

УДК 504.064.36

DOI: 10.47148/1609-364X-2020-4-12-19

© Коллектив авторов

*Е.О. Кречетникова, В.В. Кречетников, И.Е. Титов, В.К. Кузнецов*

## Геоинформационная система для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия на радиоактивно загрязненной территории Тульского НИИ сельского хозяйства

**Аннотация.** Для радиоактивно загрязненной территории Тульского НИИ сельского хозяйства разработан ГИС-проект для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия с использованием обобщенной за 16-летний период информации о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в почве. Для создания ГИС-проекта разработаны: электронные карты размещения сельскохозяйственных территорий; структуры севооборотов; распределения значений удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  на сельскохозяйственных угодьях; агрохимических показателей почв сельскохозяйственных территорий (содержание гумуса, калия, фосфора, кислотности); типов почвы; рельефа. Созданный ГИС-проект и соответствующие базы данных будут использованы для сбора, хранения и анализа результатов обследования с целью проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

**Ключевые слова:** ГИС-проект, адаптивно-ландшафтное земледелие, сельскохозяйственные территории, радиационная безопасность.

*Е.О. Krechetnikova, V.V. Krechetnikov, I.E. Titov, V.K. Kuznetsov**Geoinformation system for designing adaptive landscape farming systems on the radioactively contaminated territory of the Tula research institute of agriculture*

**Abstract.** GIS project was developed for the radioactively contaminated territory of the Tulskaa NII. It was created in order to project the adaptive landscape agricultures. It was based on the information on the concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  radionuclide in soil, compiled over 16 years. Electronic maps have been developed to create a GIS project and included the location of agricultural lands; crop rotation systems; distribution of specific activity values for artificial  $^{137}\text{Cs}$  radionuclide in agricultural lands; agrochemical indexes (the humus content, potassium content, contribution of phosphorus, the acidity), soil types, relief. The created GIS project and the corresponding data bases will be used to collect, store and analyse the results of the survey in order to project the adaptive landscape agricultures.

**Key words:** GIS project, adaptive landscape agriculture, agricultural lands, radiation safety.

Поступила 14.02.2020

Доработана 25.08.2020

Принята к печати 15.09.2020

Решением научной сессии Россельхозакадемии в 1992 г. была поставлена задача по адаптации сельскохозяйственного производства к сложившимся природным и экологическим условиям путем разработки систем земледелия с учетом типов местности и категорий ландшафтов. Решением данной задачи стало освоение адаптивно-ландшафтного земледелия, базирующегося на дифференциации систем земледелия на основе категории агроландшафта и ориентированного на экономически выгодное производство нормативно чистой продукции [1].

При ведении сельского хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях основной проб-

лемой является риск получения продукции, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям. Одним из способов обеспечить производство нормативно чистой продукции является проведение адресных реабилитационных мероприятий, основанных на принципах адаптивно-ландшафтного земледелия. При этом необходимо учитывать уровни и характер загрязнения сельскохозяйственных земель, агроландшафтные особенности территорий, специфику ведения отдельных отраслей растениеводства и кормопроизводства [2]. Для обработки, анализа и визуализации этих данных целесообразно использовать географические информационные системы,

которые содержат средства анализа, играющие ключевую роль в принятии обоснованных решений, эффективные средства представления данных в форме карт, трехмерных моделей и др. [3].

В области разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных территориях посредством ГИС возможно решение следующих основных задач:

- изучение закономерности миграции  $^{137}\text{Cs}$  в агроландшафтах различных видов;
- оценка эффективности реабилитационных мероприятий;
- оценка состояния и динамики земельных ресурсов по различным параметрам (загрязнение почв, почвенный покров, агрохимические характеристики и т.д.);
- оценка площади и продуктивности сельскохозяйственных угодий;
- прогноз возможного изменения качества земель;
- оценка экономического ущерба от загрязнения сельскохозяйственных угодий разными источниками и др.

В рамках внедрения ГИС в разработку адаптивно-ландшафтных систем земледелия на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных землях создан проект «Адаптивно-ландшафтное земледелие на территории Тульского НИИСХ».

Сельскохозяйственные земли Тульского НИИСХ расположены в Плавском районе Тульской области в 9,1 км от г. Плавска. Ближайшие

населенные пункты – Свободный Серп, Петровка. Территория Тульского НИИСХ занимает площадь 5,3 тыс. га, представленную пахотными и кормовыми угодьями [2].

