

## ЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 631.58:519.256

doi: 10.31774/2658-7890-2021-3-2-40-60

### Применение сельскохозяйственной геоинформационной базы данных Ростовской области в системе точного земледелия

Максим Анатольевич Ляшков<sup>1</sup>, Юлия Юрьевна Аriskина<sup>2</sup>,  
Александра Васильевна Слабунова<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации,  
Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>1</sup>layshkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7094-8575>

<sup>2</sup>yuliya.glushenko\_61@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3755-515X>

<sup>3</sup>SlabunovaAV@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6769-3866>

**Аннотация.** Цель: повышение оперативности контроля за состоянием земельных ресурсов и управление плодородием с помощью геоинформационной базы данных в системе точного земледелия. **Материалы и методы:** основой наполнения сельскохозяйственной геоинформационной базы данных Ростовской области (СХГБД РО) послужили архивные данные различных научных и проектных институтов с 1976 по 2020 г. Использовались данные почвенно-мелиоративных обследований (гранулометрический состав, агрохимические, физико-химические и водно-физические показатели), а также материалы крупномасштабных почвенно-мелиоративных съемок, проведенных на реконструируемых оросительных системах и оросительных участках. **Результаты:** разработанная система предназначена для обеспечения Минсельхоза России и подведомственных организаций оперативной, актуальной и достоверной информацией о землях сельскохозяйственного назначения и обеспечения сельхозтоваропроизводителей достоверной информацией о содержании гумуса, фосфора и калия в различных точках сельскохозяйственного поля. Разработанная база данных обеспечивает сбор, хранение, пополнение, формирование документов, обработку и представление пользователям аналитической информации, используемой для принятия решений в области государственного мониторинга и непосредственно сельхозтоваропроизводителями. **Выводы:** предлагаемая авторами к реализации СХГБД РО позволит не только решать задачи государственного мониторинга земель, но и удовлетворять запросы сельхозтоваропроизводителей при осуществлении дифференцированного внесения удобрений, что даст возможность сократить расходы на сами удобрения, а впоследствии и повысить рентабельность производства.

**Ключевые слова:** геоинформационная база данных, точное земледелие, ГИС-технологии, дистанционное зондирование Земли, агроэкологический мониторинг

## ECOLOGY

Original article

### Application of agricultural geographic information database of Rostov region in the precision farming system

Maxim A. Lyashkov<sup>1</sup>, Yulia Yu. Ariskina<sup>2</sup>, Alexandra V. Slabunova<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

<sup>1</sup>layshkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7094-8575>



<sup>2</sup>yuliya.glushenko\_61@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3755-515X>

<sup>3</sup>SlabunovaAV@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6769-3866>

**Abstract. Purpose:** increasing the efficiency of monitoring the land resources state and managing fertility using a geoinformation database in precision farming. **Materials and Methods:** the basis for filling the agricultural geoinformation database of Rostov region (SHGBD RO) was the archival data of various scientific and design institutes from 1976 to 2020. The soil reclamation surveys data (particle size distribution, agrochemical, physico-chemical and water-physical indicators) were used, as well as materials of large-scale soil reclamation surveys carried out on the reconstructed irrigation systems and irrigation areas. **Results:** the developed system is intended to provide the Ministry of Agriculture of Russia and subordinate organizations with operational, relevant and reliable information on agricultural land and provide agricultural producers with reliable information on the content of humus, phosphorus and potassium in various points of the agricultural field. The developed database provides collection, storage, replenishment, documents formation, processing and presentation analytical information used in decision-making in the field of state monitoring to users and directly by agricultural producers. **Conclusions:** SHGBD RO proposed by the authors for the implementation. will not only solve the problems of state lands monitoring, but also satisfy the needs of agricultural producers in the implementation of differentiated fertilization, which will make it possible to reduce the cost of fertilizers and subsequently increase the production profitability.

**Keywords:** geoinformation database, precision farming, GIS technologies, Earth remote sensing, agroecological monitoring

**Введение.** Государственный мониторинг земель, осуществляемый в соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации, направлен на выявление изменений состояния и использования земель, их оценку и прогнозирование, а также разработку рекомендаций по рациональному управлению территориями и устранению негативных влияний [1].

С целью повышения оперативности контроля за состоянием земельных ресурсов (количественными и качественными характеристиками) в систему функционирования мониторинга активно внедряются новые средства и технологии, системы наблюдений, сбора и обработки информации – геоинформационные технологии (ГИС-технологии), объединяющие различную информацию в единый информационно-аналитический комплекс на основе пространственных данных [2–4]. Также активному внедрению ГИС-технологий способствует цифровая трансформация сельского хозяйства [5–8].

С помощью геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования Земли открываются перспективы для разработки новых технологий, технических средств земледелия, принятия мер по уменьшению деградации земельного фонда Российской Федерации [9–13].

Отметим, что эффективность работы государственного мониторинга сельскохозяйственных земель прямо пропорционально зависит от создания федеральной и, соответственно, связанных с ней региональных автоматизированных систем, технически и организационно обеспечивающих сбор необходимой информации, ее обработку, анализ, систематизацию, хранение и графическую визуализацию пространственных данных.

Так, в качестве «единой платформы» для сбора и обработки информации выступает ЕФИС ЗСН – единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения [14]. Но работа данной системы на сегодняшний день несовершенна по многим причинам, основные из них связаны с организационными аспектами функционирования региональных систем. Так, многие регионы по состоянию на 2019 г. не представили нужную информацию (22 региона из 83), при этом из представивших регионов более 70 % представляют неполную информацию по причине отсутствия достоверных данных. Наполняемость большинства региональных систем менее 50 %. Также отмечено, что 60–70 % данных не соответствует реальным, например, такие как границы и площади полей, их пространственное размещение [15].

По данным, представленным субъектами Российской Федерации, в 2018 г. информационные системы мониторинга состояния и использования сельскохозяйственных земель успешно функционируют пока только в 22 регионах: республиках Мордовия, Татарстан, Саха (Якутия), Бурятия; Краснодарском, Ставропольском и Алтайском краях; Белгородской, Калужской, Курской, Липецкой, Московской, Орловской, Тамбовской, Ярославской, Калининградской, Волгоградской, Самарской, Саратовской, Курганской, Иркутской, Новосибирской областях [16]. Однако данные системы позволяют получать пользователям ограниченную информацию – данные по видам угодий, их собственникам, произрастающим культурам, использованию сельскохозяйственных земель, их зарастанию и выявлен-

