

УДК: 631.48

DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-214-222

А. Н. Чащин<sup>1</sup>

## СРЕДНЕМАСШТАБНОЕ ИНТЕРНЕТ-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

### АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты разработки открытой геоинформационной системы почвенного покрова на основе среднемасштабной почвенной карты. Масштаб карты равен 1: 100 000. Охват территории — Оханский городской округ Пермского края. Актуальность выполненной работы вызвана возрастающим спросом на цифровую почвенно-картографическую информацию в среднем масштабе, которая характеризуется представительностью при проведении земельного кадастра, экологической экспертизы, получении сведений о мощности плодородного слоя в гражданском, промышленном и автодорожном строительстве, а также при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Цель исследований — разработка и апробация метода интеграции архивных почвенно-картографических материалов с открытыми веб-ГИС решениями для современного уровня визуализации и эффективного использования почвенных карт (на примере среднемасштабного уровня в границах Оханского городского округа Пермского края). Для векторизации отсканированная карта была определена в системе координат проекции Pulkovo 1942/Gauss-Kruger zone 10. В результате векторизации общее число почвенных контуров составило 648. Источником атрибутивной информации являются почвенные очерки землепользований Оханского района Пермской области. Структура ГИС-проекта кроме слоя почвенных контуров содержит тематические слои, характеризующие гранулометрический состав и классы бонитета почв, рассчитанные по методу А. С. Фатьянова. Разработанная технологическая схема создания открытой почвенной веб-ГИС имеет два основных блока: разработка ГИС-проекта и веб-проектирование. Связующим звеном является результат функционирования модуля *qgis2web*, который позволяет создать из ГИС-проекта веб-карту. Открытый доступ к ГИС организован по адресу<sup>2</sup>. Использование GitHub Pages для размещения сайта с веб-картой повлияет на снижение стоимости конечного геоинформационного проекта. Однако основным недостатком хостинга GitHub являются ограничения по количеству и объему данных.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** почвенная карта, Веб-ГИС, *qgis2web*, бонитировка почв

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова», ул. Петропавловская, д. 23, Пермь, Россия, 614990, *e-mail*: [chascshin@mail.ru](mailto:chascshin@mail.ru)

<sup>2</sup> Электронный ресурс: <https://chascshin.github.io/Ohansk-GIS> (дата обращения 09.27.24)

Aleksey N. Chashchin<sup>1</sup>

## INTERNET SOIL COVER MAPPING IN MEDIUM SCALE

### ABSTRACT

The article presents the results of the development of an open geoinformation system of soil cover based on a medium-scale soil map. The scale of the map is 1 : 100 000. Coverage of the territory — Okhansky Urban District of the Perm Krai. The relevance of the work performed is caused by the growing demand for digital soil-cartographic information on a medium scale, which is characterized by representativeness in the conduct of a land cadastre, environmental impact assessment, obtaining information about the thickness of the fertile layer in civil, industrial and road construction, as well as in the development of adaptive landscape farming systems. The purpose of the research is to develop and test a method for integrating archival soil-cartographic materials with open web GIS solutions for a modern level of visualization and efficient use of soil maps (using the example of a medium-scale level within the boundaries of the Okhansky Urban District of the Perm Krai). For vectorization, the scanned map was defined in the coordinate system of the Pulkovo 1942/Gauss-Kruger zone 10 projection. As a result of vectorization, the total number of soil contours was 648. The source of attributive information is the soil outlines of land uses in the Okhansky District of the Perm Krai. The structure of the GIS project, in addition to the layer of soil contours, contains thematic layers characterizing the granulometric composition and quality classes of soils, calculated by the method of A. S. Fatyanov. The developed technological scheme for creating an open soil web GIS has two main blocks: the development of a GIS project and web design. Between them is the result of the functioning of the qgis2web module, which allows you to create a web map from a GIS project. Open access to GIS is organized at the web page<sup>2</sup>. Using GitHub Pages to host a site with a web map significantly reduces the cost of the final geoinformation project. However, the main disadvantage of GitHub hosting is the limitations on the count and amount of data.