ГИС-проект «Адаптивно-ландшафтное земледелие на территории Тульского НИИСХ» создан в среде ArcMap 10.5, входящей в состав пакета ArcGis. Объектами проекта являются атрибутивные таблицы для хранения информации и электронные карты для визуализации данных. ArcMap обеспечивает все возможности обработки и управления данными при работе с большими объемами информации. Проект открыт для внесения новых и редактирования существующих данных в случае необходимости. Все географические данные приведены к единой системе координат – WGS84 [3].

ГИС-проект разработан на основе информации, собранной различными службами за 16-летний период наблюдений. Атрибутивные таблицы данных проекта содержат информацию о характеристиках элементарных участков (площадь, севооборот, номер поля, номер участка в поле), содержании  $^{137}\text{Cs}$  в почвах сельскохозяйственных территорий, агрохимических показателях почвы (содержание гумуса, калия, фосфора, кислотности), типах почвы, высоте над уровнем моря (рис. 1, табл. 1).

Сельскохозяйственные территории Тульского НИИСХ подверглись радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, что привело к загрязнению производимой продукции растениеводства

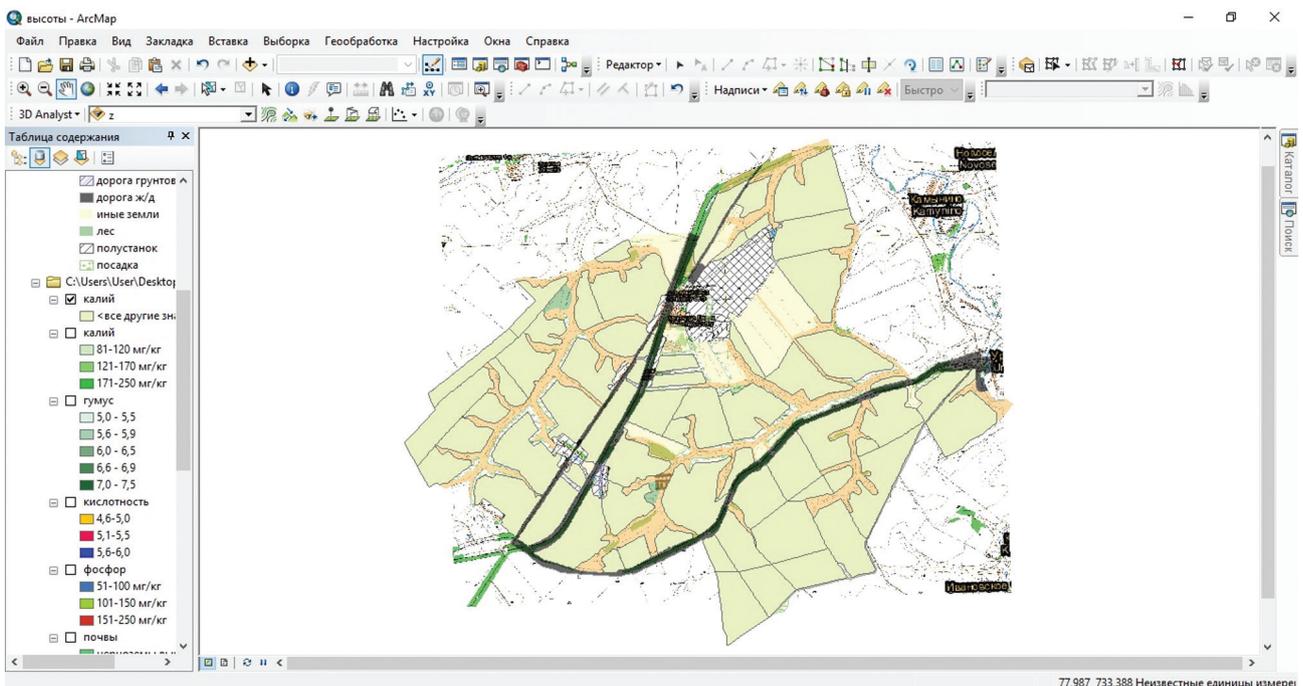


Рис. 1. Электронная карта «Расположение сельскохозяйственных угодий ФГБНУ «Тульский НИИСХ»

Fig. 1. Electronic map «Location of agricultural land of the TULA research Institute of agriculture»

Описание атрибутивной информации в ГИС проекте

Table 1. Description of attribute information in the GIS project

Имя поля	Тип данных	Пояснение
FID	счетчик	присваивается автоматически каждому объекту в таблице
Shape	текстовый	тип объекта
№ поля	числовой	Номер поля
№ участка	числовой	Номер элементарного участка
Севооборот	числовой	Тип севооборота
Площадь	числовой	Площадь участка, га
<sup>137</sup> Cs	числовой	Плотность загрязнения участка <sup>137</sup> Cs, кБк/м <sup>2</sup>
Кислотность	числовой	Кислотность почв, pH
Калий	числовой	Содержание калия в почвах, мг/кг
Фосфор	числовой	Содержание фосфора в почвах, мг/кг
Гумус	числовой	Содержание гумуса в почвах, %
Землепользование	текстовый	Тип землепользования
Тип почвы	текстовый	Тип почвы
Мехсостав	текстовый	Мехсостав почвы