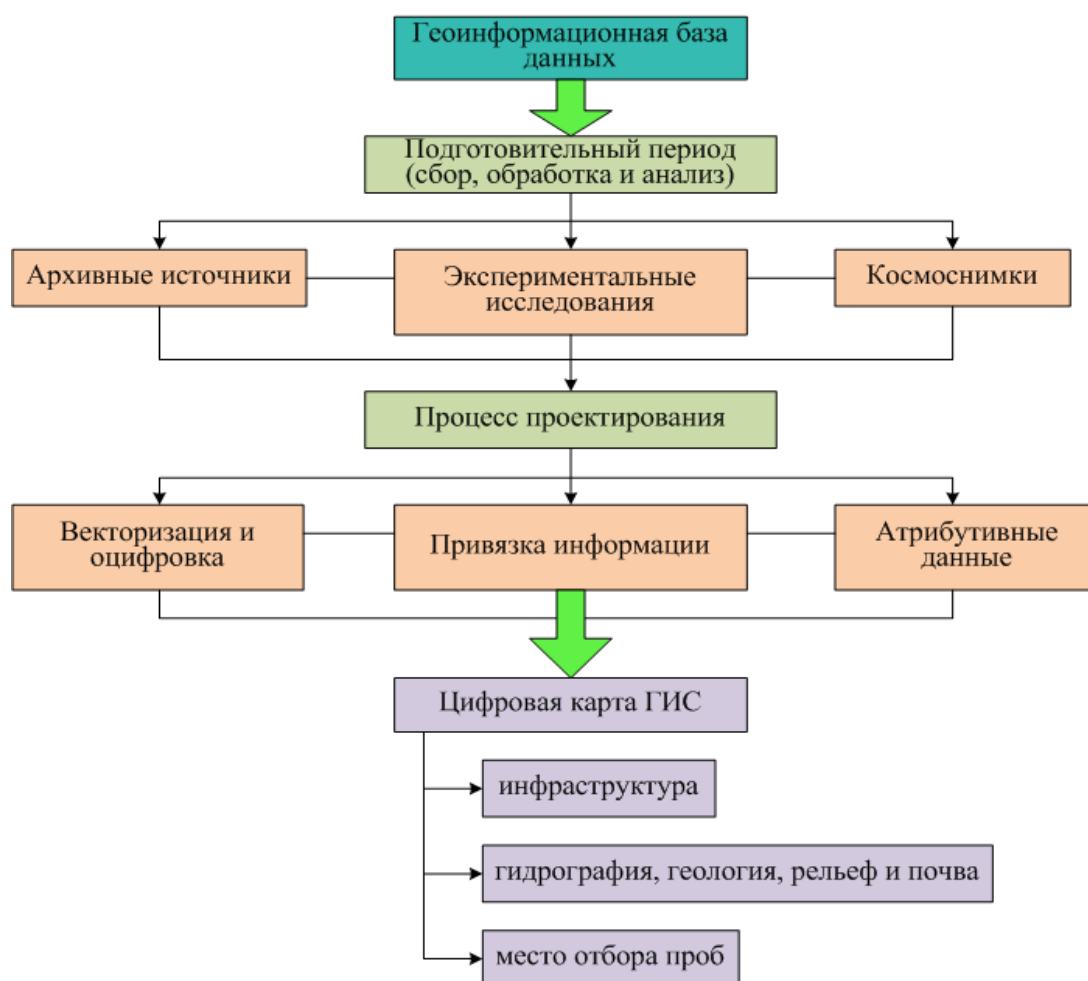
ным по космическим снимкам нарушениям в сфере использования, размещения особо ценных сельскохозяйственных угодий [17–19]. Системы, разработанные в Московской и Курганской областях, позволяют еще дополнительно получить сведения о присвоенном кадастровом номере участка и его площади [20, 21].

На территории Ростовской области также проводились работы по созданию региональной информационной системы в рамках государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Так, на данный момент функционирует ГИС СХ РО – геоинформационная система сельского хозяйства Ростовской области [22]. Она обеспечивает сбор и обработку сведений по районам, структуре посевных площадей и сельскохозяйственным угодьям с их границами. Также имеются данные об агрохимических показателях почв и урожайности культур. Наполненность базы пока находится на низком уровне – полная информация представлена лишь по Матвеево-Курганскому району [22]. Данная база отвечает всем современным требованиям относительно гармонизации данных с ЕФИС ЗСН. Но, как и все разработанные региональные информационные базы, применима только для целей государственного мониторинга земель и не отвечает требованиям сельхозтоваропроизводителей при проведении мелиоративных мероприятий, а в частности внедрении элементов точного земледелия.

В связи с этим авторами предлагается сельскохозяйственная геоинформационная база данных Ростовской области (СХГБД РО), адаптированная к взаимодействию с системой государственного мониторинга и сельхозтоваропроизводителями, использующими элементы системы точного земледелия. То есть сельхозтоваропроизводители, имея доступ к программе через личный кабинет, могут вносить информацию, полученную в результате отбора точечных проб почвы, программа, в свою очередь, обрабатывает и анализирует данную информацию методом обратных взвешенных расстояний (ОВР) и в автоматическом режиме строит картограм-

мы содержания исследуемых элементов. Таким образом, представленная база позволяет получить широкий спектр информации о сельскохозяйственных угодьях, начиная с кадастрового номера полей, заканчивая содержанием различных элементов не только по полям, но и в конкретной точке данного поля. Сельскохозяйственная техника, оборудованная датчиками, в соответствии с построенной картограммой дифференцированно вносит удобрения. Адаптация геоинформационных технологий к системе точного земледелия позволяет добиться не только высокого уровня окупаемости сельскохозяйственной продукции, но и повышения оперативности управленческих решений для целей сохранения и восстановления плодородия почв.

**Материалы и методы.** При разработке СХГБД РО авторами выделены основные этапы ее создания, представленные на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Основные этапы создания сельскохозяйственной геоинформационной базы данных Ростовской области**

Основой наполнения СХГБД РО послужили архивные данные Южгипроводхоза, ЮжНИИГиМа, ФГБНУ «РосНИИПМ», Ростовской гидрогеолого-мелиоративной партии с 1976 по 2020 г. Использовались данные почвенно-мелиоративных обследований: гранулометрический состав, агрохимические показатели (гумус, фосфор, калий, карбонаты, гипс), физико-химические (обменные основания, водная вытяжка), водно-физические свойства (агрегатный состав, объемная масса, влажность, порозность, водопроницаемость). Кроме того, использовались материалы крупномасштабных почвенно-мелиоративных съемок, проведенных на реконструируемых оросительных системах и оросительных участках. Все данные представлены в атрибутивных таблицах по каждому оцифрованному полю.

Для проведения группировки почв по классам обеспеченности гумусом, подвижным фосфором и обменным калием и построения картограмм их содержания в почве были использованы положения методических указаний [23] и документов по стандартизации в области исследования почв [24–26].

Структура СХГБД РО разработана в программном комплексе ArcGIS.

**Результаты и обсуждения.** Разработанная система предназначена для обеспечения Минсельхоза России и подведомственных организаций оперативной, актуальной и достоверной информацией о землях сельскохозяйственного назначения и обеспечения сельхозтоваропроизводителей достоверной информацией о содержании гумуса, фосфора и калия в различных точках сельскохозяйственного поля.

Точное земледелие или управление локальными земельными ресурсами представляет собой технологии использования земель на уровне внутриполевой дифференциации. Применение технологий точного земледелия позволяет обеспечить экономию ресурсов на 20–30 %, существенно повысить эффективность и экологические показатели использования земельных ресурсов [27].

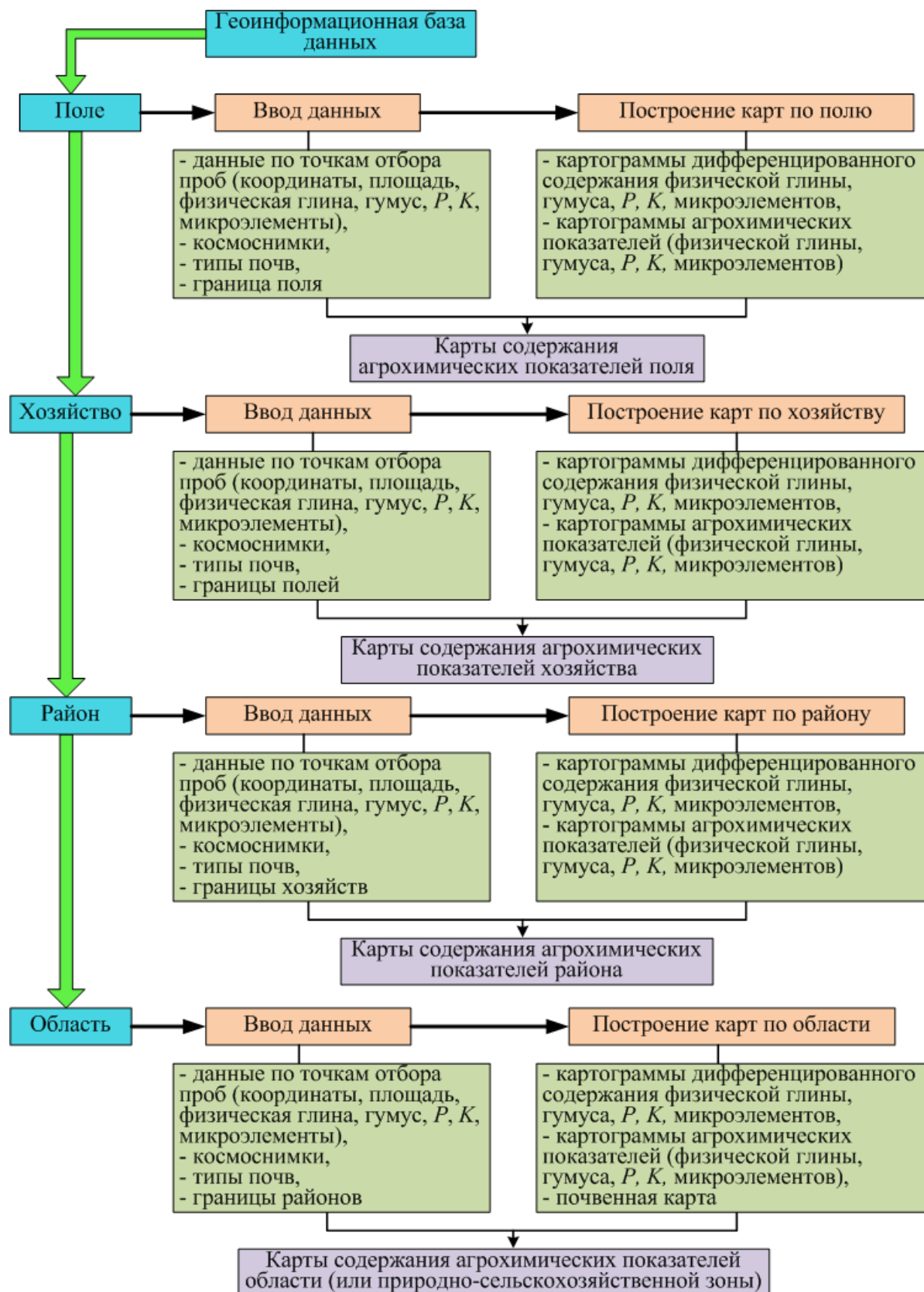
В основу точного земледелия легло дифференцирование энергетических затрат в пределах поля. В тех случаях, когда применение точного земледелия на том или ином участке оправданно, эта технология позволяет сделать качественный и количественный прорыв в получении оптимального урожая сельскохозяйственных культур [28].

