

Ахметова Г.В.¹, Бахмет О.Н.², Новиков Г.С.³, Медведева М.В.⁴, Солодовников А.Н.⁵

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ПОЧВЫ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ»: ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ И СТРУКТУРЫ

АННОТАЦИЯ

В настоящее время на основе обширного, полученного более чем за 60 лет исследований материала о почвах и почвенном покрове Республики Карелия созданы многочисленные карты. Составлены базовые почвенные карты различного масштаба как на весь регион, так и на отдельные территории, построены тематические картосхемы физико-химических свойств почв и содержания в них макро- и микроэлементов. В связи с этим для наиболее эффективного использования в научных и практических целях собранная картографическая информация требует систематизации и представления под единой оболочкой. Наиболее перспективным является использование современных технологий и создание геоинформационной системы (ГИС) «Почвы Республики Карелия».

Основой для формирования ГИС являются переведенные в векторный формат архивные карты: Почвенная карта Карелии (масштаб 1 : 500 000, 1955 г.) и листы Государственной Почвенной Карты на территорию Карелии (масштаб 1 : 1 000 000, 1962 г.).

В представленной работе обсуждается концепция и обозначены этапы формирования ГИС «Почвы Республики Карелия». Разработана ее структура, которая состоит из разделов: «Карты природных условий», «Общие почвенные карты», «Тематические почвенные карты», «Материалы почвенных исследований». Таким образом, в состав формирующейся ГИС будут входить векторные, растровые материалы и исходные табличные данные.

Предложенные принципы позволят организовать работу по наполнению ГИС как архивными материалами почвенного наследия, так и данными современных исследований. Данная ГИС предназначена для реализации научных и прикладных задач, обеспечивая базу для организации природно-экологического мониторинга, а также может быть использована различными органами власти, образовательными учреждениями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационные технологии, база данных, почвенный фонд Карелии, почвенные карты.

¹ Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», ул. Пушкинская, д. 11, 185910, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: akhmetova@krc.karelia.ru

² Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», ул. Пушкинская, д. 11, 185910, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: obahmet@mail.ru

³ Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», ул. Пушкинская, д. 11, 185910, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: novikovsergey.nsg@gmail.com

⁴ Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», ул. Пушкинская, д. 11, 185910, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: mariamed@mail.ru

⁵ Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», ул. Пушкинская, д. 11, 185910, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: solod@krc.karelia.ru

**Gulnara V. Akhmetova¹, Olga N. Bakhmet², Sergey G. Novikov³, Maria V. Medvedeva⁴,
Anton N. Solodovnikov⁵**

**DEVELOPMENT OF THE GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM
"SOILS OF THE REPUBLIC OF KARELIA":
DESIGNING THE CONCEPT AND THE STRUCTURE**

ABSTRACT

Numerous maps have been created using the vast material about soils and the soil cover of the Republic of Karelia gathered over more than 60 years of studies. Basic soil maps of various scales have been made both for the entire region and for its parts, thematic schematic maps of the physicochemical properties of soils and the content of macro- and microelements in them were drawn. For this cartographic information to be used for scientific and practical purposes as efficiently as possible, it should be systematized and presented through an integrated interface. The most promising approach is to use modern technology and create the geographical information system (GIS) "Soils of the Republic of Karelia".

The basis for this GIS are the archival maps converted into vector format: The Soil Map of Karelia (1 : 500 000 scale, 1955) and sheets of the State Soil Map for the territory of Karelia (1 : 1 000 000 scale, 1962).

This paper discusses the concept and outlines the stages of constructing the GIS "Soils of the Republic of Karelia". Its structure has been worked out and includes the sections "Maps of natural conditions", "General soil maps", "Thematic soil maps", "Materials of soil studies". Thus, the GIS to be created will include vector and raster materials and primary tabular data.

Owing to the suggested principles, the work to fill the GIS with both archival materials on soil heritage and recent research data can be organized. This GIS is designed to support both purely scientific and applied tasks, providing the basis for environmental monitoring, and can be used by various authorities and educational institutions.

KEYWORDS: geoinformational technologies, database, soils of Karelia, soil maps.