и кормопроизводства. В свою очередь, это вызвало необходимость проведения адресных реабилитационных мероприятий. На основе всех атрибутивных данных в ГИС-проекте были созданы электронные карты пространственного распределения удельной активности <sup>137</sup>Cs в почве исследуемой территории. По сравнению с 1994 г. радиологическая обстановка улучшилась. За 16-летний период средневзвешенная плотность загрязнения <sup>137</sup>Cs уменьшилась в среднем со 185 кБк/м<sup>2</sup> до 112 кБк/м<sup>2</sup>. Плотности загрязнения сельскохозяйственных территорий <sup>137</sup>Cs по результатам последнего тура обследования варьируют в диапазоне 41-337 кБк/м<sup>2</sup> (рис. 2) [4].

Создана карта рельефа и типов почвы сельскохозяйственных угодий Тульского НИИСХ. Он расположен на территории с сильно расчлененным рельефом с перепадами высот от 160 до 260 метров над уровнем моря (рис. 3). Участки с уклоном более

1 градуса различных экспозиций составляют 3060 га (более 47%). Почвы представлены черноземами оподзоленными среднесуглинистыми и черноземами выщелоченными среднесуглинистыми с разной степенью смывости (рис. 4).

Были созданы электронные карты различных агрохимических показателей. Диапазон вариации среднего содержания в почве калия составляет 81-250 мг/кг. Содержание фосфора варьирует в диапазоне 51-250 мг/кг. Кислотность почв сельскохозяйственных угодий колеблется в пределах 4,6-6,0. Содержание гумуса меняется от 5,2 до 7,5% (рис. 5-8) [4].

Разработанный ГИС-проект наглядно отражает современное состояние почвенного покрова, системы землепользования и радиэкологическую обстановку и может быть использован для разработки систем адаптивно-ландшафтного земледелия.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов : монография. – М. : Колос, 2011. – 443 с.
2. Кузнецов В.К. Научные основы и системы мероприятий по реабилитации радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных территорий в адаптивно-ландшафтном земледелии : автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.01.01. – Обнинск, 2014. – 50 с.
3. Титов И.Е., Панов А.В., Кречетников В.В., Шубина О.А., Микаилова Р.А. Прикладные ГИС для поддержки радиационно-экологического мониторинга в регионах размещения ядерно- и радиационно-опасных объектов // Геоинформатика. – 2019. – № 2. – С. 12-16.
4. Выполнение работ по подготовке комплексных радиологических паспортов 18 сельскохозяйственных предприятий Климовского района Брянской области; сводного радиологического паспорта сельскохозяйственных предприятий Плавского района Тульской области; сводных радиологических паспортов сельскохозяйственных предприятий для Гордеевского, Злынковского, Климовского, Клинецовского, Красногорского и Новозыбковского районов Брянской области : отчет о НИР (итоговый) : 235-307 / Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии ; рук. Н.И. Санжарова ; исполн.: О.А. Шубина [и др.]. – Обнинск, 2015. – 1248 с.

**REFERENCES**

1. Kiryushin V.I. Theory of adaptive landscape agriculture and design of agricultural landscapes : monograph. Moscow : Kolos, 2011. 443 p.
2. Kuznetsov V.K. Scientific bases and systems of measures for rehabilitation of radioactively polluted agricultural territories in adaptive landscape agriculture : autoref. dis. ... Doct. Biol. Sciences : 03.01.01. Obninsk, 2014. 50 p.
3. Titov I.E., Panov A.V., Krechetnikov V.V., Shubina O.A., Mikailova R.A. Applied GIS for supporting radioecological monitoring in the vicinity of nuclear and radiation hazardous facilities // Geoinformatika. 2019. No. 2. P. 12-16.
4. Preparation of complex radiological passports of 18 agricultural enterprises of the Klimovsky district of the Bryansk region; consolidated radiological passport of agricultural enterprises of the Plavsky district of the Tula region; consolidated radiological passports of agricultural enterprises for Gordeevsky, Zlynkovsky, Klimovsky, Klintsovsky, Krasnogorsky and novozybkovsky districts of the Bryansk region : research report (final) : 235-307 / All-Russian research Institute of radiology and Agroecology ; ruk. N.I. Sanzharova ; performed by O.A. Shubina [et al.]. Obninsk, 2015. 1248 p.

