

УДК 631.474

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-88-92>

исследования / research

**Еремина И.Г.,
Куткина Н.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии», 655132, Россия, Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, с. Зеленое, ул. Садовая, 5
E-mail: e.i.g.231720@yandex.ru

Ключевые слова: база данных, мониторинг, почвенный профиль, почвенный горизонт, географические координаты, свойства почвы, тип почвы, подтип почвы

Для цитирования: Еремина И.Г., Куткина Н.В. Информационная база данных почв Республики Хакасия. Аграрная наука. 2022; 358 (4): 88–92.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-43-88-92>

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи, несут равную ответственность за плагиат и представленные данные.

Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.

**Inna G. Eremina,
Natalia V. Kutkina**

Federal State Budget Scientific Institution "Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia", 655132, Russia, Republic of Khakassia, Ust-Abakan district, s. Zelenoe, st. Sadovaya, 5
E-mail: e.i.g.231720@yandex.ru

Key words: database, monitoring, soil profile, pedological horizon, geographical coordinates, pedological properties, type of soil, subtype of soil

For citation: Eremina I.G., Kutkina N.V. Information soil database of Republic of Khakassia. Agrarian Science. 2022; 358 (4): 88–92. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-358-4-88-92>

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism and presented data.

The authors declare no conflict of interest.

Информационная база данных почв Республики Хакасия

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время создан ряд почвенно-информационных систем различного уровня и направленности, но в Республике Хакасия работы по созданию и применению почвенных баз данных на сегодняшний день представлены в недостаточной степени.

Методы. По общепринятым методикам: почвенно-геоботаническим, картографическим, физическим, агрофизическим и агрохимическим были проведены почвенные исследования. Для создания базы данных использован программный пакет Microsoft Access, с помощью которого систематизирован и унифицирован большой объем экспериментальных данных.

Результаты. На основе многолетних почвенных исследований сформирована и зарегистрирована база данных «Агропочвы предгорий Западного Саяна Хакасии» с широким набором почвенных характеристик для различного целевого назначения и использования. База данных содержит атрибутивную информацию о современном состоянии пахотных и постагрогенных почв предгорья Западного Саяна Республики Хакасия. Совокупность самостоятельных материалов представлена в виде таблиц, запросов, форм, отчетов и каталогов текстовых файлов (.docx), фотографий (.jpg), которые содержат информацию о факторах почвообразования, классификационной принадлежности почв и их распространении по природно-климатическим зонам на территории исследования. В настоящее время база данных включает в себя описание 17 репрезентативных профилей почв с оптимальным набором показателей, детальной характеристикой каждого почвенного горизонта, точной географической привязкой и цифровой фотографией каждого эталонного почвенного разреза. Содержит таксономическую принадлежность доминирующей и сопутствующей почв в различных классификационных системах (ПК РФ; WRB, 2006; FAO, 1988). В качестве основного информационного объекта представлен тип (подтип) почвы, к которому относятся систематизированные показатели почвенных критериев (перечень из 18 полей): морфологическое описание почвенного профиля, показатели, характеризующие свойства почв, химические, физико-химические, агрофизические, водно-физические и другие. Современная БД с разнообразными почвенными свойствами является основой для рационального использования, осуществления мониторинга состояния и охраны почв. Географические координаты почвенных профилей в базе позволяют отобразить их на картах России и внести в Единый государственный реестр почвенных ресурсов России.

Information soil database of Republic of Khakassia

ABSTRACT

Relevance. Currently, a number of soil information systems of various levels and directions have been created, the studies on the creation and application of soil databases are represented insufficiently in the Republic of Khakassia today.

Methods. Were carried out by common methods: at-ground soil and geobotanical studies, cartographic method, physical and agrophysical, agrochemical methods of soil researches. For the database creation the Microsoft Access software package was used, which systematized and unified a large amount of experimental data.