ВВЕДЕНИЕ

Карты являются квинтэссенцией существующих на момент создания знаний об объекте. Составление почвенных карт является важным направлением изучения генезиса, разнообразия почв и географических закономерностей их распределения [Национальный атлас почв..., 2011; Hartemink et al., 2013; Minasny, McBratney, 2015]. В последние десятилетия в практику научных исследований активно внедряются новые ГИС-технологии, которые позволяют упорядочить, хранить и обрабатывать картографическую информацию [Digital soil mapping..., 2006; Comprehensive..., 2017]. Накопленный материал в виде бумажных карт может утратить свое значение из-за ветхого состояния и ограниченной возможности исполь-

¹ Forest Research Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya str., 11, 185910, Petrozavodsk, Russia, *e-mail*: akhmetova@krc.karelia.ru

² Forest Research Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya str., 11, 185910, Petrozavodsk, Russia, *e-mail*: obahmet@mail.ru

³ Forest Research Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya str., 11, 185910, Petrozavodsk, Russia, *e-mail*: novikovsergey.nsg@gmail.com

⁴ Forest Research Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya str., 11, 185910, Petrozavodsk, Russia, *e-mail*: mariamed@mail.ru

⁵ Forest Research Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya str., 11, 185910, Petrozavodsk, Russia, *e-mail*: solod@krc.karelia.ru

зования, поэтому сейчас очень актуальна проблема перевода картографических источников в цифровой вариант [Цифровая почвенная картография..., 2012]. Возможности использования цифровых почвенных карт очень широки, они позволяют использовать геоинформационные методы для осуществления пространственного анализа почвенного покрова исследуемой территории, а также создавать и визуализировать карты по каждому параметру атрибутивной базы данных [Мешалкина, 2012; Grunwald et al., 2011].

В настоящее время на основе обширного, полученного более чем за 60 лет исследований материала о почвах и почвенном покрове Республики Карелия (РК) созданы многочисленные карты [Картография Карелии, 2014а, б]. Составлены базовые почвенные карты различного масштаба как на весь регион [Почвенная карта Карелии, 1955; Государственная почвенная карта..., 1962; Марченко, 1962], так и на отдельные территории [Морозова, 2002], построены тематические картосхемы физико-химических свойств почв и содержания в них макро- и микроэлементов [Федорец и др., 2008]. В связи с этим для наиболее эффективного использования в научных и практических целях собранная картографическая информация требует систематизации и представления под единой оболочкой. Наиболее перспективным является использование современных технологий и создание геоинформационной системы (ГИС) «Почвы Республики Карелия», которая бы объединила имеющуюся картографическую информацию о почвах Республики Карелия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для формирования основы ГИС «Почвы Республики Карелия» будут использованы следующие материалы, в том числе переведенные в векторный формат архивные карты:

1. Листы Государственной Почвенной Карты на отдельные участки территории Карелии (М. 1 : 1 000 000, 1962 г.). В 2001 г. был подготовлен векторный вариант данной карты. Топ основой являлась векторная электронная карта Республики Карелия «Аэрогеодезия» 1995 г. М. 1 : 1 000 000. Векторизация проводилась в ручном режиме с помощью программного продукта MapInfo Professional 8.5. Всего было оцифровано 3366 полигонов, отражающих элементы почвенного покрова Республики Карелия.

2. Почвенная карта М. 1 : 500 000, составитель О.Н. Михайловская, 1955 г. Данная карта является самой подробной почвенной картой региона на данный момент. Векторизация карты также проводилась в ручном режиме с помощью программного продукта MapInfo Professional 8.5 на основе векторной электронной карты Республики Карелия «Аэрогеодезия» 1995 г. М. 1 : 1 000 000. Были оцифрованы все полигоны (в общем количестве 19 345), отражающие элементы почвенного покрова Республики Карелии [Ахметова, Бахмет, 2013]. В настоящее время проведены работы по актуализации данных, имеющихся на данной карте: актуализированы береговые линии гидрографических объектов, проведена работа по идентификации болотных торфяных почв.

3. Векторный вариант карты плодородия почв Карелии, М. 1 : 500 000, составитель Р.М. Морозова.

4. Средне- и крупномасштабные почвенные картосхемы на отдельные территории региона, в том числе ООПТ, в растровом варианте, зарегистрированные в системе координат.

5. Базы данных по почвам Карелии и множество почвенных описаний с фотографиями почвенных разрезов и табличными данными об их свойствах.