**KEYWORDS:** soil map, web GIS, qgis2web, soil evaluation

### ВВЕДЕНИЕ

Возрастающий спрос на цифровую почвенно-картографическую информацию в среднем и крупном масштабе обусловлен ее представительностью при проведении земельного кадастра [Темботов и др., 2022], экологической экспертизе [Безносиков, Лодыгин, 2010], получении сведений о мощности плодородного слоя в гражданском, промышленном и автодорожном строительстве [Чащин, Гилев, 2020], а также при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия [Самофалова и др., 2013]. При этом существует проблема доступности пространственных данных, характеризующих почвенный покров, вызванная, с одной стороны, размещением материалов в специализированной литературе и отчетах (в т. ч. почвенные карты, созданные системой «РОСГИПРОЗЕМ» и их оцифрованные аналоги), а с другой — цифровым неравенством, обусловленным специфичностью профессиональных геоинформационных систем (ГИС), требующих множества компетенций. Почвенные карты в среднем и крупном масштабе являются документами для

---

<sup>1</sup> FSBEI HE “Perm State Agro-Technological University named after academician D. N. Pryanishnikov”, 23, Petropavlovskaya str., Perm, Russia, e-mail: chashchin@mail.ru

<sup>2</sup> Web resource: <https://chashchin.github.io/Ohansk-GIS> (accessed 27.09.24)

служебного пользования, а общедоступная обзорная почвенная карта<sup>1</sup> в масштабах отдельного земельного участка может недостоверно отражать реальный почвенный покров. В связи с этим повышение доступности почвенных карт в крупном и среднем масштабе на основе использования современных цифровых технологий — основа принятия управленческих решений в области земельных ресурсов. Геоинформационные системы почвенного покрова представляют собой картографические базы данных типов, состава и свойств почв определенной территории [Столбовой, Молчанов, 2015; Алябина и др., 2022]. Для создания веб-ГИС активно используются открытые геотехнологии, включающие разработку клиентской части на основе ГИС-проекта [Абдуллин, 2020; Брыжко, Шабалина, 2021]. Сегмент открытых геотехнологий существенно расширяет возможности разработчиков геоинформационных систем почвенного покрова [Balla, 2020; Дробышев и др., 2022].

Целью настоящих исследований является разработка и апробация метода интеграции архивных почвенно-картографических материалов с открытыми веб-ГИС решениями для современного уровня визуализации и эффективного использования почвенных карт (на примере среднемасштабного уровня в границах Оханского городского округа Пермского края).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для создания Веб-ГИС «Геоинформационная система почв Оханского городского округа Пермского края» была использована среднемасштабная почвенная карта Оханского района Пермской области, выполненная на кафедре почвоведения ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ». Формат карты — лист А1 (рис. 1). Масштаб карты равен 1 : 100 000.

Для векторизации отсканированная карта была определена в системе координат проекции Pulkovo 1942/Gauss-Kruger zone 10. Источником атрибутивной информации являются почвенные очерки землепользований Оханского района Пермской области: [Почвы Оханского района..., 1967; Почвы колхоза «Им. Чапаева»..., 1981].

Создание и информационное наполнение ГИС-проекта (векторизация, создание тематических слоев) осуществлялись в геоинформационной системе с открытым кодом QGIS 3.22.12. Разработка клиентской части веб-приложения с использованием интерфейсов Leaflet реализована при помощи модуля qgis2web и универсального редактора кода Visual Studio Code. Созданное веб-приложение размещено на бесплатном серверном пространстве GitHub. Таким образом, создание веб-карты и ее размещение в сети интернет проведено на основе открытых (бесплатных) платформ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате анализа имеющегося набора данных и оценки функциональных возможностей геотехнологий веб-картографирования были сформулированы научно-методические подходы к эффективной организации и представлению пространственных данных. В рамках существующих ограничений открытых Веб-ГИС решений, таких как ограничение объема информации до 25 МБ и потенциальное снижение производительности при работе с большим числом контуров, было предложено следующее:

- 1) упрощение геометрии векторных слоев для оптимизации системы;
- 2) ограничение числа карт свойств почв, учитывая региональную специфику сельского хозяйства — представление наиболее значимых показателей для региона (гранулометрический состав почв, качество почв, мощность плодородного слоя);

<sup>1</sup> Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Электронный ресурс: [egrpr.esoil.ru](http://egrpr.esoil.ru) (дата обращения 06.02.2023) / Unified State Register of Soil Resources of Russia. Web resource: [egrpr.esoil.ru](http://egrpr.esoil.ru) (accessed 06.02.2023)

- 3) представление основных почвенных характеристик в качестве атрибутов (содержание гумуса, реакция среды, содержание подвижного фосфора и обменного калия).

