

УДК 631.474

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-333-10-52-56>Еремина И.Г.,
Куткина Н.В.Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение«Научно-исследовательский институт
аграрных проблем Хакасии».

(ФГБНУ «НИИАП Хакасии»)

655132, Россия, Республика Хакасия,
Усть-Абаканский р-н, с. Зеленое,
ул. Садовая, 5

E-mail: e.i.g.231720@yandex.ru

Ключевые слова: чернозем, каштановая
почва, агроклиматический индекс,
почвенно-экологический индекс, балл
бонитета, агроэкологическая оценка
земель.**Для цитирования:** Еремина И.Г., Куткина
Н.В. Оценка природного потенциала
пахотных земель и пригодности под
сельскохозяйственные культуры в
предгорной части Бейского района
Республики Хакасия // Аграрная наука.
2019; (11–12): 52–56.

DOI: 10.32634/0869-8155-2019-333-10-52-56

I.G. Eremina,
N.V. KutkinaFederal State Budget Scientific Institution
"Research Institute of Agrarian Problems of
Khakassia."

(FGBNU "NIAP Khakassia")

655132, Russia, Republic of Khakassia,
Ust-Abakan district, s. Zelenoe,
st. Sadovaya, 5

E-mail: e.i.g.231720@yandex.ru

Key words: chernozem, chestnut soil, agro-
climatic index, soil-ecological index, bonitet
score, agroecological assessment of land.**For citation:** Eremina I.G., Kutkina N.V.
Assessment of the natural potential of arable
land and suitability for crops in the foothills
of the Beyskiy region of the Republic of Kha-
kassia // Agrarian Science. 2019; (11–12):
52–56. (In Russ.)

DOI: 10.32634/0869-8155-2019-333-10-52-56

Оценка природного потенциала пахотных земель и пригодности под сельскохозяйственные культуры в предгорной части Бейского района Республики Хакасия

АННОТАЦИЯ

Резюме. Проведена сравнительная оценка природного потенциала земель сельскохозяйственного назначения предгорной части Бейского района Республики Хакасия. Оценочный балл определен по почвенно-экологическому индексу (ПЭИ), который определяется через произведение почвенного, климатического и агрохимического индексов. При оценке агроклиматических условий учитывались следующие показатели: коэффициент континентальности (КК), коэффициент увлажнения (КУ), рассчитывался итоговый климатический показатель (ИКП).**Результаты.** Установлено, что по природно-климатическим зонам закономерно снижается климатический индекс в ряду: лесостепь, настоящая степь, сухая степь, вследствие уменьшения влагообеспеченности территории. В этом же направлении изменяется и ПЭИ, наиболее ценные почвы формируются в лесостепной зоне и представлены черноземами выщелоченными, а также обыкновенными предгорной степи, максимальный бонитет для размещения зерновых культур имеют их недеградированные аналоги со средними баллами бонитета 55,1 и 44,2. Менее ценные почвы выделены в степной зоне, где ПЭИ южных черноземов снижается до 37 баллов, а в деградированных аналогах до 32, что ведет к значительному снижению урожайности зерновых культур в этой зоне. В сухой степи, где распространены темно-каштановые и каштановые почвы, оценка составила в среднем 30 баллов. На этой территории выделяются сильно деградированные каштановые карбонатные почвы, имеющие наименьшую ценность и самый низкий оценочный балл (ПЭИ 10), а также южные черноземы легкосуглинистого и супесчаного гранулометрического состава (ПЭИ 16,6), сильнодеградированные. Значения бонитета не позволяют специализироваться здесь в направлении возделывания зерновых культур, это малопродуктивные почвы и не пригодны для пахотного использования.