В качестве основы для создания ГИС Почвы Карелии планируется использовать программный продукт MapInfo Professional, который обеспечивает ввод, сохранение, обработку информации и вывод ее на экран, в нем возможно представление как картографической, так и атрибутивной информации. При этом есть возможность соединения с други-

ми программными продуктами (Microsoft Office), в которых хранится информация. Таким образом, в состав формирующейся ГИС «Почвы Республики Карелия» будут входить векторные и растровые данные и непространственные таблицы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Работа по формированию ГИС «Почвы Карелии» состоит из нескольких этапов:

1. Разработка структуры базы данных, выявление необходимых элементов – карт и материалов, которые будут входить в будущую ГИС.

На основе имеющихся материалов была разработана структура ГИС, которая в настоящее время состоит из следующих разделов: «Карты природных условий», «Базовые почвенные карты», «Тематические почвенные карты», «Материалы почвенных исследований». Список включенных карт в данные разделы не окончательный, в настоящее время он уточняется и дополняется.

Почва является продуктом деятельности различных природных и антропогенных факторов, в связи с чем прежде чем изучать почву, необходимо знать факторы почвообразования, т. е. природные условия региона. Раздел «КАРТЫ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ» включает в себя серию карт, характеризующих почвообразующие факторы, которые отвечают за формирование почв и почвенного покрова [Miller, Schatzl, 2014]. Этот раздел для удобства использования, в свою очередь, состоит из нескольких подразделов, посвященных различным видам природных условий (рис. 1).

В качестве исходных материалов будут использованы ранее созданные атласы региона [Атлас Карельской АССР, 1989; Электронный..., 2015], топографические карты [Республика Карелия: атлас, 2001].



Рис. 1. Схема раздела «Карты природных условий»

Fig. 1. Design of section "Maps of nature condition"

Следующие разделы состоят собственно из почвенных карт и материалов почвенных исследований.

Раздел «БАЗОВЫЕ ПОЧВЕННЫЕ КАРТЫ» объединяет разномасштабные карты как на всю территорию РК, так и на отдельные ее районы, на которых изображено географическое распространение почв на различном классификационном уровне (типы, подтипы и т. п.). В данной категории имеющиеся карты были распределены на несколько

подразделов (рис. 2). Решено выделить отдельно подраздел «"Старые" почвенные карты», в него войдут материалы, составленные до середины XX в. [Почвы Карельской АССР, 1937]. Несмотря на то что данные карты являются схематичными и информация на них устарела, они являются источником сведений об истории проведения почвенных исследований, а также могут дать дополнительные данные при проведении почвенных исследований. Особый интерес представляют составленные почвенные картосхемы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) РК, так как они позволяют организовать сохранность как эталонных, так и редких почв [Почвы ООПТ Карелии, 2009].



Рис. 2. Схема раздела «Базовые почвенные карты»
Fig. 2. Design of section "Base soil maps"

На контурной основе базовых почвенных карт в настоящее время составлено множество тематических карт: это и картосхемы, которые отражают один показатель (физико-химические свойства, содержания различных химических элементов), и специальные интегральные карты, дающие синтетическую характеристику свойствам почв (карты плодородия и бонитировки почв, биологической активности, почвенно-мелиоративные и т. п.). Данные материалы решено выделить в отдельный раздел – «ТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОЧВЕННЫЕ КАРТЫ» (рис. 3). Большинство картосхем химических свойств были изначально сформированы в программе MapInfo, таким образом, они не требуют специальной подготовки для включения в ГИС.

Отдельный раздел «МАТЕРИАЛЫ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ» (рис. 4) выделен для объединения информации, накопленной сотрудниками лаборатории лесного почвоведения Института леса КарНЦ РАН, и материалов в существующих базах данных по почвам и их свойствам с координатными привязками. Это позволит соединить эту информацию с формирующейся ГИС, и в дальнейшем возможно их дополнение и корректировка.