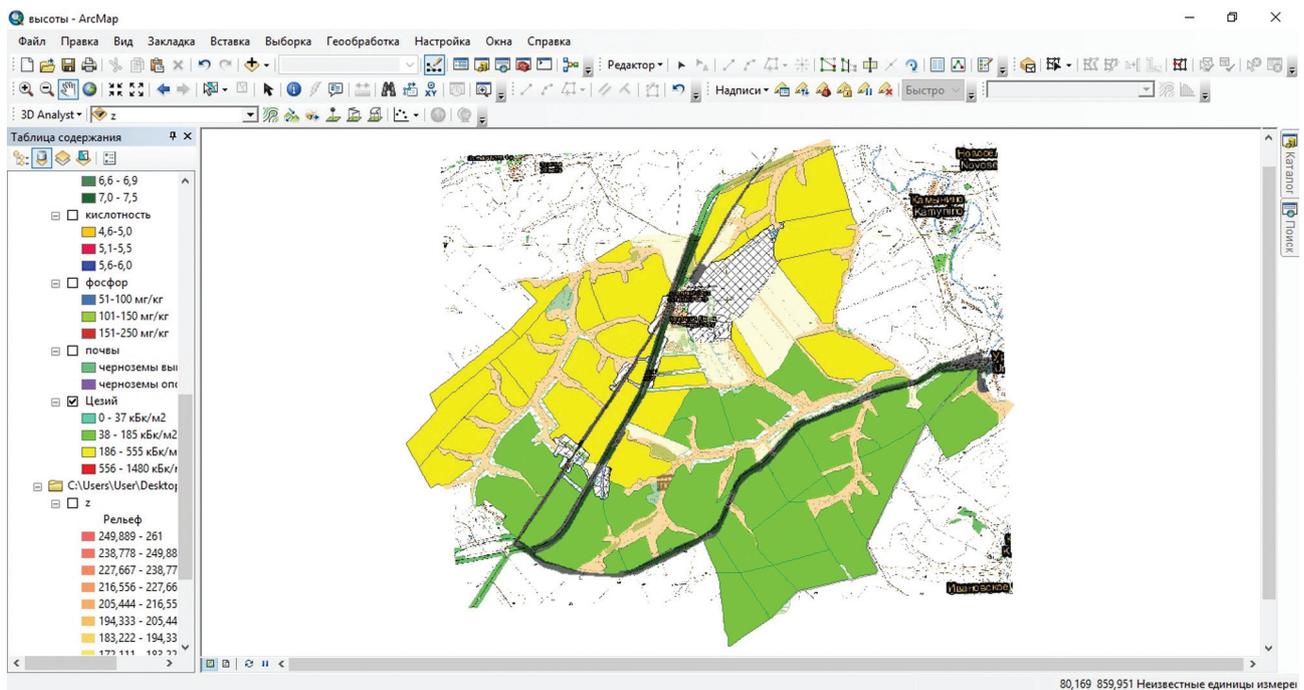


Рис. 2. Электронная карта «Плотность загрязнения <sup>137</sup>Cs почвенного покрова, kBq/m<sup>2</sup>»

Fig. 2. Electronic map «<sup>137</sup>Cs contamination density of soil cover, kBq/m<sup>2</sup>»