Results. Based on the long-term soil research, the database "Agricultural Soils of the foothills of the Western Sayan of Khakassia" with a wide range of soil characteristics for various purposes and uses was formed and registered. The database contains attribute information about the current state of arable and postagrogenic soils in the foothills of the Western Sayan of the Republic of Khakassia. The set of independent materials is presented in the form of tables, queries, forms, reports and catalogues of text files (.docx), photos (.jpg), which contain information about soil forming factors, soil classification and distribution by natural and climatic zones on the research territory. Currently, the database includes a description of 17 representative soil profiles with an optimal set of indicators, a detailed description of each pedological horizon, an accurate geographical reference and a digital photography of each reference soil profile. It contains the taxonomic attribute of the dominant and codominant soils in various classification systems (SC RF, WRB, 2006; FAO, 1988). The main information object is the type (subtype) of soil, which includes systematized factors of soil criteria (a list of 18 sets): morphological description of the soil profile, indicators of pedological property, chemical, physico-chemical, agrophysical, hydrophysical and other indicators. The contemporary database with a variety of pedologic properties will serve as a basis for the rational use and protection of soils. Geographical coordinates of soil profiles in the database will allow to display them on the maps of Russia and to put them in the Unified state register of soil resources of Russia.

Поступила: 23 февраля 2022
Принята к публикации: 25 апреля 2022

Received: 23 February 2022
Accepted: 25 April 2022

Введение

В настоящее время создан ряд почвенно-информационных систем различного уровня и направленности, от баз данных почвенных ресурсов международно-го уровня до региональных, отличающихся некоторой спецификой [1–4]. Обзор существующих специализированных баз данных о почвах показал, что территория России исследована неравномерно, базы отличаются некоторой спецификой, часто содержат наиболее актуальную информацию для конкретного региона [5, 6].

Несмотря на большое количество исследований в этом направлении, в Республике Хакасия работы по созданию и применению почвенных баз данных на сегодняшний день представлены в недостаточной степени. В государственном реестре почвенных ресурсов России (ЕГРПР) отсутствуют современные данные, характеризующие структуру почвенного покрова Хакасии, основная часть представленной там научной информации составлена с описанием отдельных типов и подтипов почв со ссылкой на источники, датированные 1953–1971 годами [7, 8]. За прошедший период существенно изменился состав структуры почвенного покрова, площади и характер использования земель [9–11].

Республика Хакасия расположена в центральной части Азиатского континента на юге Средней Сибири, общая площадь ее составляет 61,6 тыс. км² — это крупный довольно компактный земледельческий район. Площадь земель категории сельскохозяйственного назначения составляет 1871,9 тыс. га — 30,4% земельного фонда Республики Хакасия. Общая площадь пашни на 01.01.2021 составляет 649,8 тыс. га, посевная площадь сельскохозяйственных культур под урожай 2021 года в хозяйствах всех категорий республики достигла 225,8 тыс. га (34,7%), остальная площадь (65,3%) в настоящее время находится в залежном состоянии [12]. В составе пахотных земель преобладают черноземы — 78,1% площади, другие почвы, представляющие определенную хозяйственную ценность, — 4,3%, а менее продуктивные почвы каштанового ряда составляют 17,6%.

Почвенный покров республики имеет свои особенности и специфические черты, условия почвообразования существенно меняются не только в границах почвенного типа и подтипа, но и местных условий ландшафта. Современные агроэкосистемы характеризуются нестабильностью и пониженной способностью противостоять деградационным процессам. Пестрота почвенного покрова определяется различиями природно-климатических условий и устройством поверхности, проявляется также в результате широкого распространения негативных процессов (прежде всего дефляции), прогрессирующей деградации почв [13]. Площадь пашни с низким содержанием гумуса остается достаточно высокой — 51,9%, среднегумусные почвы составляют 28,9% и только 19,2% почв характеризуются высокой степенью гумусированности. В целом почвы содержат в среднем 4,2% гумуса, а запасы его в слое 20 см составляют 90–100 т/га. Значительную площадь пахотных земель (81,6%) занимают почвы, имеющие низкую и среднюю обеспеченность подвижными формами фосфора, а 15,4% находится в группе почв с очень низкой обеспеченностью. Более благоприятная обеспеченность наблюдается по запасам обменного калия, почвы с низким содержанием занимают 21,6% площади пашни, 37,7% почв имеют среднее содержание этого элемента и 40,7% — повышенное и высокое. Средневзвешенное содержание обменного калия составляет 295 мг/кг почвы (708 кг/га), что соответствует повышенному

уровню обеспеченности этим элементом. Почвы имеют в основном нейтральную, слабощелочную и щелочную реакцию почвенной среды [14].