Assessment of the natural potential of arable land and suitability for crops in the foothills of the Beyskiy region of the Republic of Khakassia

ABSTRACT

A comparative assessment of the natural potential of agricultural land in the foothills of the Bay region of the Republic of Khakassia is carried out. The assessment point is determined by the soil-ecological index, which is determined through the product of soil, climate and agrochemical indices. When assessing agro-climatic conditions, the following indicators were taken into account: continentality coefficient, humidification coefficient, and the final climatic indicator was calculated.**Results.** It has been established that in the climatic zones, the climatic index in the series is naturally decreasing: forest-steppe, real steppe, dry steppe, due to a decrease in the territory's moisture supply. PEI is changing in the same direction, the most valuable soils are formed in the forest-steppe zone and are represented by leached chernozems, as well as ordinary foothill steppes, their non-degraded counterparts with a maximum bonitet score of 55.1 and 44.2 have a maximum bonitet. Less valuable soils are allocated in the steppe zone, where the PEI of the southern chernozems decreases to 37 points, and in degraded counterparts to 32, which leads to a significant decrease in the yield of grain crops in this zone. In the dry steppe, where dark chestnut and chestnut soils are common, the average score was 30 points. Highly degraded chestnut carbonate soils with the least value and the lowest grading point, as well as southern loamy and loamy granular composition black soil, highly degraded, are distinguished in this territory. Bonitet values do not allow specializing here in the direction of cultivating crops, these are unproductive soils and are not suitable for arable use.

Введение

В настоящее время сохраняется интерес к изучению почвенных ресурсов по отдельным регионам страны, определяемым в результате оценки их природного потенциала. Почвенно-экологические принципы оценки земельных ресурсов имеют особую актуальность для юга Средней Сибири, поскольку ее территория характеризуется многообразием и сложностью экологических условий почвообразования, которые существенно меняются не только в границах почвенного типа и подтипа, но и в местных условиях ландшафта. Вместе с тем известно, что оценка агроклиматических ресурсов территории, которые в значительной степени определяют продуктивность сельскохозяйственных культур, должна лежать в основе такой системы оценки [1–4]. На основе многолетних исследований и анализа статистических данных отмечается современное неудовлетворительное использование земель сельскохозяйственного назначения юга Средней Сибири для ведения земледелия [5]. В то же время эта территория имеет разрозненные характеристики почвенного покрова с позиций пригодности к использованию как сельскохозяйственных угодий. Современные агроэкосистемы характеризуются нестабильностью и пониженной способностью противостоять деградиационным процессам, которые могут быстро ухудшить качество земель и сделать использование их для выращивания сельскохозяйственных культур нерентабельным. Поэтому качественная оценка земель с учетом местных экологических условий конкретной территории, например, предгорной части Бейского района Хакасии, представляет большой интерес. Каждая почва, формирующаяся в конкретных экологических условиях, соответствует определенному почвенно-экологическому индексу (ПЭИ), величина которого определяет уровень плодородия почвы и ее бонитет для каждой выращиваемой сельскохозяйственной культуры. Согласно системе оценки пригодности почв под угодья и культуры показатели бонитетов почв, такие как содержание гумуса, питательные вещества и нормативы доступности их для сельскохозяйственных культур, требуют регионального подхода [6].

Цель исследований — провести оценку природного потенциала пахотных земель и пригодности под сельскохозяйственные культуры в условиях изменения климата в предгорной части Бейского района Хакасии.

Методика

Исследования проводили с использованием методики, разработанной И.И. Кармановым в Почвенном институте им. В.В. Докучаева [7]. Основу методики составляет расчет почвенно-экологических индексов (ПЭИ), количественно отражающих природный потенциал пахотных земель в баллах (от 1 до 100) продуктивности группы ведущих сельскохозяйственных культур. ПЭИ — универсальный линейный показатель, интегрирующий почвенный индекс, агрохимические и климатические показатели. Суть методики заключается в сопоставлении полученных в ходе исследования данных о климатических, агрохимических и, главное, почвенных условиях территории с требованиями сельскохозяйственных культур к установленному перечню факторов. Методика учитывает и сопоставляет с эталоном плотность почвы, гранулометрический состав, показатели содержания гумуса, pH, P_2O_5 , K_2O , индексы водной и ветровой эрозии, засоления, щебнистости, а также сумму положительных температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, коэффициенты увлажнения и континентальности. Методика также позволяет