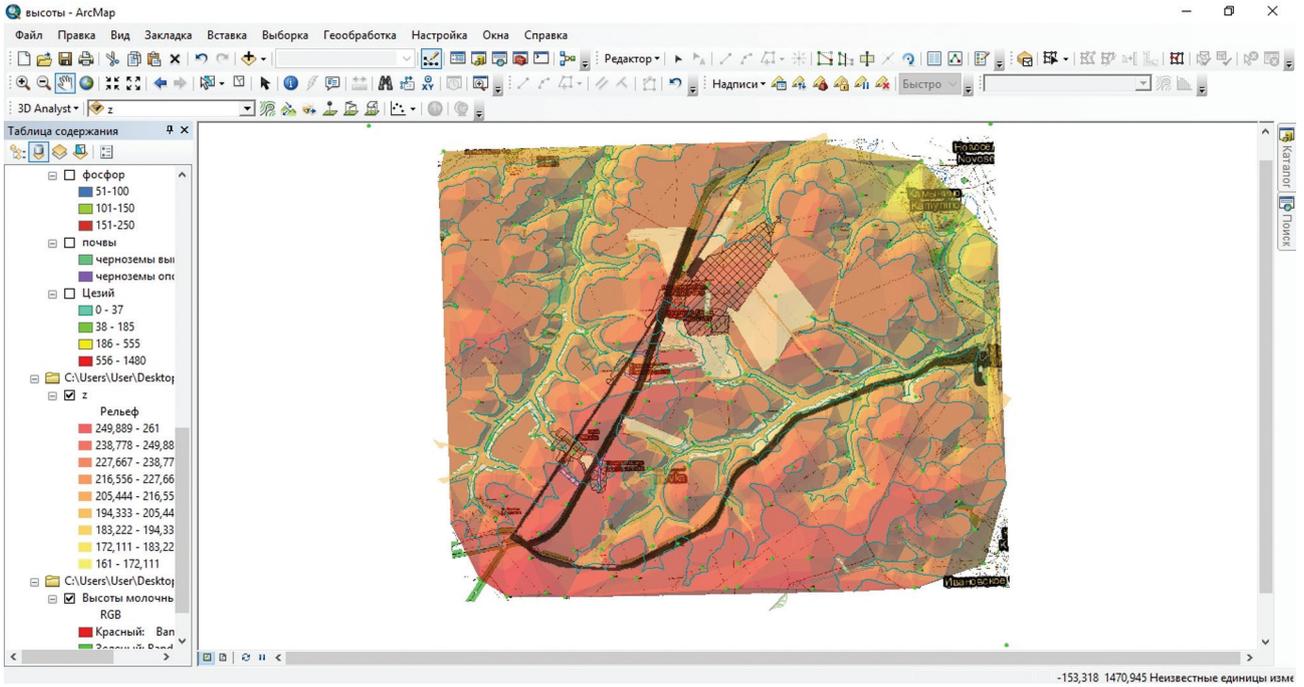


Рис. 3. Электронная карта «Рельеф»

Fig. 3. Electronic map «Relief»

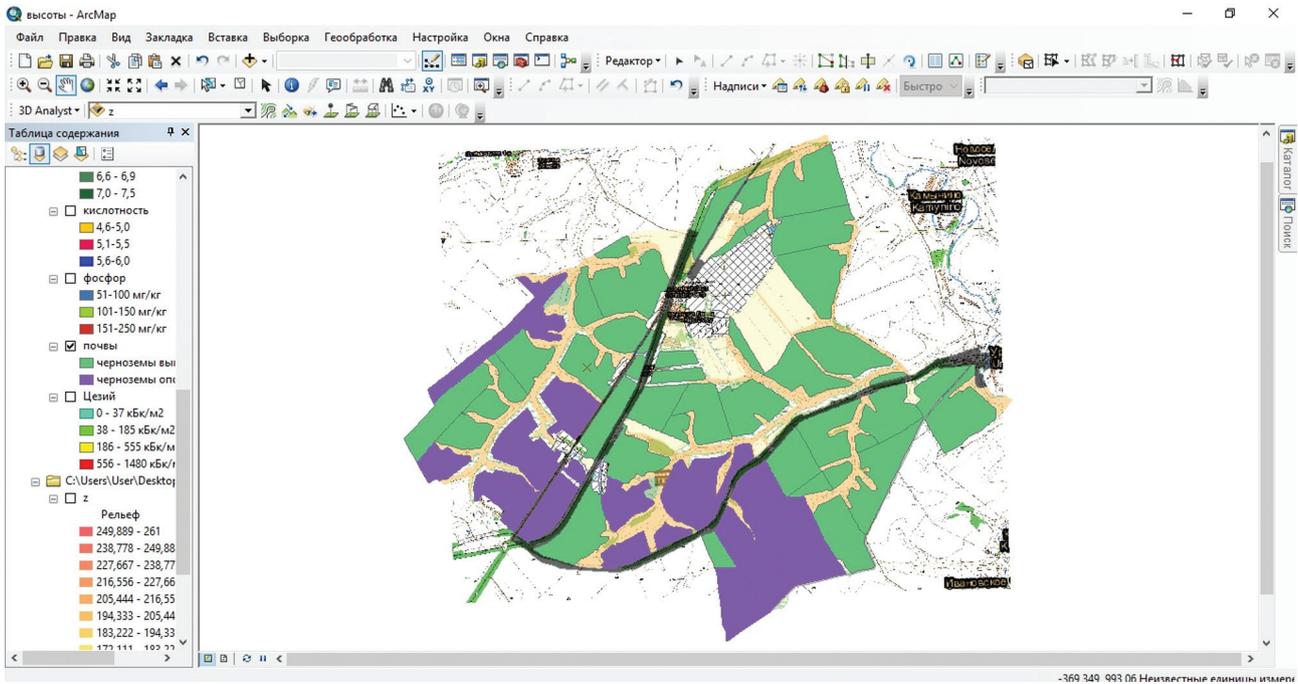


Рис. 4. Электронная карта «Почвы»

Fig. 4. An electronic map of the «Soil»