При высокой степени освоенности и распаханности данной территории снижается эффективность ее земельно-ресурсного потенциала. Это обусловило выбор объектов исследования настоящей работы — агропочв предгорий Западного Саяна. Исследования проводили в Бейском предгорно-степном ландшафтно-географическом районе, примыкающем узкой полосой к горной тайге Западного Саяна. Целью исследований определялось создание базы данных почв предгорных районов юга Средней Сибири.

Территория предгорий Западного Саяна расположена в южной части Республики Хакасия. В системе почвенно-географического районирования территория исследования отнесена в Минусинскую провинцию обыкновенных и южных средне- и маломощных черноземов, выщелоченных черноземов и серых лесных почв [15]. Рельеф района холмисто-увалистый с абсолютными высотами 450–600 м и равнинный (400 м) [16]. По агроклиматическому районированию [17] территория относится к недостаточно теплой (сумма температур выше 10 °С — 1800 °С), недостаточно увлажненной (коэффициент увлажнения — 0,8–1,2).

Создание специфической почвенной базы данных, которая содержит объективные показатели, определяющие качественные и количественные характеристики современного состояния почвенного покрова, имеет особую актуальность для юга Средней Сибири, поскольку ее территория характеризуется многообразием и сложностью экологических условий почвообразования.

На основе современных материалов состояния пахотных и постагrogenных почв предгорий Западного Саяна Хакасии создана База данных почв (Свидетельство о государственной регистрации № 2020620804, от 19 мая 2020 г.), авторами являются Куткина Н.В., Еремина И.Г., правообладателем — ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии» [18].

Методика

В предгорной части лесостепи, настоящей и сухой степи изучались современные изменения плодородия постагrogenных почв методом парных разрезов, привязанные к ранее исследованным участкам. С помощью современных ГИС-технологий и наземными почвенно-геоботаническими исследованиями проведена корректировка почвенной карты. Информационной основой для ГИС послужила почвенная карта, оцифрованная с твердого носителя, М 1:25 000 (Крупномасштабное обследование ..., 1994 г.). Произведено сшивание оцифрованных фрагментов почвенной карты, оцифровка почвенных контуров, корректировка векторного слоя почвенных контуров, координатная привязка к местности.

Генетическую принадлежность почв устанавливали по диагностическим признакам [19, 20]. Физические и агрофизические свойства почв определяли по методикам, изложенным в руководстве [21]. В сертифицированной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Хакасская»» по общепринятым методикам проведены следующие химические анализы почв: гранулометрический состав — методом пипетки с обработкой почвы пирофосфатом натрия; содержание гумуса — по Тюрину в модификации ЦИНАО; общий азот — по Кьельдалю; поглощенные катионы Са и Mg, Na — пламенно-фотометрически; содержание P₂O₅ и K₂O — по Чи-

рикову в черноземах оподзоленных и выщелоченных, по Мачигину — в обыкновенных, южных черноземах и каштановых почвах; pH колориметрическим методом (солевой — в лесостепных почвах и водный — в степных).

Для создания базы данных был использован программный пакет Microsoft Access, с помощью которого систематизирован и унифицирован большой объем экспериментальных данных почвенных исследований, проведенных с 2010 по 2018 гг. Интегрирован большой и разнообразный объем данных: аналитическая и текстовая информация, которая хранилась на бумажных носителях. По цифровой модели описания почв [7] полученный материал систематизирован (единые форма представления данных, набор атрибутов, необходимых для описания почв). Классификация материала определила формирование структуры БД и логическую схему создания файлов по отдельному признаку — территориальному, природно-климатическому, тематическому. Ввод полученных данных производился по требуемой форме, с использованием электронных таблиц на разном уровне обобщения. Математическую обработку результатов исследования осуществляли методами вариационной статистики и дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения SNEDEKORV.4 [22]. Проведен сбор, расчет и заполнение базы данных по свойствам почв.