На основе данных методических подходов была составлена технологическая схема разработки веб-ГИС «Геоинформационная система почв Оханского городского округа Пермского края» (рис. 2). Разработанная технологическая схема имеет два блока: разработка ГИС-проекта и веб-проектирование. Связующим звеном является результат функционирования модуля *qgis2web*, который позволяет создать из ГИС-проекта веб-карту.

В результате векторизации общее число контуров составило 648. После заполнения атрибутов, характеризующих содержание гумуса, реакцию среды, емкость катионного обмена, содержание физической глины, мощность плодородного слоя и рассчитанный балл бонитета по методу А. С. Фатьянова, была сформирована структура ГИС-проекта, охарактеризованная в табл. 1. Внешний вид проекта в среде QGIS представлен на рисунке 3.

Созданный ГИС-проект кроме слоя почв с расширенной семантической информацией содержит 2 дополнительных векторных слоя: гранулометрический состав почв и качество почв (баллы бонитета по Фатьянову). Эти слои были получены в результате агрегирования и классификации соответствующих атрибутов.

Сформированный проект является основой веб-ГИС, которая была создана в результате трансформации проекта модулем *qgis2web* в сайт. Первоначальный вид сайта представлен на рис. 4.

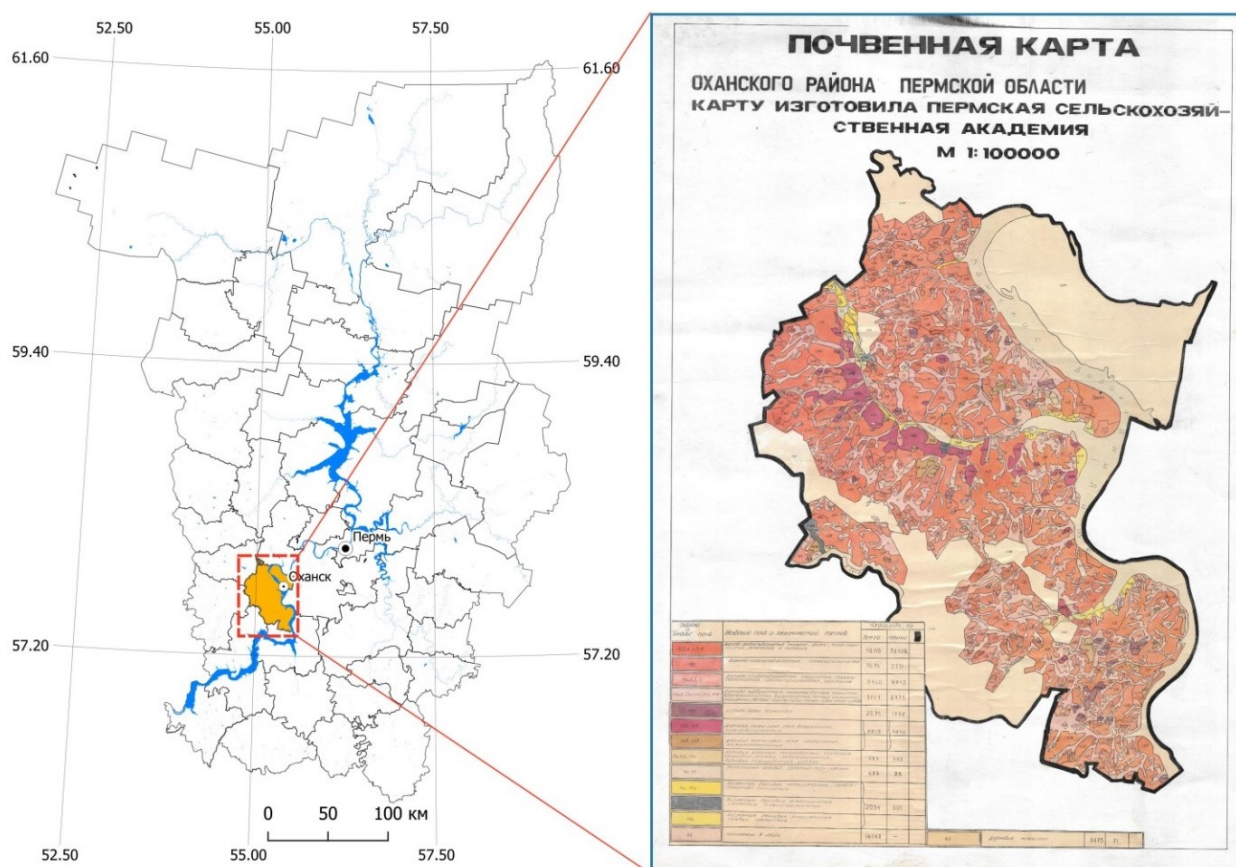


Рис. 1. Местоположение исходного растра почвенной карты на территории Пермского края

Fig. 1. Location of the original soil map raster on the territory of the Perm Krai

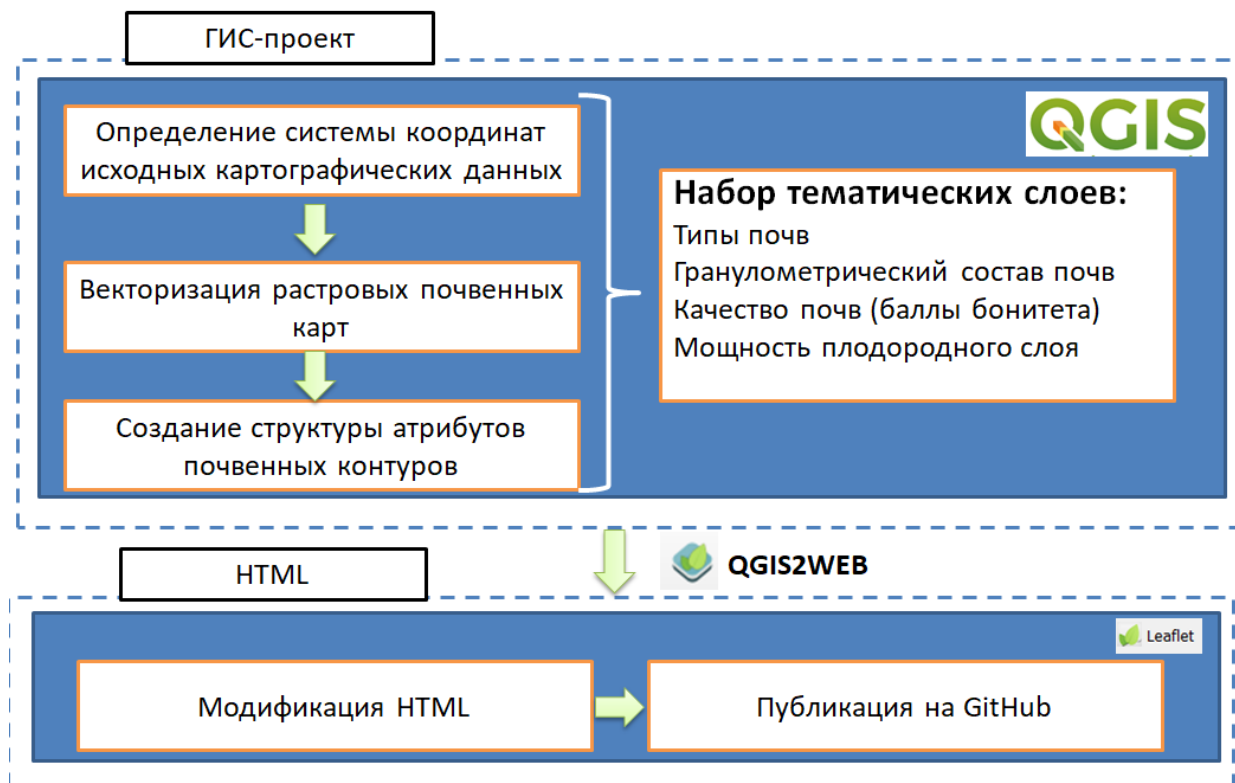


Рис. 2. Технологическая схема Веб-картографирования почвенного покрова  
 Fig. 2. Flowchart for web-based soil mapping

Табл. 1. Структура ГИС почвенного покрова  
 Table 1. Structure of soil cover GIS