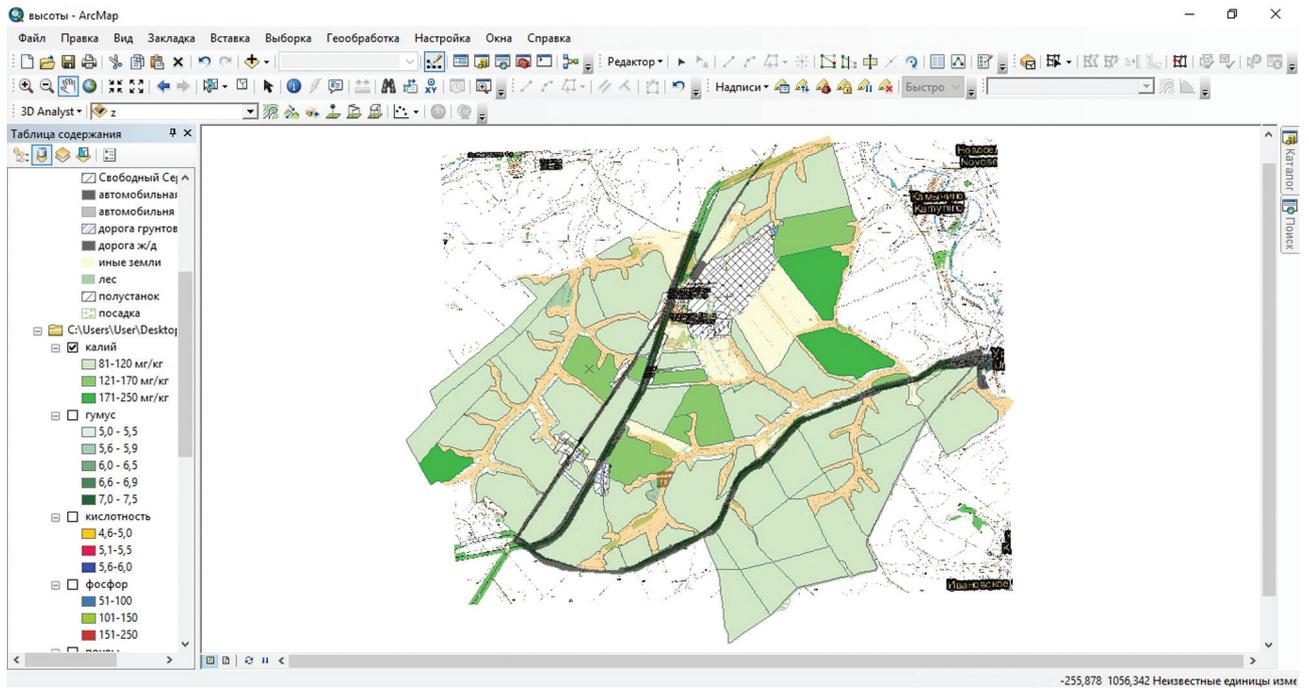


Рис. 5. Электронная карта «Содержание калия в почвах»