Результаты исследования и их обсуждение

В типовом составе пахотных и постагрогенных почв на территории исследования преобладают черноземы разных подтипов, по увалам и холмам района развиты в основном маломощные обыкновенные черноземы, ниже по южным склонам залегают южные, по северным склонам располагаются среднемощные обыкновенные, иногда выщелоченные черноземы. В долине встречаются солончаковатые и глубоко солончаковатые южные и обыкновенные черноземы. Каштановые почвы приурочены главным образом к равнинным элементам рельефа, которые соответствуют древним речным террасам. Лугово-черноземные, луговые, солончаки и скелетные почвы занимают незначительную площадь, обширных контуров не образуют, распаханность их небольшая.

Типовой состав пахотных и постагрогенных почв предгорья Западного Саяна Хакасии представлен в таблице 1. В структуре почвенной базы данных определены несколько блоков, сходных по своему распределению и представлению типов данных.

Хранение результатов в виде баз данных позволяет структурировать полученные данные, а также проводить анализ при помощи разнообразных форм, запросов. В общем виде структура отражена в форме основных двумерных таблиц, состоящих из отдельных полей с текстовым типом данных, по ключевым полям осуществляется

Таблица 1. Типовой состав пахотных и постагрогенных почв

Table 1. The typical composition of arable and postagrogenic soils

Наименование почв	Площадь, га	%
Лесостепь		
Тип «чернозем» — всего, в том числе:	15185,9	16,3
подтип «оподзоленный чернозем»	285,6	0,3
подтип «выщелоченный чернозем»	14900,3	16,0
Тип «лугово-черноземная»	292,7	0,3
Тип «луговая»	424,2	0,5
Настоящая степь		
Тип «чернозем» — всего, в том числе:	61304,2	66,0
подтип «обыкновенный чернозем»	45703,1	49,2
подтип «южный чернозем»	15601,1	16,8
Тип «лугово-черноземная»	195,1	0,2
Сухая степь		
Тип «каштановая» — всего, в том числе:	13633,6	14,7
подтип «темно-каштановая»	4837,1	5,2
подтип «каштановая»	8796,5	9,5
Тип «лугово-каштановая»	367,2	0,4
Тип «аллювиальные» — всего, в том числе: подтип «аллювиальная луговая солончаковая» подтип «аллювиальная темноцветная» подтип «аллювиальная темно-бурая»	359,0	0,4
Тип «солончак»	240,9	0,2
Тип «солонец»	726,4	0,8
Слаборазвитая почва	214,4	0,2
Всего земель	92943,6	100

связь со вспомогательными таблицами и документами по всем блокам. Исходные данные сформированы в 23 основных таблицы, 5 таблиц-справочников, систему запросов и отчетных форм. После определения структуры базы данных на основе концептуальной модели, дополнительная информационная часть реализуется различными приложениями.

Схема данных на первом этапе включает в себя выделение природно-климатических зон на территории исследований (лесостепь, настоящая степь, сухая степь) с различными типами почв, характерных для выделенных территорий и занимающих значительную площадь в компонентном составе пахотных земель. Созданная база данных почв «Агропочвы предгорий Западного Саяна Хакасии» представлена несколькими уровнями обобщения — 1) провинция, 2) район, 3) почва лесостепи (чернозем оподзоленный, чернозем выщелоченный, лугово-черноземная, луговая), 4) почва настоящей степи (чернозем обыкновенный, чернозем южный, лугово-черноземная солончаковатая), 5) почва сухой степи (темно-каштановая, каштановая, лугово-каштановая солончаковатая, аллювиальная, солонец средний степной). Для заполнения информационного поля банка данных в этом блоке созданы отдельные документы-файлы, где содержится обязательная справочная информация.