Группа слоев	Имя слоя	Модель данных	Описание
Общие данные	Границы Оханского городского округа	Векторный (полигоны)	Границы по данным OSM
Почвы	Типы почв	Векторный (полигоны)	Результат векторизации растра
	Гранулометрический состав почв	Векторный (полигоны)	Результат агрегирования слоя «почвы» по атрибутам
	Мощность плодородного слоя	Векторный (полигоны)	Результат агрегирования слоя «почвы» по атрибутам
	Качество почв	Векторный (полигоны)	Результат агрегирования слоя «почвы» по атрибутам
Базовые карты	Карта OSM	Растровый	WMS-слой
	Космический снимок	Растровый	WMS-слой (мозаика ESRI Satellite)
	Почвенная карта	Растровый	Исходный растр (формат geotiff)

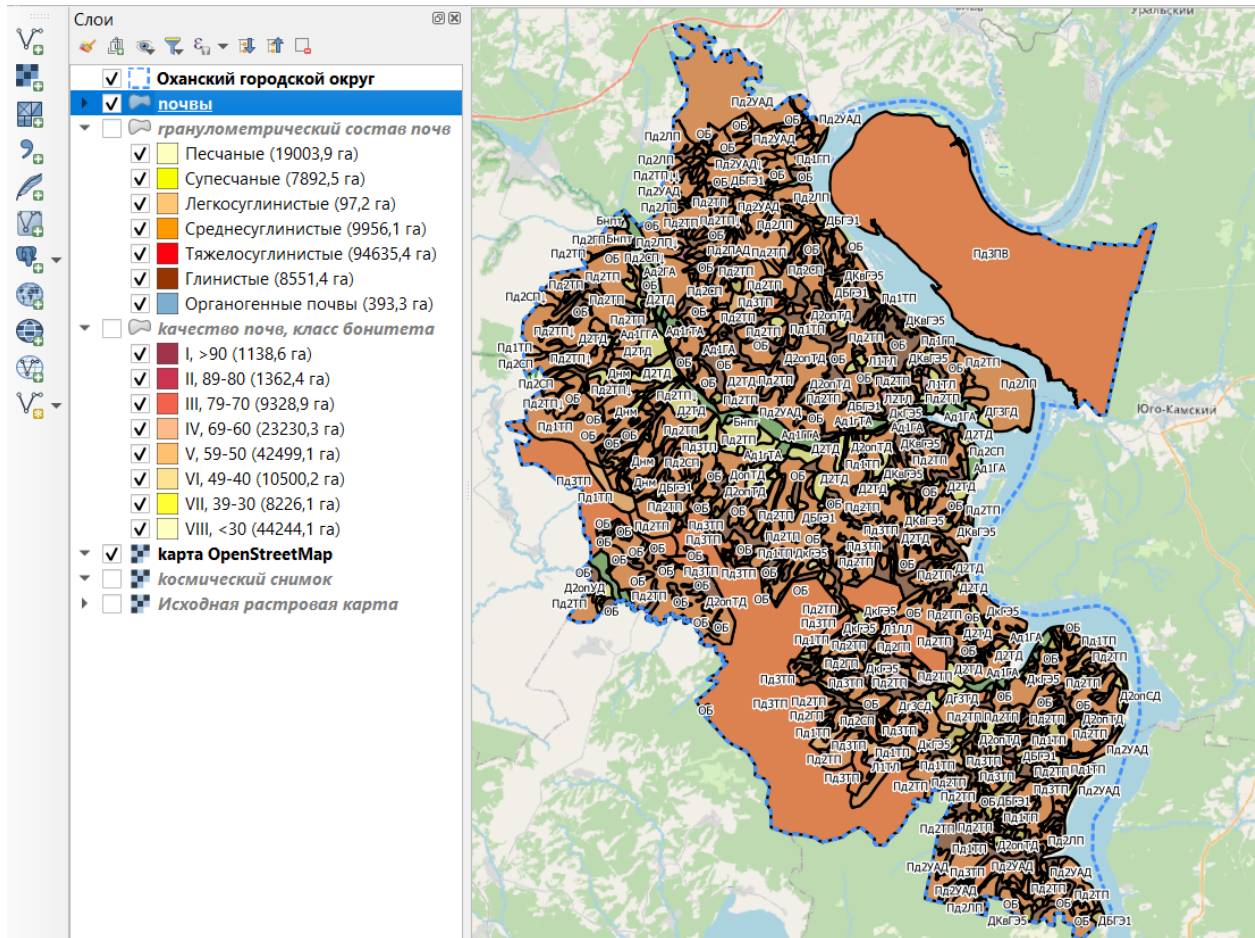


Рис. 3. Внешний вид ГИС-проекта в среде разработки QGIS 3.22.12  
 Fig. 3. Appearance of a GIS project in the development environment QGIS 3.22.12