*Fig. 5. Electronic card «the potassium content in the soil»*

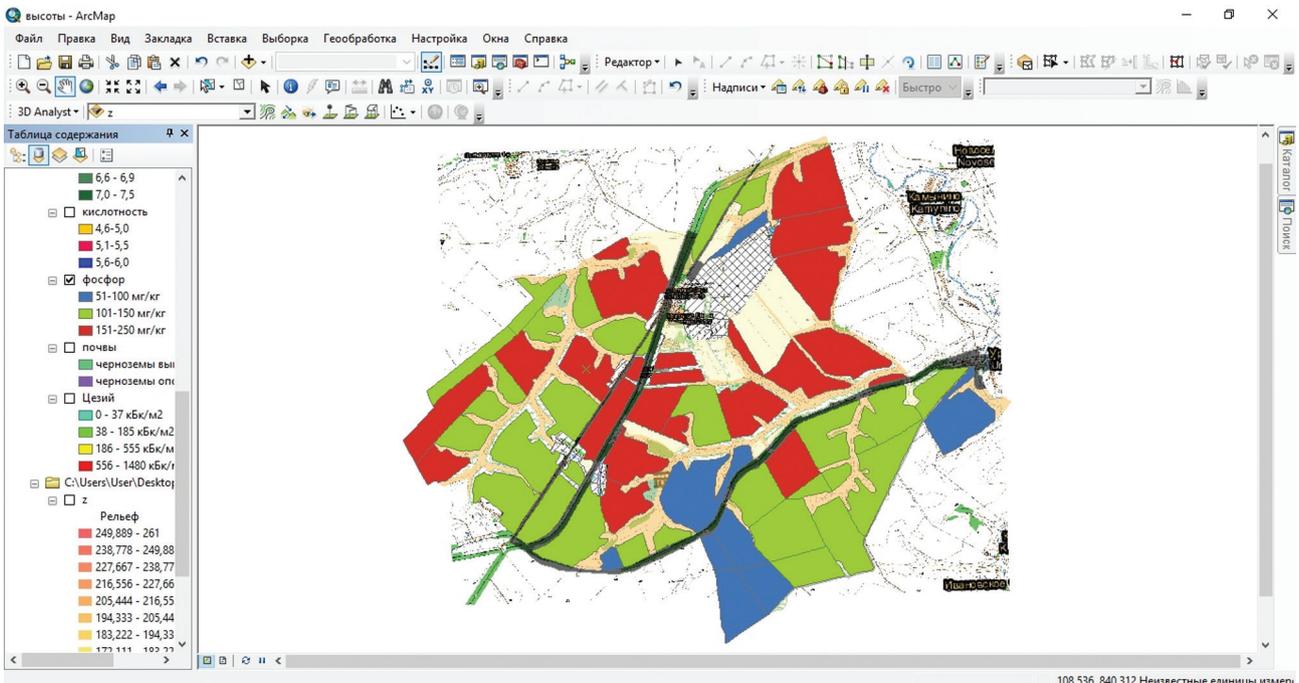


Рис. 6. Электронная карта «Содержание фосфора в почвах»

*Fig. 6. Electronic card «the phosphorus content in the soil»*

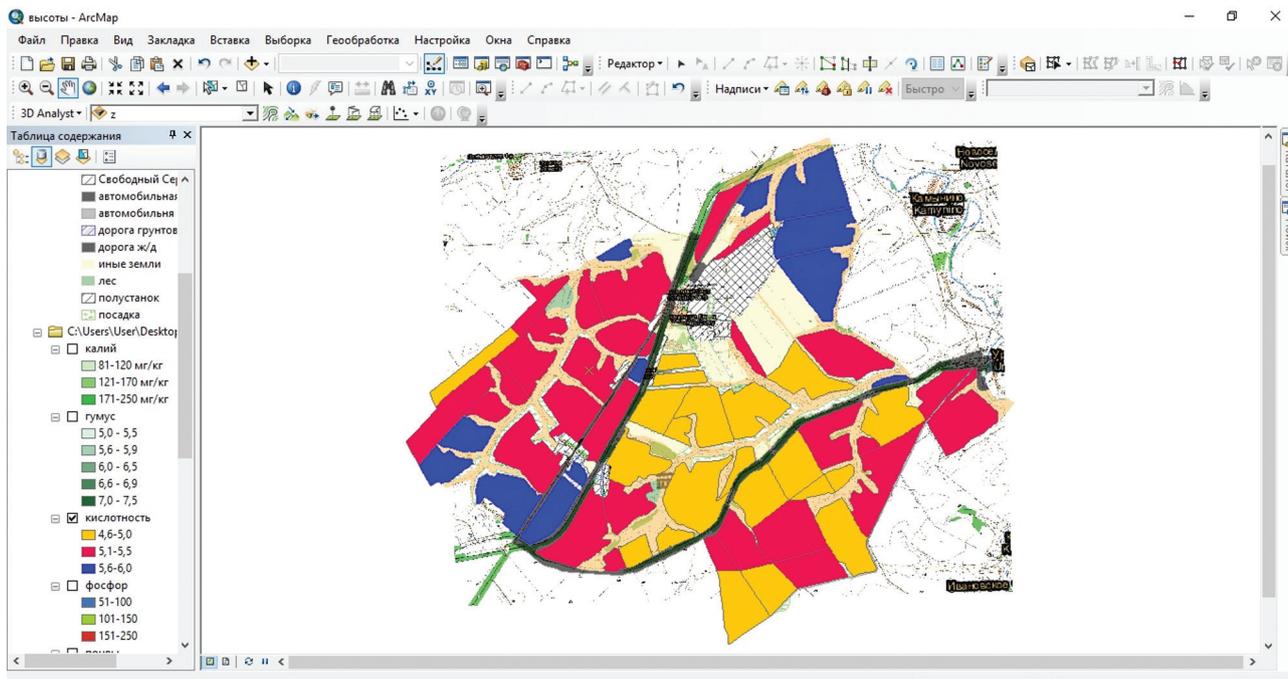


Рис. 7. Электронная карта «Кислотность почв»