Далее следует структурирование почвенных описаний путем их разделения на таксономические единицы (тип, подтип, род, вид). Исходные данные содержат таксономическую принадлежность доминирующей почвы в рамках действующих отечественных и мировых клас-

сификационных систем, мировой реферативной базы почвенных ресурсов (WRB), представлено авторское название почвы. Имеется описание преобладающих типов, в файловом документе содержится информация и о занимаемой площади изучаемых почв. С целью систематизации данных о строении типичных почвенных профилей применена единая форма показателей.

Следующий блок представлен показателями, которые характеризуют экологические условия местоположения разреза и тип использования территории. Привлекалась информация о региональных особенностях макро-, мезо- и микрорельефа, характере растительного покрова, почвообразующих и подстилающих породах, залегании грунтовых вод, климатических параметрах и др.

Далее следует блок, который содержит количественные (числовые) показатели аналитических данных, характеризует свойства почвы. В структуре почвенной базы данных определены объекты, включающие описание типов (подтипов) почв и почвенные критерии, мета-описание почвенных показателей.

Основным объектом базы данных выступает конкретный почвенный разрез с присущим ему наиболее полным набором почвенных горизонтов, характеризующийся специфическим набором атрибутивных данных. Из многообразия рассматриваемых почв выделены разрезы с наиболее типичным почвенным профилем (почвы, представленные ими, занимают доминирующую площадь в компонентном составе территории в целом). Отдельные подтипы почв разделены по генезису почвообразующих пород и по гранулометрическому составу. В настоящее время база данных включает в себя информацию о 17 почвенных профилях с цифровой фотографией каждого эталонного почвенного разреза.

В результате исследований созданы таблицы почвенных критериев:

- 1) строение и морфологическое описание почвенного профиля (тип, число и индексы почвенных горизонтов, морфологические показатели и элементы);
- 2) химический состав органической части почвы;
- 3) подвижные соединения химических элементов;
- 4) обменные основания;
- 5) вещественный состав и легкорастворимые соли;
- 6) ионный состав;
- 7) гранулометрический состав;
- 8) физические свойства;
- 9) агрегатный состав;
- 10) почвенно-гидролитические константы;
- 11) кислотность и щелочность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесникова В.М., Алябина И.О., Воробьева Л.А., Молчанов Э.Н., Шоба С.А., Рожков В.А. Почвенная атрибутивная БД России. *Почвоведение*. 2010; 8: 899–908.
2. Рожков В.А., Алябина И.О., Колесникова В.М., Молчанов Э.Н., Столбовой В.С., Шоба С.А. Почвенно-географическая БД России. *Почвоведение*. 2010; 1: 3–6.
3. Шоба С.А., Алябина И.О., Колесникова В.М., Молчанов Э.Н., Рожков В.А., Столбовой В.С., Урусевская И.С., Шеремет Б.В., Конюшков Д.Е. Почвенные ресурсы России. Почвенно-географическая БД. - М: ГЕОС. 2010. 128 с.
4. Белобров В.П., Рожков В.А., Столбовой В.С. База данных о структурах почвенного покрова для их классификации. *Почвоведение*. 1993; 7: 83–90.
5. Белоусова Н.И., Мешалкина Ю.Л. Опыт создания унифицированной базы данных бореальных почв России (методические вопросы). *Почвоведение*. 1997; 8: 926–933.
6. Жуланова В. Н., Александрова С. В., Чупрова В.В. Со-

В этом разделе предусмотрена запись числового значения измеряемого атрибута, метода его определения или измерения, а также единиц измерения (учитывая как широко применяемые сейчас единицы, так и принятые ранее в СИ) по единым унифицированным стандартам.

Конкретизацией пространственного размещения разрезов является их географический адрес, который определяется географическими координатами, в настоящее время географический адрес является обязательным атрибутом для БД. База включает информацию о точной географической привязке почвенных профилей с использованием технологии спутниковой навигации GPS. Указанная координационная привязка в дальнейшем поможет обозначить данный почвенный разрез на карте России. Созданы отдельные документы-файлы (документы Word), содержащие качественную (описательную) характеристику изучаемых почв и авторские фотографии почвенных профилей (.jpeg).