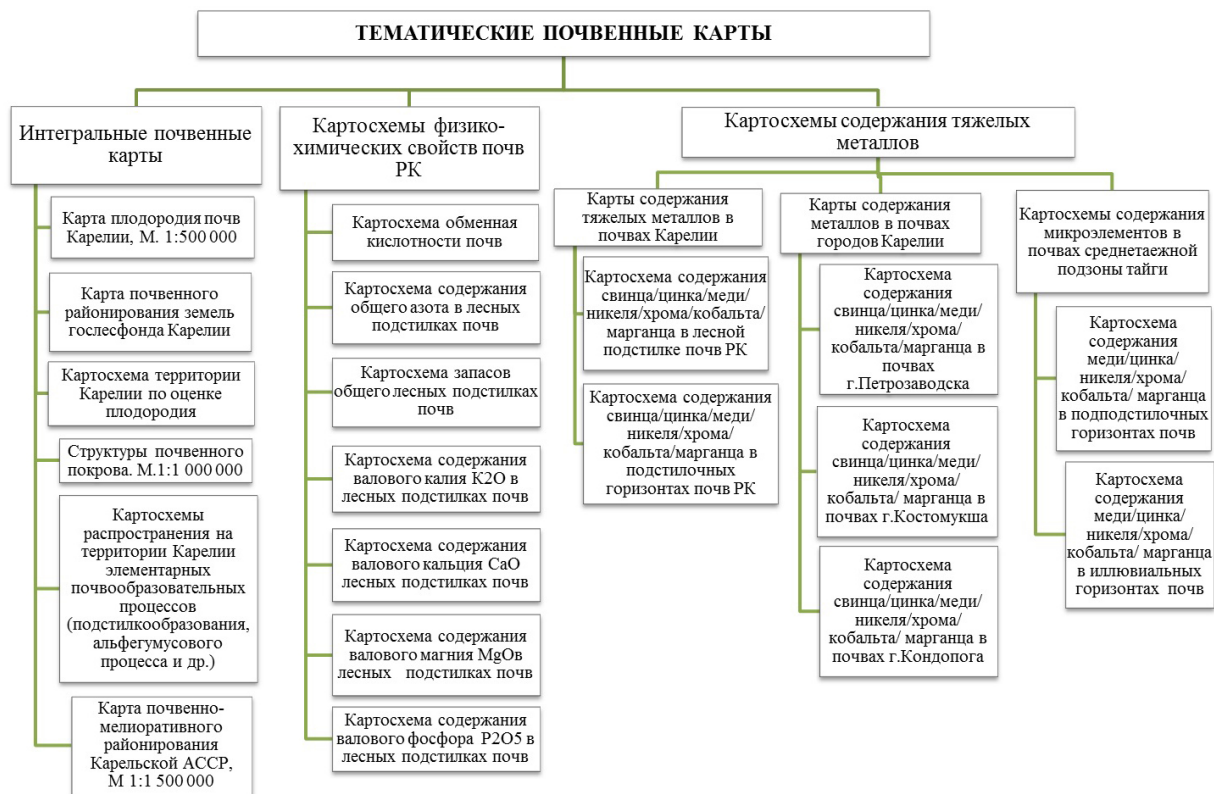


Рис. 3. Схема раздела «Тематические почвенные карты»
Fig. 3. Design of section "Thematic soil maps"



Рис. 4. Схема раздела «Материалы почвенных исследований»
Fig. 4. Design of section "Materials of soil survey"

2. Следующий важный этап формирования ГИС – сканирование и регистрация в системе координат бумажных карт на единой картографической основе (это касается тех карт, с которыми данные манипуляции еще не были проведены). Необходимо единообразное проведение данных работ: использование единой основы – векторная электронная карта Республики Карелия «Аэрогеодезия» 1995 г. М. 1 : 1 000 000; отсканированные материалы должны быть зарегистрированы в системе координат в поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера, зона 6 (Пулково 1942).

3. Также необходимы работы по приведению атрибутивной информации карт к единообразию. Работы по векторизации базовых почвенных карт были проведены в различное время и разными рабочими коллективами, поэтому таблицы атрибутивной

ких данных были сформированы не на единой основе и включали в себя различные поля и коды. В связи с этим необходимо изменить или перестроить имеющиеся таблицы, чтобы каждый контур имел, по крайней мере, следующие параметры (имя поля и «тип данных»):

- ID «целое»
- наименование почвы «символьное (200)»
- код наименования почвы «целое»
- индекс наименования почвы «символьное (5)»
- гранулометрический состав «символьное (200)»
- код гранулометрический состав «целое»
- наименование комплексов почв «символьное (200)»
- код комплексов почв «символьное (5)»
- занимаемая площадь, км² «вещественные»

ВЫВОДЫ

Создание ГИС «Почвы Карелия» является важным этапом в истории изучения почв региона. Она позволит объединить, систематизировать, дополнять накопленную информацию о почвах Карелии и представить ее в современном и востребованном виде.