*Fig. 7. An electronic map of the «soil acidity»*

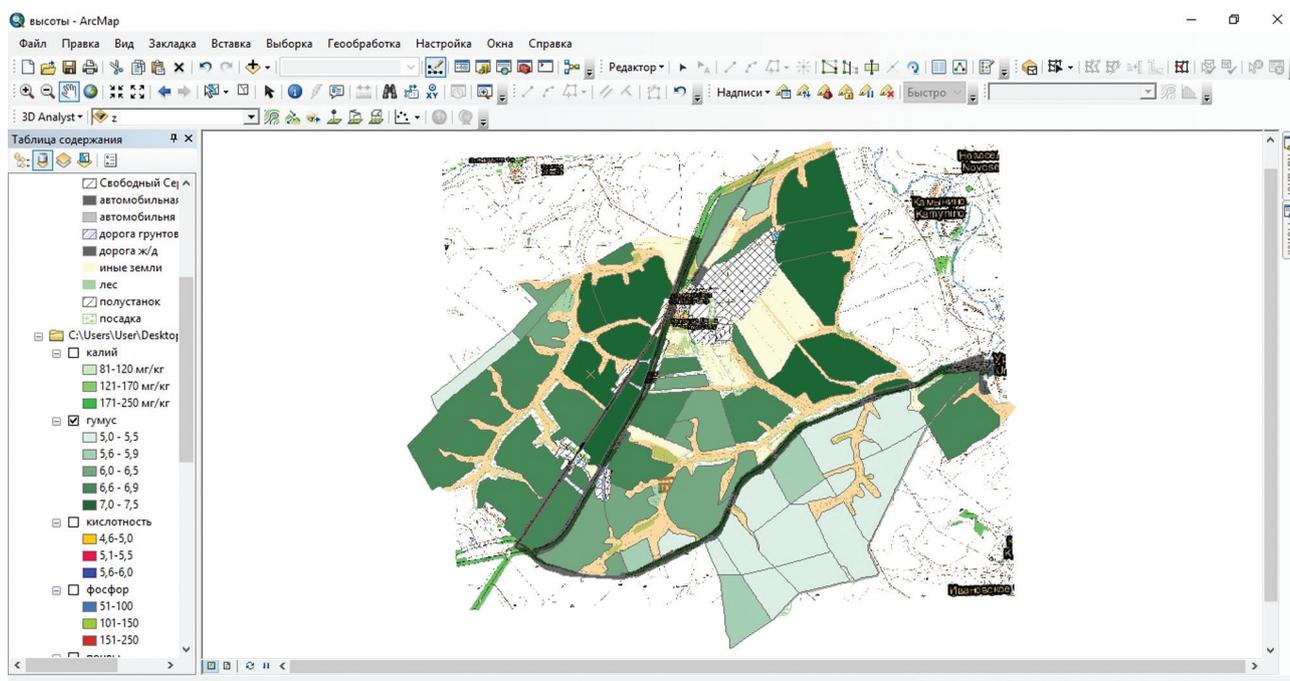


Рис. 8. Электронная карта «Содержание гумуса в почвах»

*Fig. 8. Electronic card «The contents of humus in the soil»*

## Информация об авторах

## Information about authors

**Кречетникова Евгения Олеговна**, младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» (ФГБНУ ВНИИРАЭ). Россия, 249032, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км. E-mail: evg.krechet@yandex.ru.

***Krechetnikova Evgeniya Olegovna**, junior researcher, Russian Institute of Radiology and Agroecology (RIRAE). 109 km, Kievskoe shosse, Obninsk, Kaluga region, 249032, Russia. E-mail: evg.krechet@yandex.ru.*

**Кречетников Виктор Владимирович**, научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» (ФГБНУ ВНИИРАЭ). Россия, 249032, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км. E-mail: viktor.krechetnikov@mail.ru.

***Krechetnikov Viktor Vladimirovich**, research scientist, Russian Institute of Radiology and Agroecology (RIRAE). 109 km, Kievskoe shosse, Obninsk, Kaluga region, 249032, Russia. E-mail: viktor.krechetnikov@mail.ru.*

**Титов Игорь Евгеньевич**, научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» (ФГБНУ ВНИИРАЭ). Россия, 249032, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км. E-mail: titan13\_08@mail.ru.

***Titov Igor Evgenevich**, research scientist, Russian Institute of Radiology and Agroecology (RIRAE). 109 km, Kievskoe shosse, Obninsk, Kaluga region, 249032, Russia. E-mail: titan13\_08@mail.ru.*

**Кузнецов Владимир Константинович**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» (ФГБНУ ВНИИРАЭ). Россия, 249032, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км. E-mail: vkkuzn@yandex.ru.

***Kuznetsov Vladimir Konstantinovich**, Doctor of Biological Sciences, chief researcher, Russian Institute of Radiology and Agroecology (RIRAE). 109 km, Kievskoe shosse, Obninsk, Kaluga region*