Из рисунка видно, что первоначальный вид веб-ГИС не имеет достаточной информативности: свойства почв во всплывающем окне несут служебные названия атрибутивных полей, отсутствуют файлы с табличной базой данных и ГИС-проектом, нет информации о разработчиках и заголовка сайта. Это объясняется тем, что основным продуктом автоматизированного преобразования ГИС-проекта в сайт является веб-картографическое приложение, структурированное по технологии Leaflet. Его адаптация для конкретной предметной области решается дополнительным конструированием, основанным на веб-программировании и редактировании html-кода. Для представления веб-приложения в виде предлагаемой типовой геоинформационной системы почвенного покрова проведена работа с его html-кодом. Визуальный результат работы представлен на рисунке 5.

На заключительном этапе проведена организация открытого доступа к геоинформационной системе. Для этого созданный картографический сайт размещается в сети интернет. Данная процедура называется «хостинг». Наиболее подходящей из бесплатных платформ при публикации геопространственных данных является GitHub. Таким образом, созданный веб-сайт, содержащий геоинформационную систему почвенного покрова целого административного района Пермского края, был размещен на GitHub Pages. Открытый доступ к ГИС организован по адресу<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Электронный ресурс: <https://chascshin.github.io/Ohansk-GIS> (дата обращения 09.27.24)



Рис. 4. Первоначальный вид Веб-приложения, созданного по технологии qgis2web  
 Fig. 4. The initial view of the Web application created using qgis2web technology



- добавлено HTML-редактированием

Рис. 5. Итоговый вариант геоинформационной системы почвенного покрова, размещенный на GitHub  
 Fig. 5. The appearance of the web application after editing the HTML code

## ВЫВОДЫ

В результате исследования были выработаны научно-методические подходы к эффективной организации и представлению архивных почвенно-картографических данных в открытых Веб-ГИС решениях. Упрощение геометрии векторных слоев и сокращение числа карт свойств почв с учетом региональной специфики сельского хозяйства позволяют эффективно работать с ограниченным объемом информации в рамках 25 МБ. Оптимизация представления большинства почвенных характеристик в виде атрибутов значительно улучшает производительность геоинформационной системы при работе с большим объемом данных. Применение открытых геотехнологий интернет-картографирования QGIS существенно упрощает процесс создания Веб-ГИС почвенного покрова — основная часть работ выполняется в ГИС-проекте, и поэтому от почвовед-картографа не требуется расширенных компетенций в Веб-разработке. Использование открытой платформы GitHub позволяет бесплатно организовать открытый доступ к пространственным данным.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Абдуллин Р. К., Пономарчук А. И.* Технологии интернет-картографирования: учебное пособие. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. 132с.

*Алябина И. О., Голозубов О. М., Чернова О. В.* Некоторые направления применения статистических методов в рамках информационной системы «Почвенно-географическая база данных России». Природная и антропогенная неоднородность почв и статистические методы ее изучения, 2022. С. 116–121.

*Безносиков В. А., Лодыгин Е. Д.* Эколого-геохимическая оценка фонового содержания углеродородов в почвах европейского северо-востока России. Почвоведение, 2010. № 5. С. 591–596.

*Брызжко И. В., Шабалина Т. В.* Геоинформационное обеспечение точного земледелия на примере Тюменской области ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Международной конференции. М.: Географический факультет МГУ, 2021. Т. 27. Ч. 4. С. 66–81. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-66-81.

*Дробышев Ю. И., Петухов И. А., Рупышев Ю. А.* Экосистемы бассейна озера Байкал: цифровая карта и геоинформационная база данных. Экология, 2022. Т. 6. № 3. С. 120–171.

Почвы колхоза «Им. Чапаева» Оханского района, Пермской области и рекомендации по их использованию. Пермь: Пермский филиал УРАЛГИПРОЗЕМ, 1981. 130 с.