Разработанные методы и принципы формирования данной ГИС позволят организовать работу по наполнению ее как архивными материалами почвенного наследия, так и данными современных обследований. Сформирована структура ГИС, состоящая из нескольких разделов, систематизированные картографические источники отражают общую информацию о регионе исследования и содержат общие и специальные данные о почвенном фонде Карелии.

Формирующаяся ГИС предназначена для реализации научных и прикладных задач, проведения научных исследований, а также может быть использована различными органами власти, образовательными учреждениями.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования осуществлялись при финансировании из федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН) и при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-44-100445).

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out under state order to the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (project No 0221-2015-0005) and supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant No 16-44-100445.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Карельской АССР. М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1989. 40 с.
2. Ахметова Г.В., Бахмет О.Н. Цифровая версия почвенной карты Карелии масштаба 1 : 500 000 // Разнообразие лесных почв и биоразнообразие лесов: Сб. материалов 5-й Всерос. науч. конф. по лесному почвоведению с междунар. участием. Пущино: ИФХиБПП РАН, 2013. С. 27–29.
3. Государственная почвенная карта СССР, листы Кировск, Петрозаводск, Олонец, М 1 : 1 000 000, 1962 г. (архив лаборатории лесного почвоведения ИЛ КарНЦ РАН).
4. Картография Карелии. Ч. 1: Атласы и карты. Петрозаводск, 2014. 77 с.

5. Картография Карелии. Ч. 2: Карты из книг. Библиографический указатель литературы. Петрозаводск, 2014. 665 с.
6. *Марченко А.И.* Почвы Карелии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 310 с.
7. *Мешалкина Ю.Л.* Что такое «Цифровая почвенная картография» // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2012. С. 9–18.
8. *Морозова Р.М.* Почвы и почвенный покров Валаамского архипелага. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 169 с.
9. Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель, 2011. 632 с.
10. Почвенная карта Карелии, М. 1 : 500 000 / Сост. О.Н. Михайловкая. 1955 г. (архив лаборатории лесного почвоведения ИЛ КарНЦ РАН).
11. Почвенная карта Карелии. М. 1 : 1 000 000 / Сост. Р.М. Морозова. 1996 г. (архив лаборатории лесного почвоведения ИЛ КарНЦ РАН).
12. Почвы Карельской АССР. Т. 1: Южная Карелия. М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1937. 104 с.
13. Республика Карелия: Атлас / Ред.: С. Ерохин, Е. Москвитин. СПб., 2001. 136 с.
14. *Федорец Н.Г., Бахмет О.Н., Морозова Р.М., Солодовников А.Н.* Почвы и почвенный покров особо охраняемых природных территорий Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 109 с.
15. *Федорец Н.Г., Бахмет О.Н., Солодовников А.Н., Морозов А.К.* Почвы Карелии: геохимический атлас. М.: Наука, 2008. 47 с.
16. *Филатов Н.Н.* Опыт информационного обеспечения регионов севера РФ о состоянии и изменениях водных объектов и водосборов под влиянием климатических и антропогенных факторов // ИнтерКарто/ИнтерГИС 23. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий в условиях глобальных изменений климата: Материалы Междунар. конф. Т. 1. М.: МГУ, 2017. С. 130–140. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-130-142.
17. Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования: Сб. ст. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2012. 357 с.
18. Электронный географический атлас Карелии. Петрозаводск, 2015. CD.
19. Comprehensive Geographic Information Systems. Elsevier, 2017. 1474 p.
20. Digital Soil Mapping: An Introductory Perspective / Eds.: P. Lagacherie, A.B. McBratney, M. Voltz. Developments. Amsterdam: Elsevier, 2006. 600 p.
21. *Grunwald S., Thompson J.A., Boettinger J.L.* Digital soil mapping and modeling at continental scales: finding solutions for global issues // SSSAJ. 2011. V. 75, No 4. P. 1201–1213. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2011.0025>
22. *Hartemink A. E., Krasilnikov P., Bockheim J.G.* Soil maps of the world // Geoderma. 2013. V. 207–208. P. 256–267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.05.003>
23. *Miller B.A., Schaetzl R.J.* The historical role of base maps in soil geography // Geoderma. 2014. V. 230–231. P. 329–339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.04.020>
24. *Minasny B., McBratney A.B.* Digital soil mapping: A brief history and some lessons // Geoderma. 2016. V. 264. P. 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.017>

REFERENCES

1. *Akhmetova G.V., Bakhmet O.N.* Digital version of soil map of Karelia. Scale 1 : 500 000. Diversity of forest soil and biodiversity of forest. Proceedings of 5th All-Russian conference. Pushchino: IFKHiBPP RAN, 2013. P. 27–29 (in Russian).
2. Atlas of Karelian ASSSR. M.: Main department of geodesy and cartography, 1989. 40 p. (in Russian).