рассчитать баллы бонитета пашни, пригодной для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур на территориях агроэкосистем любых масштабов — от конкретного участка поля до области, республики в пределах почвенно-климатической зоны. В оценочные параметры включены климатические факторы соответствующего масштаба осреднения, поэтому, проводя регулярный агроэкологический мониторинг земель, можно изменять и оценочные показатели плодородия почв и продуктивности агроэкологических систем с любым пространственно-временным разрешением, в том числе и для целей прогноза [7].

Вычисление проводили на основе материалов почвенного обследования, структура почвенного покрова ключевых участков определена по морфологическим признакам почвенных разрезов и прикопок. Генетическая принадлежность почв устанавливалась по диагностическим признакам [8]. Местоположение объектов дополнялось высотой и широтным положением, регулирующим распределение тепла и влаги. Для расчета ПЭИ использовали данные по климату [9, 10]. Агрохимические свойства почв определяли в лицензированной лаборатории ФГБУ Государственной станции агрохимслужбы «Хакасская». Результаты исследований обработаны методами дисперсионного анализа и вариационной статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

Территория исследования относится к Бейскому предгорно-степному ландшафтно-географическому району, примыкающему узкой полосой к горной тайге Западного Саяна. Рельеф района холмисто-увалистый с абсолютными высотами 450–600 м и равнинный 400 м [11]. В типовом составе пахотных почв на территории исследования преобладают черноземы разных подтипов: черноземы оподзоленные занимают всего 1%, выщелоченные — 19,3%, обыкновенные — 64,2%, южные — 8,2%, темно-каштановые и каштановые — соответственно по 3,5 и 2,9%. Лугово-черноземные, луговые, солончаки и скелетные почвы занимают незначительную площадь, в совокупности 0,9%, обширных контуров не образуют, распаханность их небольшая.

По выраженности природных условий и приуроченности почв к ландшафтам выделены природно-климатические зоны с различными типами почв: лесостепь (черноземы выщелоченные), настоящая степь (черноземы обыкновенные, южные), сухая степь (темно-каштановые, каштановые). При оценке агроклиматических условий учитывались следующие показатели: коэффициент континентальности (КК), коэффициент увлажнения (КУ), рассчитывался итоговый климатический показатель (ИКП). Климатический индекс находится в диапазоне 5,9–3,8 и снижается при продвижении от лесостепи к сухой степи вследствие уменьшения влагообеспеченности территории (табл. 1).

Наиболее плодородные черноземы выщелоченные развиты в лесостепной зоне с благоприятным сочетанием условий тепло- и влагообеспеченности, занимают выровненные местоположения элювиальных-делювиальных ландшафтов и пологие северные и северо-западные склоны, не подвержены эрозионным процессам (табл. 1). Встречаются среднетяжелые обыкновенные с высокой водоудерживающей способностью (преобладают среднетяжелые глинистые и тяжелосуглинистые разнородности). Недеградированные аналоги обеспечены гумусом от средней до высокой степени (4,6–8,1%), деградированные от средней

Таблица 1.

Агроклиматические показатели почв в разных природно-климатических зонах в предгорной части Бейского района Хакасии

Table 1. Agroclimatic indicators of soils in different climatic zones in the foothills of the Beiskiy district of Khakassia

Местоположение	Широта местности ϕ	$\Sigma t > 10^\circ$	Среднемесячная температура (теплого и холодного месяцев)		Среднегодовая сумма осадков в год, мм	КУ	КК	ИКП
			$t^{\circ}\text{max}$	$t^{\circ}\text{min}$				
Лесостепь предгорий Западного Саяна	52,8	1800	18,2	-16,8	450	0,99	201	5,9
Настоящая степь предгорий Западного Саяна (холмисто-увалистая степь)	53,0	1800	18,2	-16,8	374	0,82	200	4,9
Настоящая степь предгорий Западного Саяна (равнинно-долинная степь)	53,1	1900	18,9	-19,1	380	0,77	217	4,7
Сухая степь предгорий Западного Саяна	53,1	1950	19,4	-20,5	320	0,64	228	3,8

Примечания: КУ — коэффициент увлажнения; КК — коэффициент континентальности; ИКП — итоговый климатический показатель (расчетные данные).