Почвы Оханского района, Пермской области. Пермь: Пермский филиал УРАЛГИПРОЗЕМ, 1967. 130 с.

*Самофалова И. А., Мудрых Н. М., Каменских Н. Ю., Лобанова Ю. А.* Агроэкологическая типизация земель как основа совершенствования внутрихозяйственного землеустройства, системы севооборотов и удобрений. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2013. № 5(103). С. 45–50.

*Столбовой В. С., Молчанов Э. Н.* Единый государственный реестр почвенных ресурсов России как модель пространственной организации почвенного покрова. Известия РАН. Серия географическая, 2015. № 5. С. 135–143.

*Темботов Р. Х., Горобцова О. Н., Гедгафова Ф. В., Улигова Т. С., Хакунова Е. М.* Применение дистанционной информации и ГИС-технологий для создания цифровых почвенных карт (на примере равнинно-предгорной части Кабардино-Балкарии). Современные проб-

лемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2022. Т. 19. № 4. С. 128–137. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-4-128-137.

*Чащин А. Н., Гилев В. Ю.* Возможности дистанционной оценки мощности плодородного слоя техногенно-нарушенных почв. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Международной конференции. М.: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 3. С. 210–220. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-3-26-210-220.

*Balla D.* Geovisualization techniques of spatial environmental data using different visualization tools. Applied Sciences. MDPI, 2020. V. 10(19). DOI: 10.3390/app10196701.

## REFERENCES

*Abdullin R. K., Ponomarchuk A. I.* Internet mapping technologies: A tutorial. Perm: Perm State National Research University, 2020. 132 p. (in Russian).

*Alyabina I. O., Golozubov O. M., Chernova O. V.* Some areas of application of statistical methods within the framework of the information system “Soil-geographical database of Russia”. Natural and anthropogenic heterogeneity of soils and static methods for its study, 2022. P. 116–121 (in Russian).

*Balla D.* Geovisualization techniques of spatial environmental data using different visualization tools. Applied Sciences. MDPI, 2020. V. 10(19). DOI: 10.3390/app10196701.

*Beznosikov V. A., Lodygin E. D.* Ecological and geochemical assessment of the background content of hydrocarbons in the soils of the European North-East of Russia. Eurasian Soil Science, 2010. No. 5. P. 591–596 (in Russian).

*Bryzhko I. V., Shabalina T. V.* GIS-based support for precision farming on the example of the Tyumen Region. InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: MSU, Faculty of Geography, 2021. V. 27. Part 4. P. 66–81 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-66-81.

*Chashchin A. N., Gilev V. Yu.* Possibilities of remote sensing data in the assessment of the thickness of the top layer of distributed soil InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2020. V. 26. Part 3. P. 210–220 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2020-3-26-210-220.

*Drobyshev Yu. I., Petukhov I. A., Rupyshev Yu. A.* Ecosystems of the Baikal Basin: Digital Map and Geoinformation Database. Ecology, 2022. V. 6. No. 3. P. 120–171 (in Russian).

*Samofalova I. A., Mudrykh N. M., Kamenskikh N. Yu., Lobanova Yu. A.* Agro-ecological type assignment of lands as foundation for improving crop rotation and fertilization systems. Bulletin of Altai State Agricultural University, 2013. No. 5(103). P. 45–50 (in Russian).

Soils of the Okhansky District, Perm Region. Perm: Perm Branch of URALGIPROZEM, 1967. 130 p. (in Russian).

Soils of the state farm “Imeni Chapayeva” of the Okhansky District, the Perm Region and recommendations for their use. Perm: Perm Branch of URALGIPROZEM, 1981. 130 p. (in Russian).

*Stolbovoy V. S., Molchanov E. N.* Unified State Register of Soil Resources of Russia as a model of spatial organization of soil cover. Izvestia RAS. Seriya Geograficheskaya (News of the Academy of Sciences of Russia. Geographical series), 2015. No. 5. P. 135–143 (in Russian).

*Tembotov R. Kh., Gorobtsova O. N., Gedgafova F. V., Uligova T. S., Khakunova E. M.* Application of remote information and GIS technologies for creating digital soil maps (on the example of the plain-foothill part of Kabardino-Balkaria). Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space, 2022. V. 19. No. 4. P. 128–137 (in Russian). DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-4-128-137.