3. Cartography of Karelia. Part 1. Atlases and maps. Petrozavodsk, 2014. 77 p. (in Russian).
4. Cartography of Karelia. Part 2. Maps from books. Bibliographical references. Petrozavodsk, 2014. 665 p. (in Russian).
5. Comprehensive Geographic Information Systems. Elsevier, 2017. 1474 p.
6. Digital Soil Mapping: An Introductory Perspective / Eds.: P. Lagacherie, A.B. McBratney, M. Voltz. Developments. Amsterdam: Elsevier, 2006. 600 p.
7. Digital soil mapping: theoretical and experiential surveys. Collection of articles. M.: Pochvennyi institut im. V.V. Dokuchaeva, 2012. 357 p. (in Russian).
8. Electronic geographic atlas of Karelia. Petrozavodsk, 2015. CD.
9. Fedorets N.G., Bakhmet O.N., Morozova R.M., Solodovnikov A.N. Soils and soil cover of protected areas of Karelia. Petrozavodsk: KarRC RAN, 2009. 109 p. (in Russian).
10. Fedorets N.G., Bakhmet O.N., Solodovnikov A.N., Morozov A.K. Soils of Karelia: geochemical atlas. M.: Nauka, 2008. 47 p. (in Russian).
11. Filatov N.N. An experience of information support for regions of the north of Russian Federation on the status and changes of water objects and drains under the influence of climatic and anthropogenic factors. InterCarto/InterGIS 23: Proceedings of the International Conference. V. 1. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2017. P. 130–140 (in Russian). DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-130-142.
12. Grunwald S., Thompson J.A., Boettinger J.L. Digital soil mapping and modeling at continental scales: finding solutions for global issues. SSSAJ. 2011. V. 75, No 4. P. 1201–1213. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2011.0025>
13. Hartemink A. E., Krasilnikov P., Bockheim J.G. Soil maps of the world. Geoderma. 2013. V. 207–208. P. 256–267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.05.003>
14. Marchenko A. I. Soils of Karelia. M.; L.: Izd-vo Akad. nauk SSSR, 1962. 310 p. (in Russian).
15. Meshalkina Yu.L. Digital soil mapping: theoretical and experiential surveys. Collection of articles. M.: Pochvennyi institut im. V.V. Dokuchaeva, 2012. P. 9–18 (in Russian).
16. Miller B.A., Schaetzl R.J. The historical role of base maps in soil geography // Geoderma. 2014. V. 230–231. P. 329–339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.04.020>
17. Minasny B., McBratney A.B. Digital soil mapping: A brief history and some lessons // Geoderma. 2016. V. 264. P. 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.017>
18. Morozova R. M. Soils and soil cover of Valaam archipelago. Petrozavodsk: Karel. nauch. tsentr RAN, 2002. 169 p. (in Russian).
19. National atlas of Russian soils. M.: Astrel', 2011. 632 p. (in Russian).
20. Republic of Karelia: atlas / Ed. by S. Erokhin, E. Moskvitin. SPb., 2001. 136 p. (in Russian).
21. Soil map of Karelia, Scale 1 : 500 000, compiler O.N. Mikhailovskaya, 1955. Archive of laboratory of forest pedology, Forest research Institute of KarSC RAS. (in Russian).
22. Soil map of Karelia, Scale 1 : 1 000 000, compiler R.M. Morozova, 1996 (Archive of laboratory of forest pedology, Forest research Institute of KarSC RAS) (in Russian).
23. Soils of Karelian ASSR. V. 1: South Karelia. M.; L.: Izd-vo Akad. nauk SSSR, 1937. 104 p. (in Russian).
24. State soil map of USSR, pages Kirovsk, Petrozavodsk, Olonets, M 1 : 1 000 000, 1962 (Archive of laboratory of forest pedology, Forest research Institute of KarSC RAS).