(4,2–5,3%) до низкой (2,2–3,8%). Содержание питательных веществ — фосфора и калия — варьирует от низкого до очень высокого.

В предгорной степи, где нарастает дефицит влаги, по увалам и холмам развиты маломощные обыкновенные черноземы, ниже по южным склонам залегают южные черноземы, по северным склонам располагаются среднечерноземные обыкновенные черноземы, выщелоченные. Из родов черноземов встречаются карбонатные, солонцеватые и солончаковатые. Мелкопрофильные черноземы на галечниках, а также по крутым склонам, легко- и среднесуглинистого состава, подвержены в разной степени эродированным процессам, вызванным совместными действиями водной эрозии и дефляции.

В сухой степи наблюдается дальнейшее ухудшение влагообеспеченности, усиление засушливости климата способствует снижению в 1,5 раза величины климатического индекса, величина почвенного индекса также существенно снижается, с появлением солонцеватости и солончаковатости, процессов эрозии и дефляции, а также скелетных почв. Здесь на хорошо прогреваемых южных склонах холмов и увалов и их выположенных шлейфах распространены малогумусные, маломощные средне- и легкосуглинистые темно-каштановые с содержанием гумуса — 3,5–4,1% и каштановые почвы — 1,8–2,9%.

Расчет почвенно-экологического индекса (ПЭИ) основных типов почв, используемых в сельскохозяйственном производстве, проводили на ключевых участках хозяйств: «Нива», «Означенское» и «Сабинское» (табл. 2).

По природно-климатическим зонам © закономерно уменьшается с 60,4 баллов (недеградированный выщелоченный чернозем) до 10 баллов (сильнодеградированная каштановая карбонатная) в ряду: лесостепь, настоящая степь, сухая степь. В большей степени ПЭИ определяется почвенным и климатическим индексами.

В ряду недеградированных почв черноземы выщелоченные в 1,3 раза превышают качественное состояние черноземов обыкновенных предгорной степи (ПЭИ составляет в среднем 44,4), в 1,5 раз — черноземов южных (ПЭИ — 37,3) и в 1,9 раз — темно-каштановых (ПЭИ — 30,1). Замыкающими в ряду убывания стали каштановые почвы, где ПЭИ — 21,0, что в 2,7 раза ниже. Значительно снижается почвенно-экологический индекс в средне и сильноэродированных землях, а при совместном проявлении эрозии и дефляции балл еще ниже. Здесь выявлены почвы с крайне низкими значе-

ниями, их почвенно-экологический индекс ниже или незначительно отличается от допустимого порогового значения для определения пахотнопригодности, равного 15 баллам [12,13]. Агроэкологическая оценка средне- и сильнодеградированных почв (потенциально опасных к эрозионным процессам) показала, что использование их в пашне возможно при исключении эрозионных процессов, а последние исключить из пахотного использования. Земли, подверженные эрозии, выявлены преимущественно в лесостепи, дефляция больше распространена в степной зоне.