Все систематизированные данные занесены в карточку почвенного описания, которая является основным информационным элементом в созданной базе данных почв. Карточка почвенного описания содержит полную информацию о конкретной почве: классификационное положение (название почвы по ПК РФ, по WRB, 2006, по FAO, 1988), дату заложения разреза, координаты и высоту над уровнем моря, морфологическое строение, детальную характеристику каждого почвенного горизонта, большой набор аналитической информации, хозяйственное использование, проявление и степень эрозионных процессов. Из множества отдельных карточек почвенного описания сформирована файловая картотека.

Выводы

База данных содержит информацию о современном состоянии пахотных и постагrogenных почв предгорья. Основной информационный объект — тип (подтип) почвы, содержит набор систематизированных показателей почвенных критериев: факторы почвообразования, морфологическое описание, химические, физические, биологические и другие свойства почв. База данных предназначена для хранения почвенных данных, мониторинга состояния и охраны почв, обоснования кадастровой стоимости земель для различного целевого назначения и использования. Географические координаты почвенных профилей позволят отобразить их на картах России и внести в Единый государственный реестр почвенных ресурсов России.

здание информационной базы данных агроэкологического мониторинга реперных участков Тувы (методический подход). *Вестник КрасГу*. 2012; 5: 228–232.

7. Почвенно-географическая база данных России. Проект Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Режим доступа: www.db.soil.msu.ru/general.htm [Дата обращения 10.10.2020].

8. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2014. — 768 с.

9. Танзыбаев М.Г. Почвы Хакасии. Новосибирск: Наука. 1993. 256 с.

10. Градобоев Н. Д. Природные условия и почвенный покров левобережной части Минусинской впадины. Почвы Минусинской впадины. М: 1954. 183 с.

11. Еремина И.Г., Кутькина 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.

12. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Хакасия в 2021 г. / Департамент по охране окружающей среды Министерства промышленности и природных ресурсов Республики Хакасия. — Абакан: 2021. 190 с.

13. Савостьянов В. К. Условия и особенности формирования агроландшафтов в степной зоне Хакасии. *Докл. Россельхозакадемии*. 1995; 4: 22–25.

14. Градобоева Н.А., Елизарьев В.В., Сиренева Н.В. Мониторинг почвенного плодородия пахотных земель Республики Хакасия. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; 7: 44–47.

15. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. М: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС». 2004. 460 с.

16. Куткина Н. В., Еремина И. Г. Изменение основных параметров плодородия чернозема обыкновенного предгорной степи при разном землепользовании. *Достижения науки и техники АПК*. 2013; 6: 47–50.

17. Чижилова Н.М. Климатическое районирование Хакасии: автореф. дис. ...канд. географических наук. Томск: 1972. 23 с.

18. Свидетельство. 2020620804 Российская Федерация. Агропочвы предгорий Западного Саяна Хакасии/ Н.В. Куткина, И.Г. Еремина; Науч.-исслед. ин-т аграрных проблем Хакасии. -№ 2020620620; заявл. 16.04.2020; опубл. 19.05.2020.

19. Классификация и диагностика почв СССР. М: Колос. 1977. 200 с.

20. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена. 2004. 342 с.

21. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М: Агропромиздат. 1986. 416 с.

22. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН. 2004. — 162с.

REFERENCES

1. Kolesnikova V. M., Alyabina I. O., Vorobyova L. A., Molchanov E. N., Shoba S. A., Rozhkov V. A. Soil attributive database of Russia. *Soil Sci*. 2010; 8: 899–908.

2. Rozhkov V. A., Alyabina I. O., Kolesnikova V. M., Molchanov E. N., Vorobyova L. A., Shoba S. A., Stolbovoy V. S. Soil and geographical database of Russia. *Soil Sci*. 2010; 1: 3–6.

