_5D_3A_4}{N_1P_1\Gamma_1}$

Примечание: D – плотность (г/см<sup>3</sup>); A – содержание агрономически ценных агрегатов (%); Г – содержание физической глины (%); ΣБ – сумма баллов; ОП – оценка плодородия почв по сумме баллов (отличное – O, хорошее – X, удовлетворительное – У, неудовлетворительное – H, плохое – П); Составные плодородия почв по отдельным компонентам: 5 – отличное, 4 – хорошее, 3 – удовлетворительное, 2 – неудовлетворительное, 1 – плохое; ИП – индекс плодородия, включает содержание: гумуса (С), нитратного азота (N), подвижного фосфора (P) и калия (K); в числителе показатели в удовлетворительном, хорошем и отличном состоянии, в знаменателе – в неудовлетворительном и плохом /

Notes: D – density (g/cm<sup>3</sup>); A – content of agronomically valuable aggregates (%); Г – content of physical clay (%); ΣБ – Sum of points (balls); ОП – assessment of soil fertility by the sum of points (excellent – O, good – X, satisfactory – Y, unsatisfactory – H, bad – P); The state of soil fertility for individual components: 5 – excellent, 4 – good, 3 – satisfactory, 2 – unsatisfactory, 1 – poor; ИП – fertility index, it contains: humus (C), nitrate nitrogen (N), mobile phosphorus (P) and potassium (K); in the numerator indicators in satisfactory, good and excellent condition, in the denominator – in unsatisfactory and poor condition

Так, принимая во внимание законы эквивалентности, незаменимости и ограничивающего фактора мы разработали оценку состояния уровня плодородия почв в экспоненциальной форме (индекс плодородия – ИП), указав при этом оценку всех показателей в одном индексе. По ИП можно видеть качественную оценку отдельных показателей почв (например, С – содержание гумуса), находящихся в «хорошем» (числитель) или «плохом» (знаменатель) состояниях. Цифра рядом с показателем (например, С<sub>3</sub>) показывает количественную оценку. Данный индекс прост и понятен в практическом применении производителями для качественной (а также количественной на период проведения опытов) оценки земель и возможного их дальнейшего использования в сельском хозяйстве. Для конкретных мероприятий по повышению уровня плодородия почв необходимы дополнительные исследования, например, по содержанию соединений азота, так как они мобильны или рН солевой вытяжки (в случае кислых почв). При необходимости (в различных условиях) можно в ИП вводить новые показатели.

Используемые в расчете ИП показатели: С – содержание гумуса; N – нитратного азота; P – фосфора; K – калия; A – агрономически ценных агрегатов; Г – физической глины; D – плотность почв. Числитель дает показатели с удовлетворительными (3 балла), хорошими (4) и отличными (5) состояниями, знаменатель – с неудовлетворительными (2) и плохими (1).

Например, ИП первой площадки:

$$\frac{C_3 N_5 P_4 K_5 D_3}{\Gamma_1 A_2}$$

где С<sub>3</sub> – содержание гумуса среднее (состояние – удовлетворительное); N<sub>5</sub> – содержание нитратного азота очень высокое (отличное); P<sub>4</sub> – содержание подвижного фосфора выше среднего (хорошее); K<sub>5</sub> – содержание подвижного калия высокое (отличное); D<sub>3</sub> – плотность почв средняя (удовлетворительное); Г<sub>1</sub> – содержание физической глины высокое (плохое); A<sub>2</sub> – содержание агрономических ценных агрегатов низкое (неудовлетворительное).

Из ИП первого участка видно, что большинство показателей находятся в «отличном», «хорошем» и «удовлетворительном» состоянии, в «плохом» и «неудовлетворительном» состоянии показатели: содержание физической глины (высокая концентрация) и агрономически ценных агрегатов (низкая). По сумме баллов всех показателей (ОП = 23) почвы находятся в «хорошем» состоянии.

По предложенной схеме проведена оценка уровня плодородия почв ключевых участков района в баллах и в виде индекса.

Близкой к нейтральной, нейтральной и слабощелочной реакции (рН<sub>водн</sub> от 7,2 до 6,5) обладают серые, черноземы глинисто-иллювиальные почвы и их агрогенные аналоги. (Агро)дерново-подзолистые почвы, которые иногда используют в сельском хозяйстве области, часто имеют близкую к нейтральной реакции верхних горизонтов и слабощелочную реакцию подстилающих пород, что является спецификой региона (литологическая неоднородность почвообразующих и подстилающих пород). Почвы с кислой реакцией в исследуемых Баяндаевском и Эхирит-Булагатском районах встречаются очень редко, хотя в целом по Иркутской области они имеют широкое распространение. Слабощелочную и щелочную реакцию (рН<sub>водн</sub> – 7,2–8,3) имеют почвы сельхозугодий, в следствии припахивания нижних карбонатных горизонтов. Для характеристики кислых почв и расчета нормативов внесения извести используется рН солевой вытяжки. В исследуемом районе кислые почвы на сельхозугодьях не встречаются, поэтому данный показатель не использовали. Известкование почв не требуется. В почвах большинства площадок содержание гумуса имеет значения среднего, выше среднего и высокого уровня (удовлетворительное, хорошее и отличное состояние). Концентрация гумуса в почвах колеблется от низкого (2,6 %) на пашнях до высокого (14,2 %) уровня на условно «фоновых» участках. В агроотемно-гумусовой, агроземе темном под паром и на пашне (п. Усть-Ордынский, с. Кулункун) зафиксировано самое низкое содержания гумуса (2,6–3,1 %). В аллювиальных перегнойно-глеевых, аллювиальных агроперегнойно-глеевых, черноземах и агрочерноземах фоновых, используемых и заброшенных участков Баяндаевского района наблюдается повышенное содержание гумуса (12,2–19,0 %).

Содержание подвижного фосфора в гумусовых горизонтах почв варьирует от низкого и очень низкого (5–39 мг/кг) на различных участках (фоновых, используемых и залежных) до высокого (230–234 мг/кг) в естественных ландшафтах, что связано с разнообразием пород. Почвы большинства изученных площадок среднего и высокого уровней содержания калия (204–670 мг/кг). Высокая и низкая концентрация калия установлена в почвах фоновых, используемых и заброшенных участков, что также связано с разнообразием пород.

Содержание аммиачного азота в верхних горизонтах составляет 5,3–55,7 мг/кг. Концентрация нитратов не превышает гигиенические нормы, варьирует от 1,0 до 30,9 мг/кг. Большинство исследуемых участков характеризуется содержанием нитратов в почвах средними и высокими значениями. Содержание нитратов в дерново-подзолистых почвах под лесом, а также в черноземе и агрочерноземе глинисто-иллювиальном некоторых пашен и залежей очень низкое. Самые высокие значения нитратов в почвах встречаются на пашнях (как следствие применения удобрений) и залежах более 20 лет.

По содержанию физической глины (фракции частиц < 0,001 мм – от 33 до 55 %) почвы в основном находятся в плохом состоянии, иногда в отличном, что связано в большей части с естественными факторами и наследовано от подстилающих пород.

Показатели плотности почв варьируют от 0,60 до 1,48 г/см<sup>3</sup> в верхних горизонтах исследованных почв, что говорит об их различном состоянии от отличного до неудовлетворительного. Самые высокие показатели плотности установлены в пахотных и подпахотных горизонтах почв, самые лучшие (низкие) – в почвах фоновой территории.

Содержание агрономически ценных агрегатов в гумусовых и пахотных горизонтах составляет от 10 до 84 %, что свидетельствует о разнообразном состоянии структуры (от «плохой» до «отличной»). «Отличное» состояние структуры отмечено в подпахотных горизонтах агрочерноземов и агроземов темных под паром и в темногумусовых горизонтах фоновых участков.

Таким образом, в связи с благоприятными климатическими условиями небольшого участка Иркутско-Черемховской равнины относительно всей области, окруженного средневысотными плато и горными хребтами, большая часть земель Баяндаевского и Эхирит-Булагатского районов характеризуется положительными характеристиками агрохимических и агрофизических свойств.

**Заключение.** На основе полученных результатов разработана шкала для качественной оценки возможности использования земель

в сельском хозяйстве (для культурных зерновых растений). Предложен методический подход к оценке уровня плодородия земель по почвенным показателям с учетом региональных особенностей. В результате проведенных исследований выявлено, что состояние плодородия почв большей части площади используемой территории Баяндаевского и Эхирит-Булагатского районов Иркутской области в сельском хозяйстве оценивается как благополучное («хорошее», «отличное»). По составленным картам площадь сельскохозяйственных земель исследуемых районов занимает 48 % территории, из них 16 % – залежи. Отличными показателями характеризуются почвы «фоновых» (незадействованных в хозяйственной деятельности) территорий и залежей более 20 лет. Содержание подвижного фосфора и калия, физической глины в почвах сильно варьирует независимо от использования, что обусловлено разнообразием подстилающих пород.

Большая половина площади как используемых, так и заброшенных сельскохозяйственных земель по показателям уровня плодородия почв оценивается как «хорошее». В некоторых случаях в ряду отрицательных характеристик почв находятся: плотность, содержание основных элементов питания, физической глины, структура. В почвах некоторых площадок имеется малое количество подвижного фосфора и калия, иногда нитратного азота.

По содержанию физической глины и агрономически ценных агрегатов почвы некоторых участков находятся в «плохом» и «удовлетворительном» состояниях. Почвы большей части залежей исследуемых районов имеют хороший и средний уровень плодородия и могут быть введены в сельскохозяйственный оборот. При разумном применении различных мероприятий (посев сидератов, почвоуглубление, рыхление, внесение органических, минеральных удобрений и др.) эти земли пригодны для производства зерна, картофеля, мяса и молока крупного рогатого скота; узкоспециализированной сельскохозяйственной деятельности (свинина, птица и яйцо, овощеводство, плоды и ягоды). Возможно выращивание ранних культур (зернобобовые, картофель, зерновые колосовые и др.).

#### *Список литературы*

1. Лопатина Д. Н., Белозерцева И. А. Сельскохозяйственные земли бассейна р. Оса: использование и уровень плодородия. Региональные геосистемы. 2023;47(3):392–405. DOI: <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-3-392-405> EDN: ERSVQD
2. Шафран С. А. Динамика плодородия почв Нечерноземной зоны и его резервы. Агрохимия. 2016;(8):3–10. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26470171> EDN: WHGKOZ

3. Сычев В. Г., Шафран С. А., Виноградова С. Б. Плодородие почв России и пути его регулирования. *Агрохимия*. 2020;(6):3–13. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0002188120060125> EDN: POXVQI
4. Sychev V. G., Naliukhin A. N., Shevtsova L. K., Rukhovich O. V., Belichenko M. V. Influence of fertilizer systems on soils organic carbon content and crop yield: results of Long-term field Experiments at the geographical Network of Research station in Russia. *Eurasian Soil Science*. 2020;53(12):1794–1808. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229320120133>
5. Подколзин А. И. Эффективность удобрений в земледелии Ставрополя. *АПК: экономика, управление*. 2000;(1):82–84.
6. Агеев В. В., Есаулко А. Н., Стороженко А. Ю., Подколзин А. И. К вопросу биологизации систем удобрения в севооборотах. *Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д. Н. Прянишникова*. 2003;(117):3–5.
7. Шпедт А. А., Козлова А. А., Белозерцева И. А., Гранина Н. И., Лопатовская О. Г., Киселева Н. Д., Куклина С. Л., Мартынова Н. А., Лопатина Д. Н. Почвенно-экологическая оценка сельскохозяйственных земель Красноярского края, Иркутской области, Республики Бурятия. *Земледелие*. 2022;(1):9–13. DOI: <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-1-9-13> EDN: JLLQAT
8. Козлова А. А., Белозерцева И. А., Лопатина Д. Н. Почвы Южного Предбайкалья: разнообразие и закономерности пространственного распространения. *География и природные ресурсы*. 2021;42(1):103–114. DOI: <https://doi.org/10.15372/GIPR20210112> EDN: OUQCHY
9. Убугунов Л. Л. Почвенные ресурсы республики Бурятия, их агроэкологическое состояние и рациональное использование. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова*. 2020;(2(59)):35–46. DOI: <https://doi.org/10.34655/bgsha.2020.59.2.005> EDN: SXZGZM
10. Серышев В. А., Солодун В. И. Агротраншафтное районирование Иркутской области. *География и природные ресурсы*. 2009;(2):86–94. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12787013> EDN: KTVGZX
11. Калеп Л. Л. К проблеме экологизации аграрного землепользования Байкальской природной территории. *География и природные ресурсы*. 2003;(2):41–44.
12. Пехтерева Е. А. Регулирование внедрения ГМО в производство продуктов питания: пример Канады. *Россия и современный мир*. 2023;(1):78–94. DOI: <https://doi.org/10.31249/rsm/2023.01.05> EDN: JUKTNG
13. Будыко М. И. *Климат и жизнь*. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 470 с.
14. Черемисинов А. Ю., Черемисинов А. А., Плотников С. А. Уплотнение орошаемых почв от воздействия сельскохозяйственных машин. *Лесотехнический журнал*. 2013;(4):156–160. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21104508> EDN: RTVOWL
15. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий и рекомендации по применению удобрений в МО «Усть-Алтан» Осинского района Иркутской области. Под ред. М. В. Бутырина. Иркутск: ФГБУ ЦАС «Иркутский», 2009. 27 с.
16. Сиявский И. В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия чернозёмов лесостепного Зауралья. Челябинск: ЧГАУ, 2001. 274 с.

### References

1. Lopatina D. N., Belozertseva I. A. Agricultural land of the Osa river basin: use and level of fertility. *Regional'nye geosistemy = Regional Geosystems*. 2023;47(3):392–405. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-3-392-405>
2. Shafran S. A. The dynamics of soil fertility in the non-chernozem zone and its reserves. *Agrokhimiya*. 2016;(8):3–10. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26470171>
3. Sychev V. G., Shafran S. A., Vinogradova S. B. Soil fertility in Russia and ways of its regulation. *Agrokhimiya*. 2020;(6):3–13. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S0002188120060125>
4. Sychev V. G., Naliukhin A. N., Shevtsova L. K., Rukhovich O. V., Belichenko M. V. Influence of fertilizer systems on soils organic carbon content and crop yield: results of Long-term field Experiments at the geographical Network of Research station in Russia. *Eurasian Soil Science*. 2020;53(12):1794–1808. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1064229320120133>
5. Podkolzin A. I. The effectiveness of fertilizers in Stavropol agriculture. *APK: ekonomika, upravlenie*. 2000;(1):82–84. (In Russ.).
6. Ageev V. V., Esaulko A. N., Storozhenko A. Yu., Podkolzin A. I. On the issue of biologization of fertilizer systems in crop rotations. *Byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta agrokhimii im. D. N. Pryanishnikova*. 2003;(117):3–5. (In Russ.).
7. Shpedt A. A., Kozlova A. A., Belozertseva I. A., Granina N. I., Lopatovskaya O. G., Kiseleva N. D., Kuklina S. L., Martynova N. A., Lopatina D. N. Soil and ecological assessment of agricultural lands in the Krasnoyarsk territory, Irkutsk region, and the Republic of Buryatia. *Zemledelie*. 2022;(1):9–13. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2022-1-9-13>

8. Kozlova A. A., Belozertseva I. A., Lopatina D. N. Soils of Southern Cisbaikalia: diversity and spatial distribution patterns. *Geografiya i prirodnye resursy* = Geography and Natural Resources. 2021;42(1):103–114. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15372/GIPR20210112>

9. Ubugunov L. L. Soil resources of the republic of Buryatia, agroecological conditions and rational use. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V. R. Filippova* = Bulletin of Buryat State Academy of Agriculture. 2020;(2(59)):35–46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.34655/bgsha.2020.59.2.005>

10. Seryshev V. A., Solodun V. I. Agro-landscape zoning of the Irkutsk region. *Geografiya i prirodnye resursy* = Geography and Natural Resources. 2009;(2):86–94. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12787013>

11. Kalep L. L. On the problem of ecologization of agricultural land use of the Baikal natural territory. *Geografiya i prirodnye resursy* = Geography and Natural Resources. 2003;(2):41–44. (In Russ.).

12. Pekhtereva E. A. Regulation of GMO integration in food production: the case of Canada. *Rossiya i sovremennyy mir* = Russia and the contemporary world. 2023;(1):78–94. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31249/rsm/2023.01.05>

13. Budyko M. I. Climate and life. Leningrad: *Gidrometeoizdat*, 1971. 470 p.

14. Cheremisinov A. Yu., Cheremisinov A. A., Plotnikov S. A. Consolidation of irrigated soils from the effects of agricultural machines. *Lesotekhnicheskii zhurnal* = Forestry Engineering Journal. 2013;(4):156–160. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21104508>

15. Agrochemical characteristics of soils of agricultural lands and recommendations for the use of fertilizers in the Ust-Altan MO of the Osinsky district of the Irkutsk region. *Pod red. M. V. Butyrina*. Irkutsk: *FGBU TsAS «Irkutskiy»*, 2009. 27 p.

16. Sinyavskiy I. V. Agrochemical and ecological aspects of the fertility of chernozems of the forest-steppe Trans-Urals. Chelyabinsk: *ChGAU*, 2001. 274 p.

#### *Сведения об авторах*

✉ **Белозерцева Ирина Александровна**, кандидат геогр. наук, зав. лабораторией, ФГБУН Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, ул. Улан-Баторская, д. 1, г. Иркутск, Российская Федерация, 664033, e-mail: [postman@irigs.irk.ru](mailto:postman@irigs.irk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7995-2298>, e-mail: [belozia@mail.ru](mailto:belozia@mail.ru)

**Лопатина Дарья Николаевна**, кандидат геогр. наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, ул. Улан-Баторская, д. 1, г. Иркутск, Российская Федерация, 664033, e-mail: [postman@irigs.irk.ru](mailto:postman@irigs.irk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2696-0822>

#### *Information about the authors*

✉ **Irina A. Belozertseva**, PhD in Geography, Head of the Laboratory, V. B. Sochava Institute of Geography of Siberian Branch RAS, Ulan-Batorskaya Str., 1, Irkutsk, Russian Federation, 664033, e-mail: [postman@irigs.irk.ru](mailto:postman@irigs.irk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7995-2298>, e-mail: [belozia@mail.ru](mailto:belozia@mail.ru)

**Darya N. Lopatina**, PhD in Geography, senior researcher, V. B. Sochava Institute of Geography of Siberian Branch RAS, Ulan-Batorskaya Str., 1, Irkutsk, Russian Federation, 664033, e-mail: [postman@irigs.irk.ru](mailto:postman@irigs.irk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2696-0822>

✉ – Для контактов / Corresponding author