Рассчитаны баллы бонитетов по ПЭИ для зерновых культур зональных почв предгорной лесостепи, настоящей и сухой степи. К зерновым культурам, допущенным к использованию в почвенно-климатической зоне Бейского района [14], относятся различные сорта пшеницы мягкой озимой, мягкой и твердой яровой, овса, ячменя ярового с различными сроками созревания от среднеранних до среднепоздних. По справочнику агроклиматического оценочного зонирования [15] под ареал возделывания для пшеницы озимой по условиям тепло и влагообеспеченности подходит территория хозяйства «Означенское» с индексами климатического потенциала 4,7 (настоящая степь) и 3,8 (сухая степь). Для пшеницы яровой по условиям выращивания подходит территория настоящей степи (ИКП — 4,9), лесостепи (ИКП — 5,9), сухой степи (ИКП — 3,8). Для ячменя ярового ареал распространения культуры также находится в ряду лесостепь — настоящая степь — сухая степь. Сопоставление полученных баллов бонитета зональных почв выщелоченного чернозема (52,4–57,5) и обыкновенного (47,1–47,8) показывают, что максимальный бонитет для размещения зерновых культур имеют их недеградированные аналоги со средними баллами бонитета 55,1 и 44,2. Яровая пшеница дает самые высокие урожаи на почвах богатых питательными веществами, со среднесильными горизонтами А, которые находятся в хорошо окультуренном состоянии с высокими (более 50) баллами бонитировки [15]. Ограничивающие факторы выращивания для озимой пшеницы: пониженный температурный режим зимнего периода и обеспеченность влагой во время вегетации. Чем легче почвы, тем большее значение имеют осадки и их распределение.

С нарастанием дефицита влаги и снижения плодородия почв в предгорной степи снижены фактические баллы бонитета черноземов южных: 37,7 — недеградированные и 34,4 — средней деградации, они ниже в

Таблица 2.
Схема производственной апробации
Table 2. Scheme of production testing

1,3 раза превышают качественное состояние среднесуглинистых среднегумусных черноземов обыкновенных

Почва	ПЭИ (среднее значение)	Бонитет почв для зерновых культур по ПЭИ	Рассчетный балл бонитета (зональная недеградированная почва)
«Нива»			
Чернозем выщелоченный	60,4±1,76 (недеградированный) 42,5±2,99 (среднедеградированный)	57,9 39,2	52,4
Чернозем обыкновенный	43,7±1,50 (недеградированный) 29,6±5,7 (среднедеградированный) 14,6±1,62 (сильнодеградированный)	42,8 30,5 14,1	47,8
Чернозем карбонатный	39,2 ±1,50 (недеградированный) 31,4±3,15 (среднедеградированный)	38,8 31,1	45,8
Чернозем южный карбонатный	16,6±1,62 (среднедеградированный)	16,6	45,8
Лугово-черноземная	51,5±1,50 (недеградированный)	-	47,8
Темно-каштановая	30,5±2,19 (недеградированный)	30,1	32,9
Каштановая карбонатная	21±1,50 (недеградированный) 16,5±1,04 (среднедеградированный) 10,3±0,2 (сильнодеградированные)	21,4 17,5 10,3	32,1
«Сабинское»			
Чернозем выщелоченный	54,5±4,8 (недеградированный) 27,4±0,2 (среднедеградированный)	52,3 27,4	57,5
Чернозем обыкновенный	45,2±4,1 (недеградированный) 30,6±4,5 (среднедеградированный) 18,0±1,04 (сильнодеградированный)	44,7 30,3 -	47,3
Чернозем южный	33,8±1,3 (недеградированный)	33 835,7	45,1
«Означенское»			
Чернозем обыкновенный	44,5±2,7 (недеградированный) 38,2±1,64 (слабодеградированный) 35,7±1,04 (среднедеградированный)	44,1 37,4 34,7	47,1
Чернозем южный	41,7±1,41 (недеградированный) 34,4±1,47 (слабодеградированный)	42,0 34,4	43,1

1,2 раза баллов зональных, что ведет к значительному снижению урожайности зерновых культур в этой зоне.

Каштановые почвы обладают низким бонитетом, при потенциале 32,9 балла их балл бонитета составил 21,4 — недеградированные и 17,9 — среднедеградированные почвы. Значения бонитета не позволяют специализироваться здесь в направлении возделывания зерновых культур, это малопродуктивные почвы, с низким содержанием гумуса и недостаточной обеспеченностью элементами минерального питания, в то же время они входят в пахотный фонд этой территории. С изменением климата в сторону аридизации величина факторов продуктивности и бонитета почв существенно изменяются, климатический и почвенный фактор в определенной степени играет большую роль в почвенно-экологической пространственной неоднородности.