3. Shoba S. A., Alyabina I. O., Kolesnikova V. M., Molchanov E. N., Rozhkov V. A., Stolbovoy V. S., Urusevskaya I. S., Sheremet B. V., Konyushkov D. E. *Soil resources of Russia. Soil-geographical database* (Moscow: GEOS). 2010. 128 p.

4. Belobrov V. P., Rozhkov V. A., Stolbovoy V. S. Database of soil cover structures for their classification. *Soil Sci*. 1993; 7: 83–90.

5. Belousova N. I., Meshalkina Y. L. Experience in creating a unified database of boreal soils in Russia (methodological issues). *Soil Sci*. 1997; 8: 926–933.

6. Zhulanova V. N., Alexandrova S. V., Chuprova V. V. Creation of an information database for agroecological monitoring of reference areas of Tuva (methodological approach) *Bull. KGAU*. 2012; 5: 228–232.

7. Soil and geographical database of Russia. Project of the V. V. Dokuchaev society of soil scientists. Access mode: www.db.soil.msu.ru/general.htm [Accessed 10.10.2020].

8. Unified state register of soil resources of Russia. Version 1.0. M.: Dokuchaev Soil Institute. 2014. -768 p.

9. Tanzybaev M. G. Soil of Khakassia. Novosibirsk: Nauka. 1993. 256 p.

10. Gradoboev N. D. Natural conditions and soil cover of the left-bank part of the Minusinsk depression. Soils of the Minusinsk depression. M: 1954. 183 p.

11. Eremina I. G., Kutkina N. V. Assessment of the natural potential of arable land and its suitability for agricultural crops in the foothill part of the Bey district of the Republic of Khakassia *Ag-*

Sci. 2019; 11–12: 52–56.

12. State Report on the State of the Environment of the Republic of Khakassia in 2021 / Department of Environmental Protection of the Ministry of Industry and Natural Resources of the Republic of Khakassia. — Abakan: 2021. 190 p.

13. Savostyanov V. K. Conditions and features of the formation of agricultural landscapes in the steppe zone of Khakassia. *Docl. RAAS*. 1995; 4: 22–25.

14. Gradoboyeva N. A., Elizaryev V.V., Sireneva N.V. Monitoring of Soil Fertility of Arable Lands in the Republic of Khakassia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2016; 7: 44–47.

15. Dobrovolsky G. V., Urusevskaya I. S. *Soil geography*. M: Publishing house of Moscow State University, Publishing house "KolosS". 2004. 460 p.

16. Kutkina N. V., Eremina I. G. Changes in the main parameters of the fertility of the chernozem of the common foothill steppe with different land use. *Achiev. Sci. Tech. AICis*. 2013; 6: 47–50.

17. Chizhikova N. M. Climatic zoning of Khakassia: author.dis. cand. geographical sciences. Tomsk: 1972. 23 p.

18. Certificate. 2020620804 Russian Federation. Agro-soils of the foothills of the Western Sayan of Khakassia/ N.V. Kutkina, I.G. Eremina; Scientific research, Institute of Agrarian Problems of Khakassia. -No. 2020620620; application 16.04.2020; publ. 19.05.2020.

19. Classification and diagnostics of soils of the USSR. M: Kolos. 1977. 200 p.

20. Classification and diagnostics of Russian soils. Smoiensk: Oikumena. 2004. 342 p.

21. Vadyunina A. F., Korchagina Z. A. Methods of research of physical properties of soils: textbook handbook for universities. M: Agropromizdat. 1986. 416 p.

22. Sorokin O. D. Applied statistics. Krasnoobsk: GUP RPO SO RAAS. 2004. 162 p.

ОБ АВТОРАХ:

Еремина Инна Германовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии
ORCID 0000–0002–9021–2394

Куткина Наталья Васильевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии
ORCID 0000–0001–5678–5925

ABOUT THE AUTHORS:

Eremina Inna Germanovna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia
ORCID 0000–0002–9021–2394

Kutkina Natalya Vasilievna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia
ORCID 0000–0001–5678–5925