Архитектура СХГБД РО включает совокупность следующих самостоятельных материалов по Ростовской области: природно-сельскохозяйственные зоны, районы, населенные пункты, водные объекты, лесополосы, хозяйства, поля хозяйств, агрохимические показатели почв, типы почв (рисунок 2). База данных содержит файловые и атрибутивные данные. Использование материалов базы данных позволит проводить агро-экологический мониторинг Ростовской области и определять степень обеспеченности почвенного покрова гумусом, подвижным фосфором и обменным калием в пределах поля, хозяйства, района, сельскохозяйственной зоны и области.

Предлагаемая база данных обеспечивает сбор, хранение, пополнение, формирование документов (информационная справка, тематическая карта), обработку и представление пользователям аналитической информации (агрохимические показатели в пределах поля, хозяйства, района и области), используемой для принятия решений в области государственного мониторинга и непосредственно сельхозтоваропроизводителями.

Каждая природно-сельскохозяйственная зона состоит из нескольких районов, входящих в ту или иную зону. Районы содержат границы территории, космоснимки всей территории и включают в себя хозяйства. По каждому хозяйству имеется информация о его границах и границах полей, входящих в собственность организации.

База позволяет по каждому полю вывести следующую атрибутивную информацию: номер поля, тип почвы, содержание по каждому полю гумуса, фосфора и калия (рисунок 3).



**Рисунок 2 – Архитектура сельскохозяйственной геоинформационной базы данных Ростовской области**



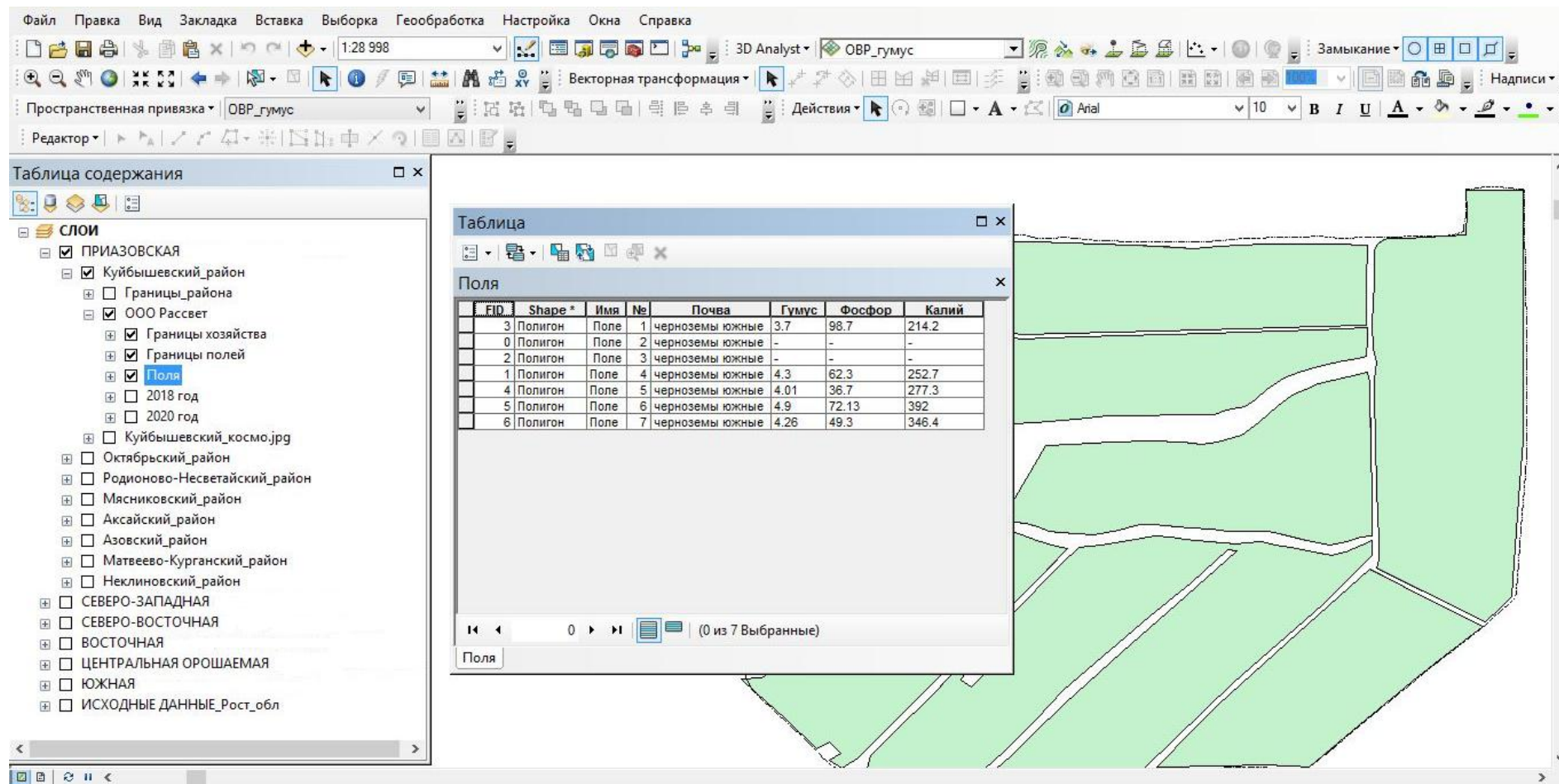


Рисунок 3 – Пример вывода информации по полю

Данные по каждому полю хозяйства обрабатываются и приводятся по годам проведения исследований (таблица 1).

**Таблица 1 – Данные проведенных в ООО «Рассвет» исследований (пример формы)**

Хозяйство	Год	Поле	Показатель
ООО «Рассвет»	2018	Поле № 1	Гумус, фосфор, калий
		2 ... $n$	Гумус, фосфор, калий
		Поле № $n$	Гумус, фосфор, калий
	2020	Поле № 1	Гумус, фосфор, калий
		2 ... $n$	Гумус, фосфор, калий
		Поле № $n$	Гумус, фосфор, калий

Одним из элементов точного земледелия является дифференцированное внесение удобрений, в связи с этим предлагаемая база данных позволяет проводить дифференциацию содержания гумуса и основных элементов питания в почве.

Рассмотрим принцип работы СХГБД РО на примере одного из хозяйств Ростовской области – ООО «Рассвет» Куйбышевского района. В результате проведенных исследований количественные данные об агрохимических показателях занесены в атрибутивные таблицы по каждому полю хозяйства. По этим данным проведена группировка почв по классам обеспеченности гумусом, подвижным фосфором и обменным калием согласно положениям методических указаний [23] и составлены картограммы их содержания в почвах (рисунки 4–6).

Далее с помощью программных средств ArcGIS строятся дифференцированные картограммы, которые представляют собой обработку количественных данных о содержании гумуса, фосфора и калия по каждой скважине методом ОВР, он позволяет рассчитать значение каждой ячейки, усредняя значения опорных точек в заданной окрестности данной ячейки. По каждой скважине приводится атрибутивная информация – координаты (широта и долгота), номер каждой скважины и содержание гумуса, фосфора и калия по скважинам (рисунки 7–9).

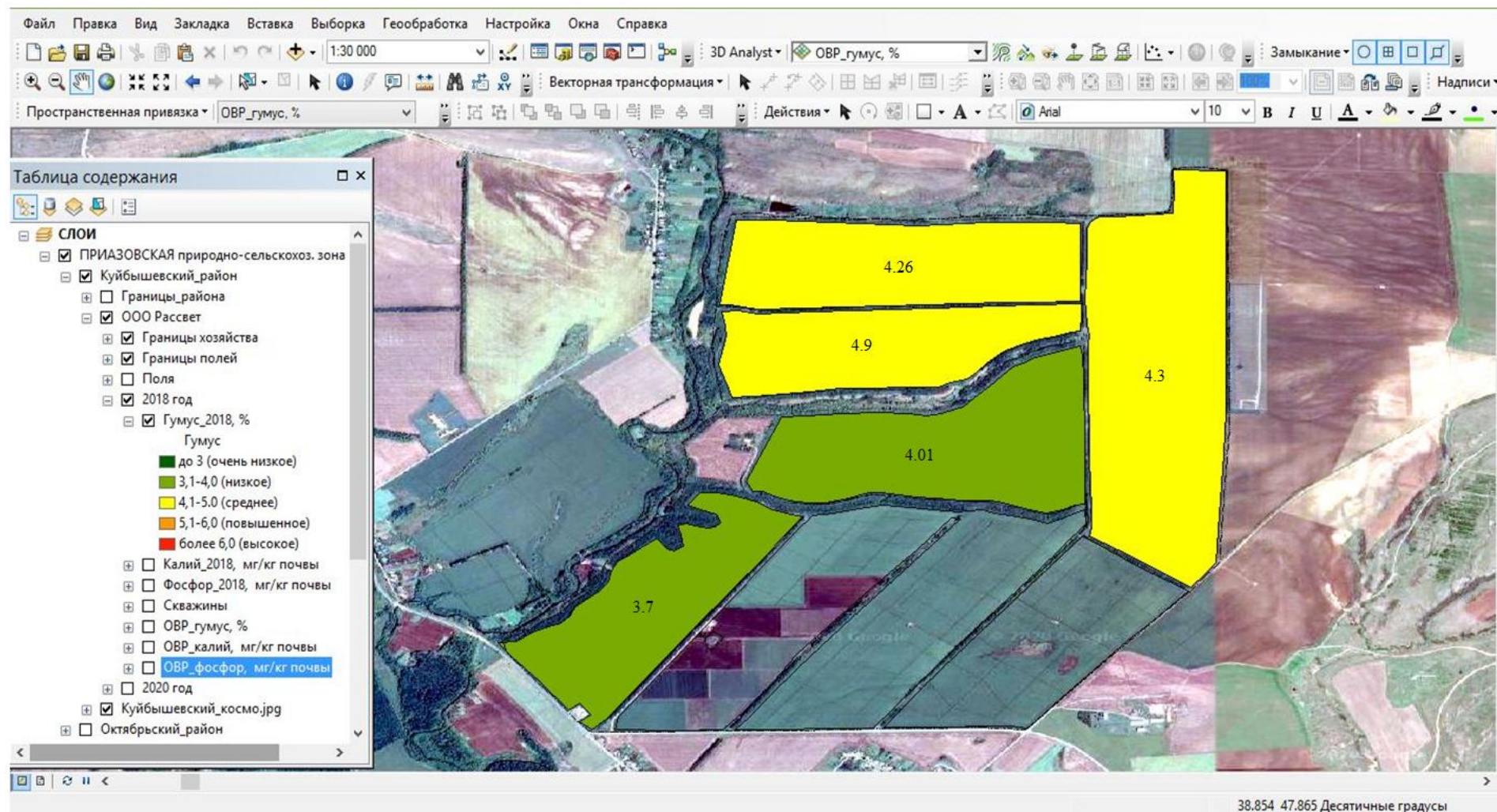


Рисунок 4 – Картограмма содержания гумуса



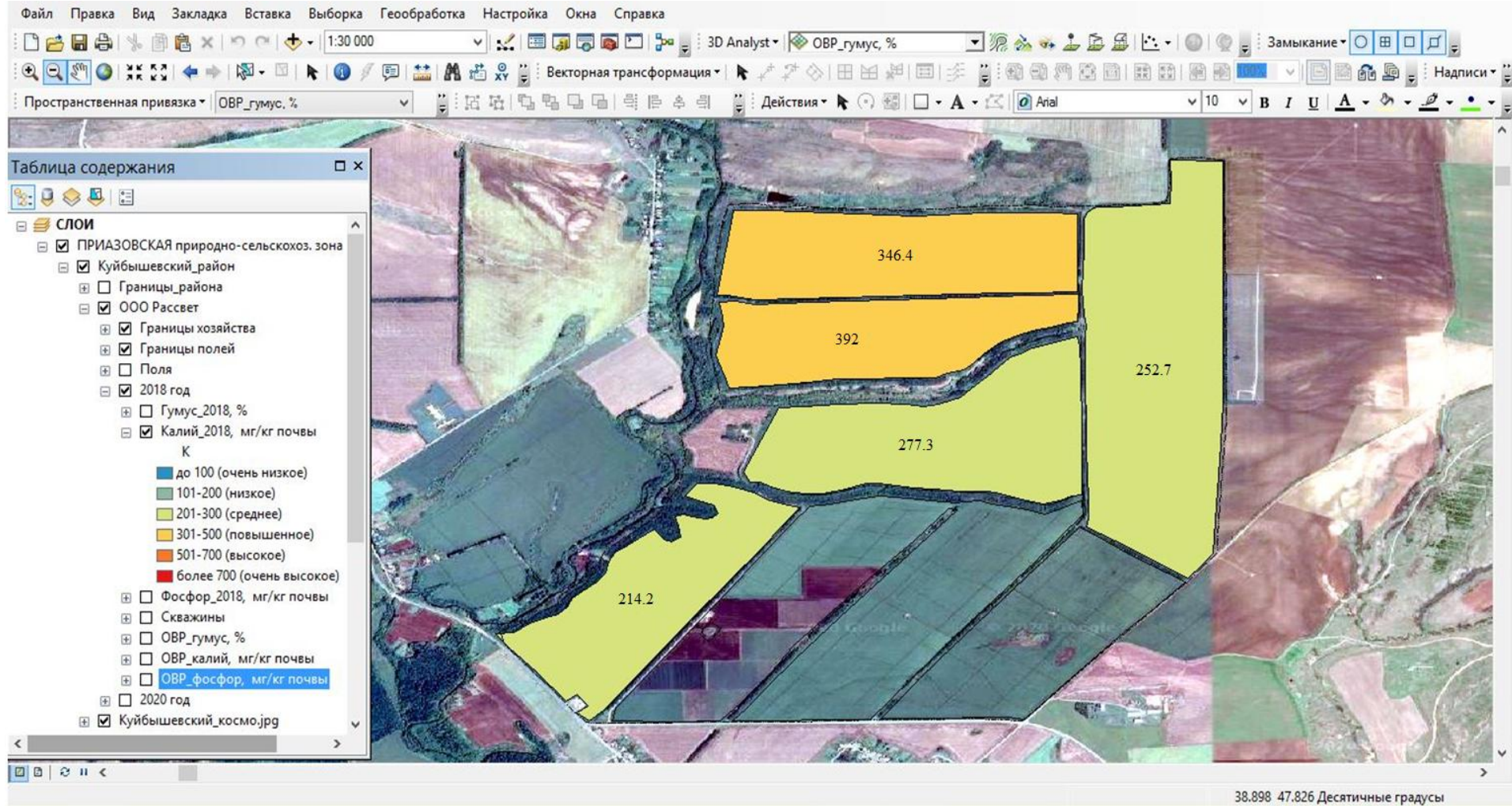


Рисунок 5 – Картограмма содержания обменного калия



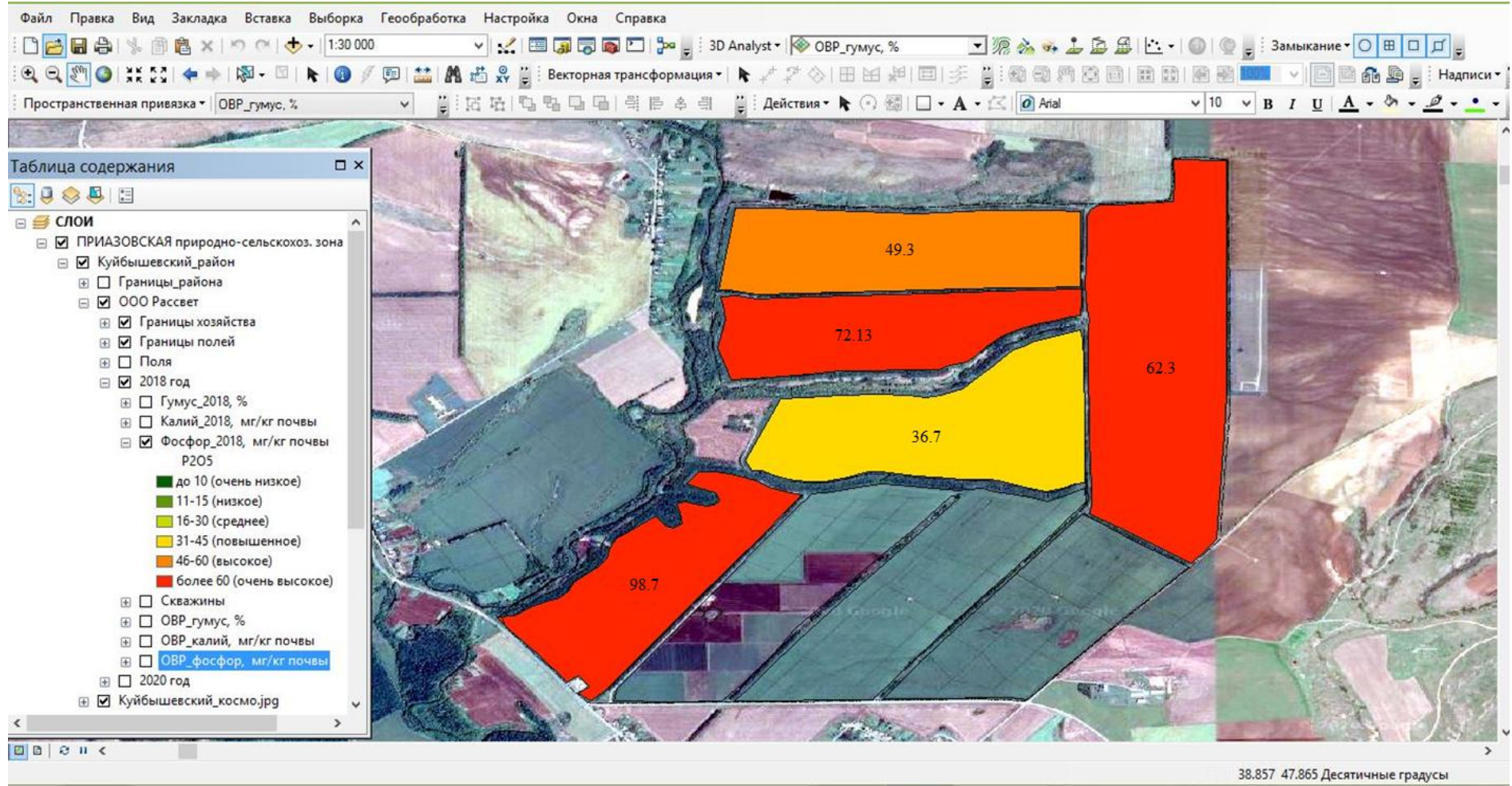


Рисунок 6 – Картограмма содержания подвижного фосфора



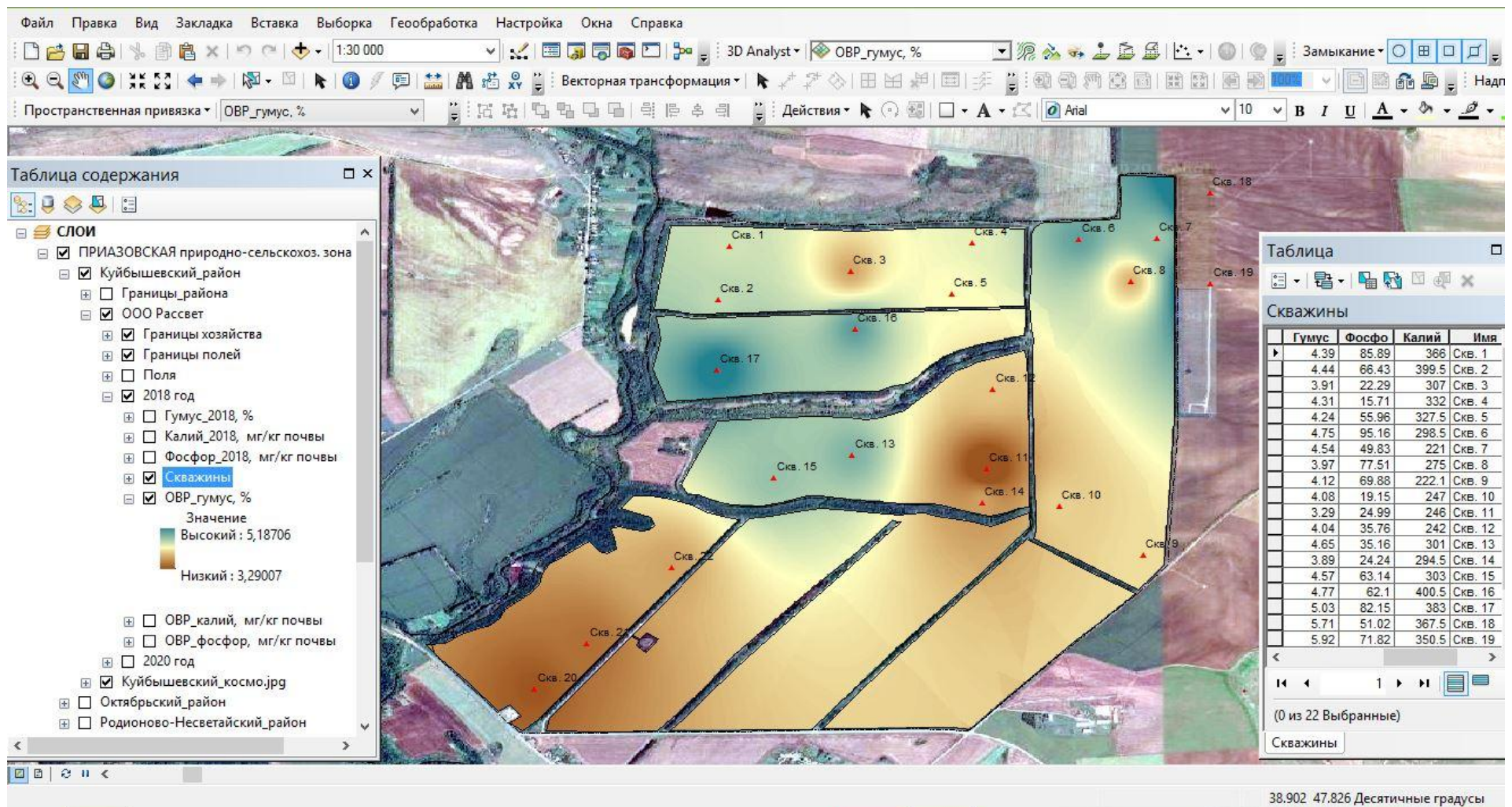


Рисунок 7 – Содержание гумуса по скважинам



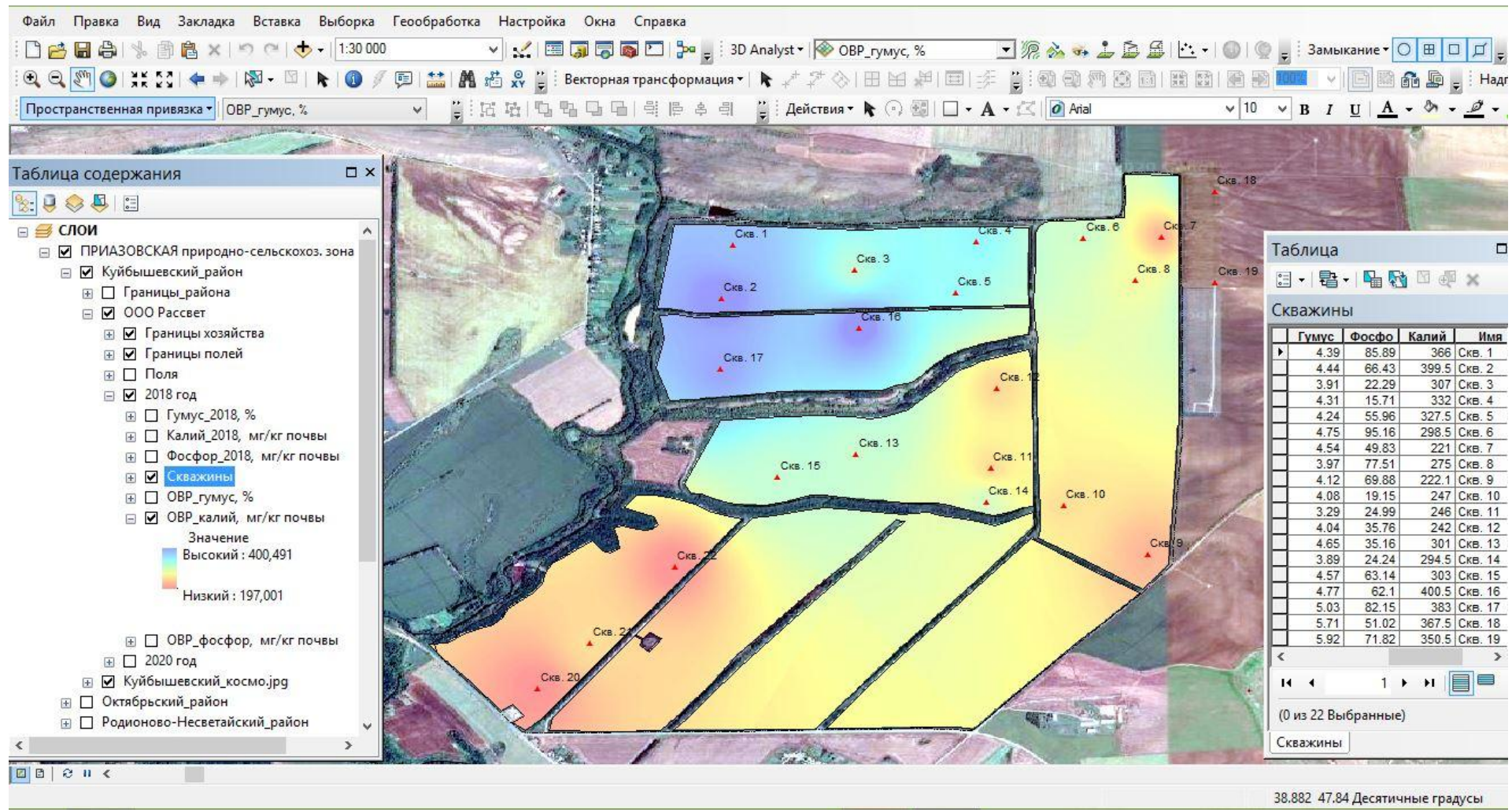


Рисунок 8 – Содержание подвижного калия по скважинам



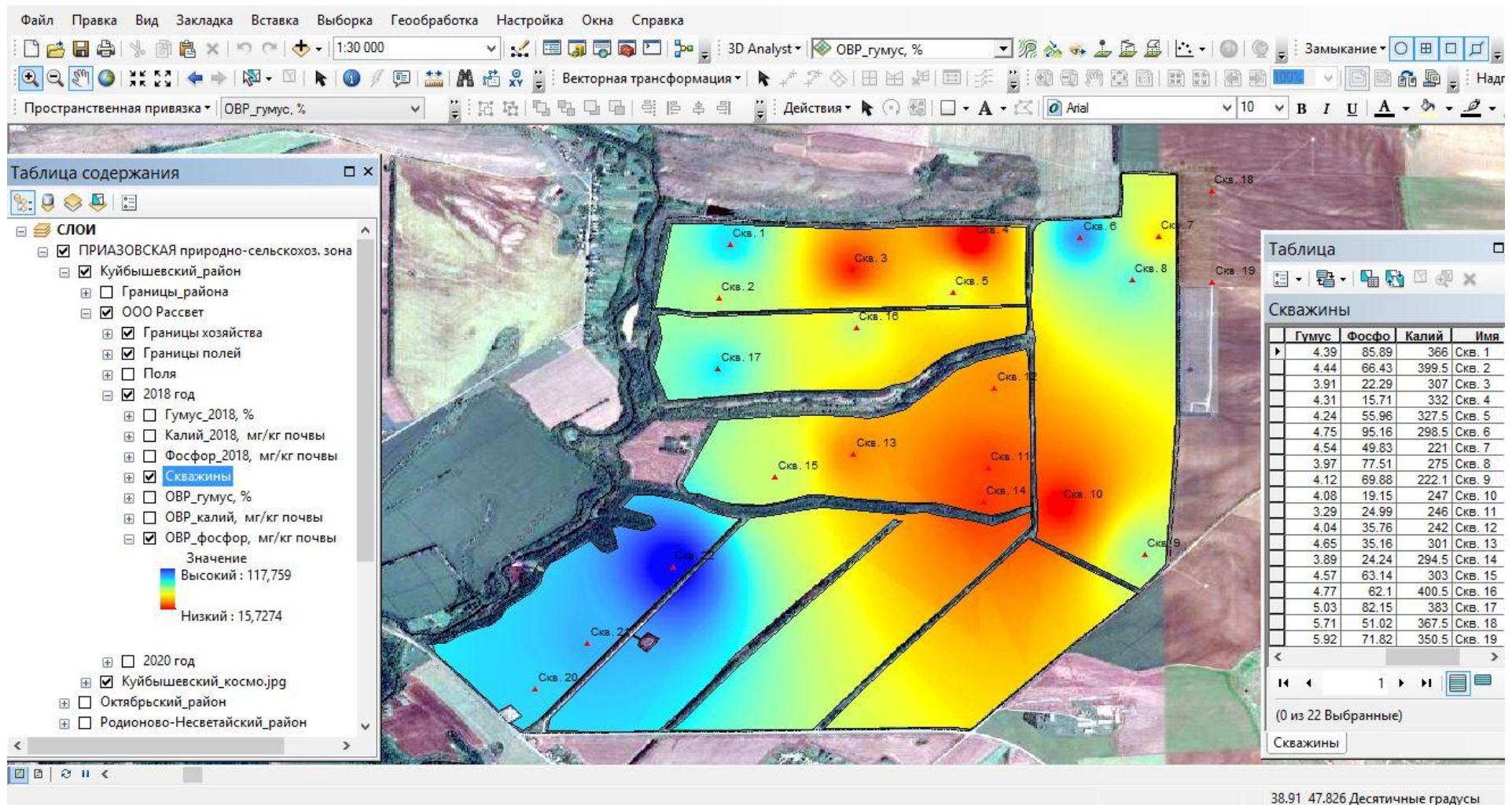


Рисунок 9 – Содержание обменного фосфора по скважинам



Как видно из представленных картограмм, рассматриваемая база данных позволяет судить о количестве содержащихся элементов в контуре одного поля и своевременно вносить коррективы при выращивании сельскохозяйственных культур, а именно проводить дифференцированное внесение удобрений.

**Выводы.** Предлагаемая авторами к реализации СХГБД РО позволит не только решать задачи государственного мониторинга земель, но и удовлетворять запросы сельхозтоваропроизводителей при осуществлении дифференцированного внесения удобрений, что даст возможность сократить расходы на сами удобрения, а впоследствии и повысить рентабельность производства. То есть специалистам хозяйства предлагается удобный механизм не только для накопления данных, но и для ведения истории полей с привязкой к году исследования. Средства анализа позволяют выполнять пространственные и логические запросы данных, формировать выборки и отчеты. Разработанная СХГБД РО способна удовлетворять информационные потребности лиц, принимающих решения в области рационального использования земель, планирования, проектирования почвенно-мелиоративных исследований и управления сельскохозяйственным производством, оценки стоимости земель на уровне района, области.

### **Список источников**

1. Гиниятов И. А., Ильиных А. Л. Геоинформационное обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2011. № 1(14). С. 33–39.
2. Галикеева Г. Г., Кутляров А. Н. Использование современных информационных систем при ведении государственного мониторинга земель // Novainfo. 2017. № 58-6. С. 173–175.
3. Zudilin S. N., Iralieva Y. S. Automation of land use planning based on geoinformation modeling // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 720(1). 012039. DOI: 10.1088/1755-1315/720/1/012039.
4. Kudryavtsev A., Tumbaeva N., Toropova E. Digital technologies in agriculture of arid territories of Altai // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 666(5). 052063. DOI: 10.1088/1755-1315/666/5/052063.
5. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: офиц. изд. М.: Росинформагротех, 2019. 48 с.
6. Глаголева Г. И. Цифровизация мониторинга земель и природоохранных меро-

приятий посредством геоинформационных технологий // Современные научные исследования и разработки. 2018. № 3(20). С. 706–709.

7. Беленко В. В. Концепция и технология мониторинга земель застраиваемых территорий по материалам космической съемки // Известия высших учебных заведений «Геодезия и аэрофотосъемка». 2019. Т. 63, № 3. С. 312–323. DOI: 10.30533/0536-101X-2019-63-3-312-323.

8. Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация» / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов, А. В. Слабунова, А. А. Завалин // Информационные технологии и вычислительные системы. 2020. № 1. С. 53–64.

9. Мониторинг мелиорируемых земель на основе геоинформационных технологий / Н. В. Арефьев, В. Л. Баденко, К. Н. Криулин, Г. К. Осипов, М. Б. Черняк // Мелиорация и водное хозяйство. 1998. № 5. С. 41–43.

10. Фарбер С. К., Вараксин Г. С., Байкалов Е. М. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве // Вестник КрасГАУ. 2013. № 3. С. 103–106.

11. Космический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения юга России / В. Е. Зинченко, О. И. Лохманова, В. П. Калиниченко, А. И. Глухов, В. И. Повх, Л. А. Шляхова // Исследование Земли из космоса. 2013. № 3. С. 33–44. DOI: 10.7868/S0205961413030068.

12. Зинченко В. Е., Повх В. И., Калиниченко В. П. Управление плодородием почв на основе дистанционного зондирования агроландшафтов Ростовской области // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: материалы междунар. науч.-практ. конф., 1–4 февр. 2005 г. Персиановский, 2005. С. 21–24.

13. Козодеров В. В., Дмитриев Е. В. Аэрокосмическое зондирование почвенно-растительного покрова: модели, алгоритмическое и программное обеспечение, наземная валидация // Исследования Земли из космоса. 2010. № 1. С. 69–86.

14. О вводе в эксплуатацию Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий [Электронный ресурс]: Приказ М-ва сел. хоз-ва Рос. Федерации от 2 апр. 2018 г. № 130. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

15. Волков С. Н., Шаповалов Д. А. Цифровое землеустройство – проблемы и перспективы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. 2019. Т. 3, № 2. С. 26–35. DOI: 10.33764/2618-981X-2019-3-2-26-35.

16. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2018 году. М.: Росинформагротех, 2020. 340 с.

17. Особо ценные продуктивные сельскохозяйственные угодья на территории Калужской области [Электронный ресурс]. URL: <https://map.geoportal40.ru/landmap/> (дата обращения: 08.04.2021).

18. Государственная информационная система мониторинга сельскохозяйственных угодий Волгоградской области [Электронный ресурс]. URL: <http://agroportal.volgafanet.ru/> (дата обращения: 08.04.2021).

19. АИС «РЕСПАК», модуль «РусГис» [Электронный ресурс]. URL: <https://altaya.rusgis.com/view/#geoportal> (дата обращения: 08.04.2021).

20. Геопортал Подмосковья [Электронный ресурс]. URL: <https://rgis.mosreg.ru/v3/#/map?bbox=36.02809,55.41652,36.06053,55.42828&layers=182> (дата обращения: 08.04.2021).

21. Геоинформационная система сельского хозяйства угодий Курганской области [Электронный ресурс]. URL: <https://gisx.kurganobl.ru/> (дата обращения: 08.04.2021).

22. ГИС СХ Ростовской области [Электронный ресурс]. URL: <https://gisshro-front.datum-group.ru/#main> (дата обращения: 08.04.2021).

23. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс] / разработ. В. Г. Сычевым [и др.]; под ред. Л. М. Державина, Д. С. Булгакова; утв. Министром сел. хоз-ва Рос. Федерации А. В. Гордеевым 24 сент. 2003 г., Президентом Рос. акад. с.-х. наук Г. А. Романенко 17 сент. 2003 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076297> (дата обращения: 08.04.2021).

24. ГОСТ 27593-88. Почвы. Термины и определения. Введ. 1988-07-01. М.: Стандартинформ, 2008. 9 с.

25. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введ. 2019-01-01. М.: Стандартинформ, 2018. 3 с.

26. ГОСТ Р 58595-2019. Почвы. Отбор проб. Введ. 2020-01-01. М.: Стандартинформ, 2019. 6 с.

27. Лобков В. Т., Плыгун С. А. Анализ приоритетных направлений развития земледелия на современном этапе научно-технического прогресса // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2012. № 2(2). С. 3–9.

28. Электронная карта урожайности как информационная основа прецизионного внесения удобрений / В. П. Якушев, В. В. Якушев, Л. Н. Якушева, В. М. Буре // *Земледелие*. 2009. № 3. С. 16–19.

## References

1. Giniyatov I.A., Ilinykh A.L., 2011. *Geoinformatsionnoe obespechenie monitoringa zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Geoinformation support for monitoring agricultural lands]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologiy* [Bulletin of Siberian State University of Geosystems and Technologies], no. 1(14), pp. 33-39. (In Russian).

2. Galikeeva G.G., Kutliyarov A.N., 2017. *Ispol'zovanie sovremennykh informatsionnykh sistem pri vedenii gosudarstvennogo monitoringa zemel'* [The use of modern information systems in state land monitoring]. *Novainfo*, no. 58-6, pp. 173-175. (In Russian).

3. Zudilin S.N., Iralieva Y.S., 2021. Automation of land use planning based on geoinformation modeling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 720(1), 012039, DOI: 10.1088 / 1755-1315 / 720/1/012039.

4. Kudryavtsev A., Tumbaeva N., Toropova E., 2021. Digital technologies in agriculture of arid territories of Altai. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 666(5), 052063, DOI: 10.1088/1755-1315/666/5/052063.

5. *Vedomstvennyy projekt "Tsifrovoe sel'skoe khozyaystvo"* [Department Project "Digital Agriculture"]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2019, 48 p. (In Russian).

6. Glagoleva G.I., 2018. *Tsifrovizatsiya monitoringa zemel' i prirodookhrannykh meropriyatiy posredstvom geoinformatsionnykh tekhnologiy* [Digitalization of land monitoring and environmental protection measures by means of geoinformation technologies]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki* [Modern Scientific Research and Development], no. 3(20), pp. 706-709. (In Russian).

7. Belenko V.V., 2019. *Kontseptsiya i tekhnologiya monitoringa zemel' zastraivayemykh territoriy po materialam kosmicheskoy s"emki* [Concept and technology of land monitoring of developed areas based on satellite images]. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedeniy "Geodeziya i aerofotos"emka* [Proc. of Higher Educational Institutions "Geodesy and Aerial Photography"], vol. 63, no. 3, pp. 312-323, DOI: 10.30533/0536-101X-2019-63-3-312-323. (In Russian).

8. Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Slabunov V.V., Slabunova A.V., Zavalin A.A., 2020. *Podkhody k formirovaniyu informatsionnoy sistemy "Tsifrovaya melioratsiya"* [Approaches to the formation of the information system "Digital reclamation"]. *Informatsionnye*

*tekhnologii i vychislitel'nye sistemy* [Information Technologies and Computing Systems], no. 1, pp. 53-64. (In Russian).

9. Arefiev N.V., Badenko V.L., Kriulin K.N., Osipov G.K., Chernyak M.B., 1998. *Monitoring melioriruemykh zemel' na osnove geoinformatsionnykh tekhnologiy* [Monitoring of reclaimed lands based on geoinformation technologies]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 5, pp. 41-43. (In Russian).

10. Farber S.K., Varaksin G.S., Baikalov E.M., 2013. *Geoinformatsionnye sistemy v sel'skom khozyaystv* [Geoinformation systems in agriculture]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], no. 3, pp. 103-106. (In Russian).

11. Zinchenko V.E., Lokhmanova O.I., Kalinichenko V.P., Glukhov A.I., Povkh V.I., Shlyakhova L.A., 2013. *Kosmicheskii monitoring zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya yuga Rossii* [Space monitoring of agricultural lands in the south of Russia]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa* [Research of the Earth from Space], no. 3, pp. 33-44, DOI: 10.7868/S0205961413030068. (In Russian).

12. Zinchenko V.E., Povkh V.I., Kalinichenko V.P., 2005. *Upravlenie plodorodiem pochv na osnove distantsionnogo zondirovaniya agrolandshaftov Rostovskoy oblasti* [Management of soil fertility based on remote sensing of agrolandscapes of Rostov region]. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual Problems and Prospects for the Development of Agro-Industrial Complex: Proc. of International Scientific-Practical Conference]. Persianovsky, pp. 21-24. (In Russian).

13. Kozoderov V.V., Dmitriev E.V., 2010. *Aerokosmicheskoe zondirovanie pochveno-rastitel'nogo pokrova: modeli, algoritmicheskoe i programmnnoe obespechenie, nazemnaya validatsiya* [Aerospace sounding the soil and vegetation cover: Models, algorithmic and software support, ground-based validation]. *Issledovaniya Zemli iz kosmosa* [Earth Research from Space], no. 1, pp. 69-86. (In Russian).

14. *O vvode v ekspluatatsiyu Edinoy federal'noy informatsionnoy sistemy o zemlyakh sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya i zemlyakh, ispol'zuemykh ili predostavlennyykh dlya vedeniya sel'skogo khozyaystva v sostave zemel' inyykh kategoriy* [On the commissioning of the Integrated Federal Information System on agricultural lands and lands used or provided for agriculture as part of lands of other categories]. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of 2 April, 2018, no. 130, available IS “Techexpert: 6<sup>th</sup> generation” Intranet. (In Russian).

15. Volkov S.N., Shapovalov D.A., 2019. *Tsifrovoe zemleustroystvo – problemy i perspektivy* [Digital Land Management - Problems and Prospects]. *Interexpo GEO-Sibir'* [Interexpo GEO-Siberia], vol. 3, no. 2, pp. 26-35, DOI: 10.33764/2618-981X-2019-3-2-26-35. (In Russian).

16. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya Rossiyskoy Federatsii v 2018 godu* [Report on the State and Use of Agricultural Land in the Russian Federation in 2018]. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2020, 340 p. (In Russian).

17. *Osobo tsennyye produktivnyye sel'skokhozyaystvennyye ugod'ya na territorii Kaluzhskoy oblasti* [Particularly valuable productive agricultural land on the territory of Kaluga region], available: <https://map.geoportal40.ru/landmap/> [accessed 08.04.2021]. (In Russian).

18. *Gosudarstvennaya informatsionnaya sistema monitoringa sel'skokhozyaystvennykh ugodiy Volgogradskoy oblasti* [State information system for monitoring agricultural land in Volgograd region], available: <http://agroportal.vol-ganet.ru/> [accessed 08.04.2021]. (In Russian).

19. AIS “RESPAK”, modul’ “RusGis” [AIS “RESPAK”, module “RusGis”], available: <https://altaya.rusgis.com/view/#geoportal> [accessed 08.04.2021]. (In Russian).

20. *Geoportal Podmoskov'ya* [Geoportal of Moscow region], available: <https://rgis.mosreg.ru/v3/#/map?bbox=36.02809,55.41652,36.06053,55.42828&layers=182> [accessed 08.04.2021]. (In Russian).

21. *Geoinformatsionnaya sistema sel'skogo khozyaystva ugodiy Kurganskoy oblasti* [Geoinformation system of agricultural land of Kurgan region], available: <https://gisx.kurganobl.ru/> [accessed 08.04.2021]. (In Russian).

22. *GIS SKH Rostovskoy oblasti* [GIS of the agricultural sector of Rostov region], available: <https://gisshro-front.datum-group.ru/#main> [accessed 08.04.2021]. (In Russian).

23. Sychev V.G. [et al.]. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Guidelines for the Comprehensive Monitoring of Soil Fertility of Agricultural Lands]. Approved by the Minister of Agriculture of the Russian Federation A.V. Gordeev on 24 September, 2003, President of the Russian Academy of Agricultural Sciences G.A. Romanenko on 17 September, 2003, available: <https://docs.cntd.ru/document/1200076297> [accessed 08.04.2021]. (In Russian).

24. *GOST 27593-88. Pochvy. Terminy i opredeleniya* [Soils. Terms and definitions]. Moscow, Standartinform Publ., 2008, 9 p. (In Russian).

25. *GOST 17.4.3.01-2017. Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob* [Protection of nature. Soils. General requirements for sampling]. Moscow, Standartinform Publ., 2018, 3 p. (In Russian).

26. *GOST R 58595-2019. Pochvy. Otkhod prob* [Soils. Sample selection]. Moscow, Standartinform Publ., 2019, 6 p. (In Russian).

27. Lobkov V.T., Plygun S.A., 2012. *Analiz prioritnykh napravleniy razvitiya zemledeliya na sovremennom etape nauchno-tehnicheskogo progressa* [Analysis of the priority directions of the development of agriculture at the present stage of scientific and technological progress]. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, no. 2(2), pp. 3-9. (In Russian).

28. Yakushev V.P., Yakushev V.V., Yakusheva L.N., Bure V.M., 2009. *Elektronnaya karta urozhaynosti kak informatsionnaya osnova pretsizionnogo vneseniya udobreniy* [Electronic map of yield as an information basis for precision fertilization]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 3, pp. 16-19. (In Russian).

---

#### **Информация об авторах**

**М. А. Ляшков** – научный сотрудник;

**Ю. Ю. Аriskина** – младший научный сотрудник;

**А. В. Слабунова** – старший научный сотрудник, кандидат технических наук.

#### **Information about the authors**

**M. A. Lyashkov** – Researcher;

**Yu. Yu. Ariskina** – Junior Researcher;

**A. V. Slabunova** – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 29.04.2021; одобрена после рецензирования 01.06.2021; принята к публикации 10.06.2021.*

*The article was submitted 29.04.2021; approved after reviewing 01.06.2021; accepted for publication 10.06.2021.*