Выводы

В агроландшафтах предгорной лесостепи и степи с благоприятными климатическими условиями наиболее повышенный потенциал у недеградированных черноземов выщелоченных и обыкновенных с содержанием гумуса 4,6–8,1%, у деградированных аналогов потенциал низкий и средний. По природно-климатическим зонам ПЭИ закономерно уменьшается с 64 баллов (недеградированный выщелоченный чернозем) до 10 баллов (сильнодеградированная каштановая карбонатная) в ряду лесостепь — настоящая степь — сухая степь. В ряду недеградированных почв черноземы выщелоченные в

предгорной степи, в 1,5 раз — черноземов южных и в 1,9 — раз темно-каштановых. Среднедеградированные разности почв (потенциально опасные к эрозионным процессам) с низкими ПЭИ возможно использовать при исключении эрозионных процессов, при проведении почвозащитных и мелиоративных мероприятий. Сильно деградированные каштановые карбонатные почвы, имеющие наименьшую ценность и самый низкий оценочный балл (ПЭИ 10), а также южные черноземы легкосуглинистого и супесчаного гранулометрического состава (ПЭИ 16,6), сильнодеградированные, не пригодны для пахотного использования.

Выщелоченные и обыкновенные черноземы в предгорной степной и лесостепной зонах Хакасии с высоким индексом ПЭИ и бонитетом для зерновых культур, с агроклиматическим потенциалом от 4,7–5,9 единиц создают предпосылки для получения хороших урожаев сельскохозяйственных культур. Каштановые почвы с агроклиматическим потенциалом 3,8 единиц обладают низким баллом бонитета, при потенциале 32,9 балла фактический зерновой снижен на 11,5 баллов у недеградированных и 15 — среднедеградированных. Значения бонитета не позволяют специализироваться здесь в направлении возделывания зерновых культур, это малопродуктивные почвы с низким плодородием и запасами влаги в почве. Сильно- и среднедеградированные почвенные разности с низким бонитетом ограничивают возможность возделывания зерновых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Л.А. Приоритеты и основные направления развития земледелия // *Земледелие*. 2007. № 3. С. 2–4.
2. Максимова Е.Ю. Оценка пространственно-временной изменчивости почвенно-экологического индекса // *Агрофизика*. 2012. № 1(5). С. 1–9.
3. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. Пушкино, 1993. 63 с.
4. Безбородова А.Н., Миллер Г.Ф. Изменение значений почвенно-экологического индекса межгорных котловин горного Алтая в связи с нарастанием аридности // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2011. № 1(5). С. 1176–1179.
5. Савостьянов В.К. Использование земель сельскохозяйственного назначения в засушливых условиях юга Средней Сибири для ведения земледелия: рекомендации. Абакан: Изд-во Хакасского госуниверситета им. Н.Ф. Катанова, 2009. 12 с.
6. Рожков В.А. Опыт разработки национальной системы оценки пригодности земель // *Бюл. почв. ин-та им. В.В. Докучаева*. 2014. Вып. 76. С. 33–51.
7. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В. Почвенно-экологическая оценка и бонитировка почв // *Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв*. М.: Агропромиздат, 1991. С. 161–233.
8. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
9. Чижилова, Н. М. Климатическое районирование Хакасии: автореф. дис. ... канд. географических наук. Томск, 1972. 23 с.
10. Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской Автономной области. Л.: Гидрометеоздат, 1961. 287 с.
11. Куткина Н.В., Еремина И.Г. Изменение основных параметров плодородия чернозема обыкновенного предгорной степи при разном землепользовании // *Достижения науки и техники АПК*. № 6. 2013. С. 47–50.
12. Левыкин С.В., Ахметов Р.Ш., Петрищев В.П. Земля: как оценить бесценное. Методический подход к экономической оценке биопотенциала земельных ресурсов степной зоны / под общ. ред. С. В. Левыкина. Новосибирск: Сибирский экологический центр, 2005. 170 с.
13. Левыкин С.В., Ахметов Р.Ш., Петрищев В.П. [и др.] О внедрении инновационных научных технологий в систему оценки и кадастра земель сельскохозяйственного назначения // *Вестник Оренбургского государственного университета*. № 7. 2004. С. 91–96.
14. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по республике Хакасия на 2017 год / Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва — филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва. Красноярск, 2017. 241 с.
15. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации / под. ред. С.И. Носова. М.: Маросейка, 2010. 208 с.

ОБ АВТОРАХ:

Еремина И.Г., кандидат биологических наук, научный сотрудник
Куткина Н.В., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

REFERENCES

1. Ivanov L.A. Priorities and main directions of development of agriculture // *Agriculture*. 2007. No. 3. P. 2–4.
2. Maksimova E.Yu. Estimation of spatio-temporal variability of soil-ecological index // *Agrophysics*. 2012. No. 1 (5). P. 1–9.
3. Kiryushin V.I. The concept of adaptive landscape farming. Pushchino, 1993. 63 p.
4. Bezborodova A.N., Miller G.F. Change in the values of the soil-ecological index of the intermountain basins of the Altai mountains in connection with the increase in aridity // *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2011. No. 1 (5). P. 1176–1179.
5. Savostyanov V.K. The use of agricultural land in the arid conditions of the south of Central Siberia for farming: recommendations. Abakan: Publishing House of Khakass State University named after N.F. Katanova, 2009. 12 p.
6. Rozhkov V.A. Experience in developing a national system for assessing land suitability // *Bull. soils. Institute of them. V.V. Dokuchaev*. 2014. Issue. 76. P. 33–51.
7. Shishov L.L. Durmanov D.N., Karmanov I.I., Efremov V.V. Soil-ecological assessment and soil appraisal // *Theoretical foundations and ways of regulating soil fertility*. M.: Agropromizdat, 1991. P. 161–233.
8. Classification and diagnostics of Russian soils. Smolensk: Oikumena, 2004. 342 p.
9. Chizhikova, N.M. Climatic zoning of Khakassia: author. dis. ... cand. geographical sciences. Tomsk, 1972. 23 p.
10. Agroclicmatic guide to the Krasnoyarsk Territory and the Tuva Autonomous Region. L.: Gidrometeoizdat, 1961. 287 p.
11. Kutkina N.V., Eremin I.G. Change in the main parameters of the fertility of chernozem of the common piedmont steppe with different land use // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. No. 6. 2013. P. 47–50.
12. Levykin S.V., Akhmetov R.Sh., Petrishchev V.P. Earth: how to appreciate the priceless. Methodological approach to the economic assessment of the biopotential of land resources of the steppe zone / under the general. ed. S.V. Levykina. Novosibirsk: Siberian Ecological Center, 2005. 170 p.
13. Levykin S.V., Akhmetov R.Sh., Petrishchev V.P. [et al.] On the introduction of innovative scientific technologies in the system of assessment and cadastre of agricultural land // *Bulletin of the Orenburg State University*. No. 7. 2004. P. 91–96.
14. The state register of selection achievements allowed for use in the Republic of Khakassia for 2017 / Branch of the Federal State Budgetary Institution "State Commission of the Russian Federation for the Testing and Protection of Breeding Achievements" in the Krasnoyarsk Territory, the Republic of Khakassia and the Republic of Tuva — a branch of the FSBI "State Commission" in the Krasnoyarsk Territory, the Republic of Khakassia and the Republic of Tuva. Krasnoyarsk, 2017. 241 p.
15. Handbook of agroclicmatic assessment zoning of the constituent entities of the Russian Federation / ed. by S.I. Nosov. M.: Maroseyka, 2010. 208 p.

ABOUT THE AUTHORS:

I.G. Eremina, Candidate of Biological Sciences, Researcher
N.V. Kutkina, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher