

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАТИВНО- ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Научная статья

УДК 631.67.004.65

Разработка геоинформационной базы данных «Понуро-Калининская «Водохозяйственная система»

Алексей Николаевич Рыжаков¹, Александр Анатольевич Кузьмичев²,
Дмитрий Викторович Мартынов³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹xrust.89@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>

²flutbet@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

³dimas-8901@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4797-8973>

Аннотация. Цель: представить результаты работ по созданию геоинформационной базы данных (ГИБД) «Понуро-Калининская «Водохозяйственная система». **Материалы и методы:** ГИБД разработана при использовании программного обеспечения QGIS версии 3.30.1 в формате .sqlite на основе технических данных, предоставленных ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз», и материалов полевых исследований, проводимых в 2023 г. **Результаты и обсуждения.** В качестве векторных данных в ГИБД представлены точечные, линейные и полигональные объекты. В виде линейных объектов представлены каналы водоподводящей и водоотводящей сети, а также внутрихозяйственная сеть. В виде точечных объектов представлены ГТС различного типа. В виде полигональных объектов представлены площади земель, политые в 2022 г., фактически обслуживаемые системой, а также перспективные. Для каждого элемента ГИБД сформирована атрибутивная информация в табличной форме. ГИБД также включает в себя вспомогательные файлы – фотографии ГТС и акты технического осмотра ГТС. ГИБД не только служит в качестве способа сбора, хранения, анализа и графической визуализации, но и позволяет проводить быстрый и эффективный анализ. **Выводы.** Формирование полного представления об объектах капитальных мероприятий на оросительных системах невозможно без географической интерпретации данных о них. ГИБД является информационно-аналитическим инструментом при планировании водохозяйственной деятельности и управления водными ресурсами Понуро-Калининской оросительной системы. В рамках работ, проводимых в 2023 г., подготовленная база данных позволила успешно решить поставленную задачу по разработке и применению методики определения очередности ремонтно-восстановительных работ.

Ключевые слова: геоинформационная база данных, геоинформационные системы, водохозяйственная система, оросительная система, ремонтно-восстановительные работы

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы мелиоративно-водохозяйственного комплекса и пути их решения» (г. Новочеркасск, 27 октября 2023 г.).

Для цитирования: Рыжаков А. Н., Кузьмичев А. А., Мартынов Д. В. Разработка геоинформационной базы данных «Понуро-Калининская «Водохозяйственная система» // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 238–249.



MODERN PROBLEMS OF LAND RECLAMATION AND WATER INDUSTRIAL COMPLEX AND WAYS TO SOLVE THEM

Original article

Development of the geoinformation database “Ponuro-Kalininskaya “Water management system”

Alexey N. Ryzhakov¹, Alexandr A. Kuzmitchev², Dmitry V. Martynov³

^{1,2,3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk,
Russian Federation

¹xrust.89@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>

²flutbet@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

³dimas-8901@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4797-8973>

Abstract. Purpose: to present the results of work on the creation of geographic information database (GIDB) “Ponuro-Kalininskaya “Water management system”. **Materials and methods:** the GIDB was developed using QGis software version 3.30.1 in .sqlite format based on technical data provided by the Federal State Budgetary Institution “Kubanmeliovodkhoz Administration” and results of field studies conducted in 2023. **Results and discussions.** Point, linear and polygonal objects are presented as vector data in the GIDB. The channels of water supply and discharge networks, as well as the intrafarm network, are presented in the form of linear objects. The hydraulic structures of various types are presented in the form of point objects. The areas of land irrigated in 2022, actually serviced by the system, as well as the promising ones are presented in the form of polygonal objects. For each element of the geographic information database, attribute information is generated in a tabular form. The GIDB also includes auxiliary files – photographs of hydraulic structures and technical inspection reports of hydraulic structures. The GIDB not only serves as a method of collection, storage, analysis and graphical visualization, but also allows conducting fast and efficient analysis. **Conclusions.** The formation of a complete picture of the capital measures objects on irrigation systems is impossible without geographical interpretation of data on them. The GIDB is an information and analytical tool for planning water economic activities and managing water resources of the Ponuro-Kalininskaya irrigation system. As part of the work carried out in 2023, the prepared database made it possible to solve successfully the task of developing and applying methodology for determining the priority of repair and restoration work.

Keywords: geographic information database, geographic information systems, water management system, irrigation system, repair and restoration work

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “Modern problems of land reclamation and water industrial complex and ways to solve them” (Novochoerkassk, October 27, 2023).

For citation: Ryzhakov A. N., Kuzmitchev A. A., Martynov D. V. Development of the geoinformation database “Ponuro-Kalininskaya “Water management system”. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;91(3):238–249. (In Russ.).

Введение. Рациональное решение проблемы дефицита воды не может быть получено без использования современных цифровых технологий, методов математического моделирования, мониторинга водных ресурсов и состояния инженерных гидротехнических систем и сельскохозяйственных

посевов [1]. Всесторонний анализ мероприятий по использованию и охране водных ресурсов требует к себе более серьезного внимания, так как водохозяйственные объекты весьма капиталоемкие, а сроки строительства и освоения достаточно длительные. При проектировании, реконструкции и эксплуатации водохозяйственных систем необходимо проводить технико-экономический анализ [2]. Для обеспечения Департамента мелиорации и подведомственных ему учреждений актуальной и достоверной информацией об объектах мелиоративных систем в данном направлении предлагается применение геоинформационных технологий [3, 4]. Геоинформационная база данных (ГИБД) отвечает современным требованиям при реализации процесса сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и включает в себя сведения о географическом положении, размерах и границах объектов мелиоративных систем, а также блоки атрибутивной информации – текстовый и табличный материал, содержащий сведения об их характеристиках и техническом состоянии.

ГИБД создается в качестве системы поддержки управленческих решений и позволяет решать следующие задачи:

- формирование объективного представления об объектах мелиорации;
- оперативный доступ к количественным и качественным данным и их оперативный анализ;
- установление взаимосвязей между объектами;
- определение степени значимости объектов;
- создание достоверного иллюстрационного и доказательного материала, обосновывающего выводы о техническом состоянии и перечни возможных мероприятий по капитальному ремонту и (или) реконструкции.

Применение геоинформационных систем (ГИС) позволяет получить информацию об объектах и сформировать итоговые отчетные материалы в графическом (карты) и табличном виде. Возможности ГИС позволяют наглядно представить получаемые данные и результаты обследования

на электронной карте, доступ к которой можно предоставить как специалистам, так и всем заинтересованным лицам.

Исследование и разработка ГИБД проводились в рамках работ по техническому учету и технической инвентаризации Понуро-Калининской оросительной системы на территории Калининского и Красноармейского районов Краснодарского края на основании договора № 16 от 24.04.2023.

Понуро-Калининская оросительная система располагается в Марьяно-Чеборгульском мелиоративно-водохозяйственном массиве, охватывающем территорию междуречья р. Понура – Протока. Системы этого массива характеризуются наиболее высоким использованием сбросных вод, которое составляет более 20 тыс. га посевов риса. Понуро-Калининская оросительная система располагается на территории Приморско-Ахтарского, Тимашевского и Красноармейского районов. Площадь Понуро-Калининской оросительной системы – 40,28 тыс. га, из них рисовые севообороты – 22,1 тыс. га. Строительство системы выполнено в две очереди с началом в 1979 г. [5]. Площадь орошения сбросной водой составляет в целом по системе около 13,5 тыс. га [2].

Цель данной работы – представить результаты работ по созданию ГИБД «Понуро-Калининская «Водохозяйственная система»».

Материалы и методы. ГИБД оросительной системы сформирована при помощи программного обеспечения QGis версии 3.30.1 в формате .sqlite (что в последующем упростит процесс интеграции данных от разных ФГБУ в единую базу данных) и состоит из табличных и векторных данных на основе исходных технических данных и материалов полевых исследований, выполненных в соответствии с требованиями действующих норм и правил. Данные, внесенные в ГИБД, предоставлены в том числе эксплуатирующей организацией по мелиорации земель и сельскохозяйственному водоснабжению – федеральным государственным бюджетным учреждением «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабже-

ния по Краснодарскому краю» (ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз»). Структурирование полученной информации выполнялось в ГИБД.

ГИБД представляет собой набор слоев, в которые включаются сведения о водопроводящей сети, ГТС различного типа и орошаемых землях в векторном, табличном и графическом форматах. К этим данным относятся географическое положение объектов мелиоративных систем и их размеры, а также информация о водопользователях: местоположение водозабора, режимы водопользования, местоположение и размеры полей, севообороты и урожайность и т. п.

Результаты и обсуждения. В качестве векторных данных в ГИБД представлены точечные, линейные и полигональные объекты. В виде линейных объектов представлены каналы водоподводящей и водоотводящей сети, а также внутрихозяйственная сеть. В виде точечных объектов представлены ГТС различного типа. В виде полигональных объектов представлены площади земель, политые в 2022 г., фактически обслуживаемые системой, а также перспективные. Внешний вид ГИБД приведен на рисунке 1.

Состав элементов, содержащихся в ГИБД, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав элементов геоинформационной базы данных

В шт.

Table 1 – Composition of elements of the geoinformation database

In pcs

Наименование	Количество элементов
Таблица	
ГВР	1
ФГБУ	1
Акты	1
Очередность ремонтно-восстановительных работ	1
Векторный слой	
ГТС	33
Каналы	20
Внутрихозяйственная сеть	302
Полито в 2022 г.	12
Проект	2
Обслуживаемая площадь	12

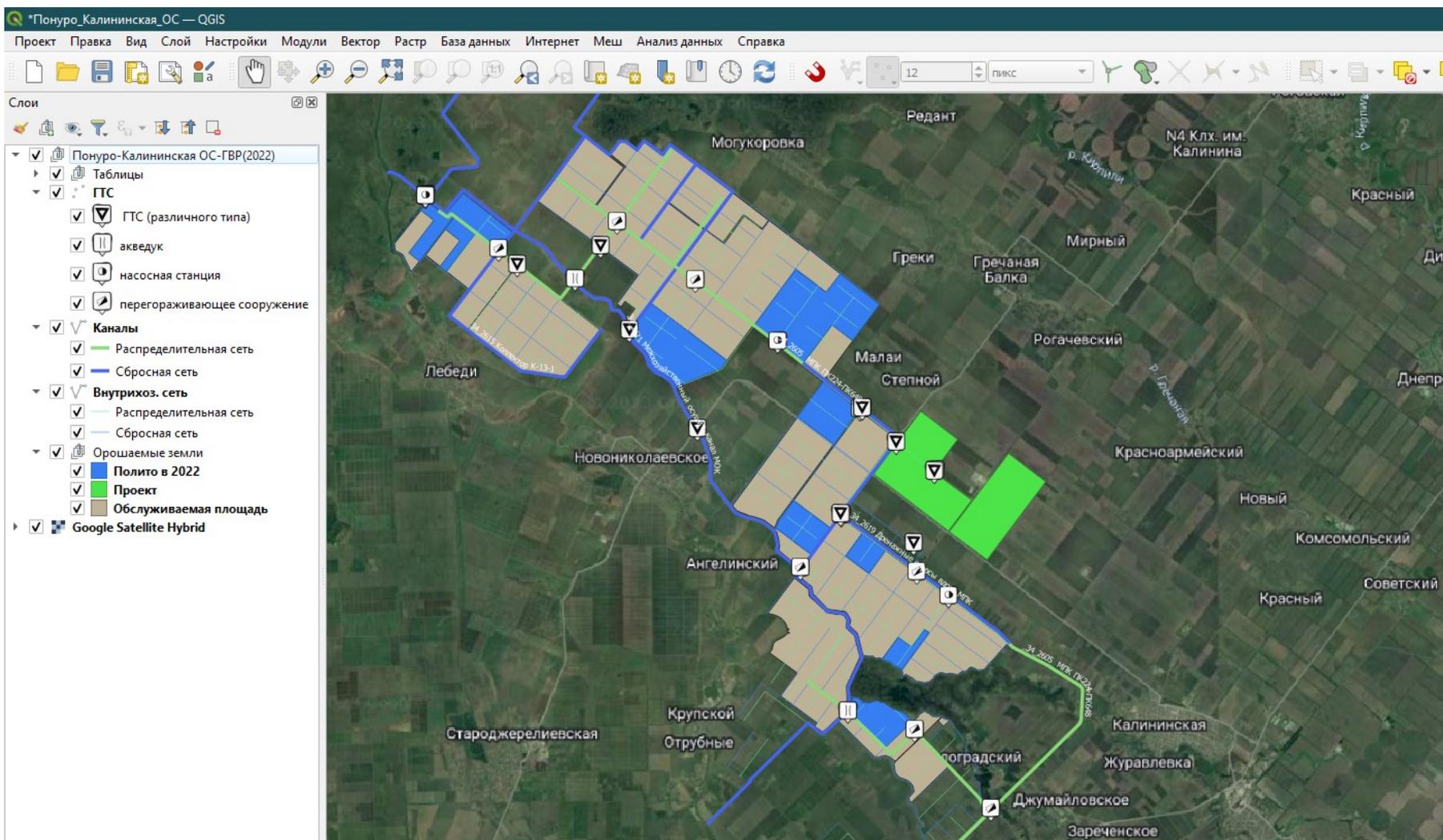


Рисунок 1 – Внешний вид геоинформационной базы данных Понуро-Калининской оросительной системы
Figure 1 – The view of the geographic information database of the Ponuro-Kalininskaya irrigation system

Для каждого элемента ГИБД сформирована атрибутивная информация в табличной форме. Атрибутивная информация или описательные атрибуты – информация, описывающая состояние объектов и влияющая на графическое отображение объекта. Структура слоев позволяет открыть таблицу атрибутов отдельного класса объектов. Вид таблицы атрибутов приведен на рисунке 2.

ГИБД также включает в себя вспомогательные файлы. Папка «Фото» содержит фотографии ГТС. Папка «Акт» содержит акты технического осмотра ГТС. Фотографии и акты технического осмотра присоединены к векторным объектам. Папка «BD» содержит базу данных с сохраненными стилями форматирования объектов. Атрибутивная таблица также позволяет просматривать эти объекты, привязанные к каждому сооружению, как представлено на рисунке 3.

ГИБД не только служит в качестве способа сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и включает в себя сведения о географическом положении, размерах и границах объектов мелиоративных систем, а также блоки атрибутивной информации – текстовый и табличный материал, содержащий сведения об их характеристиках и техническом состоянии, но и позволяет проводить быстрый и эффективный анализ [3]. Основным способом анализа являются запросы и выборки данных из базы данных. Для создания выборки пространственных запросов объекты выбираются напрямую в виде определения специфических взаимоотношений их с окружающими объектами из других слоев. Данный вид запроса позволяет решить задачу выявления перечня объектов, находящихся недалеко от того или иного объекта, или по выбранному рангу технического состояния (рисунок 4).

При выборе того или иного метода анализа и вывода информации исходят из поставленной проблемы и того, как будут использованы его результаты.

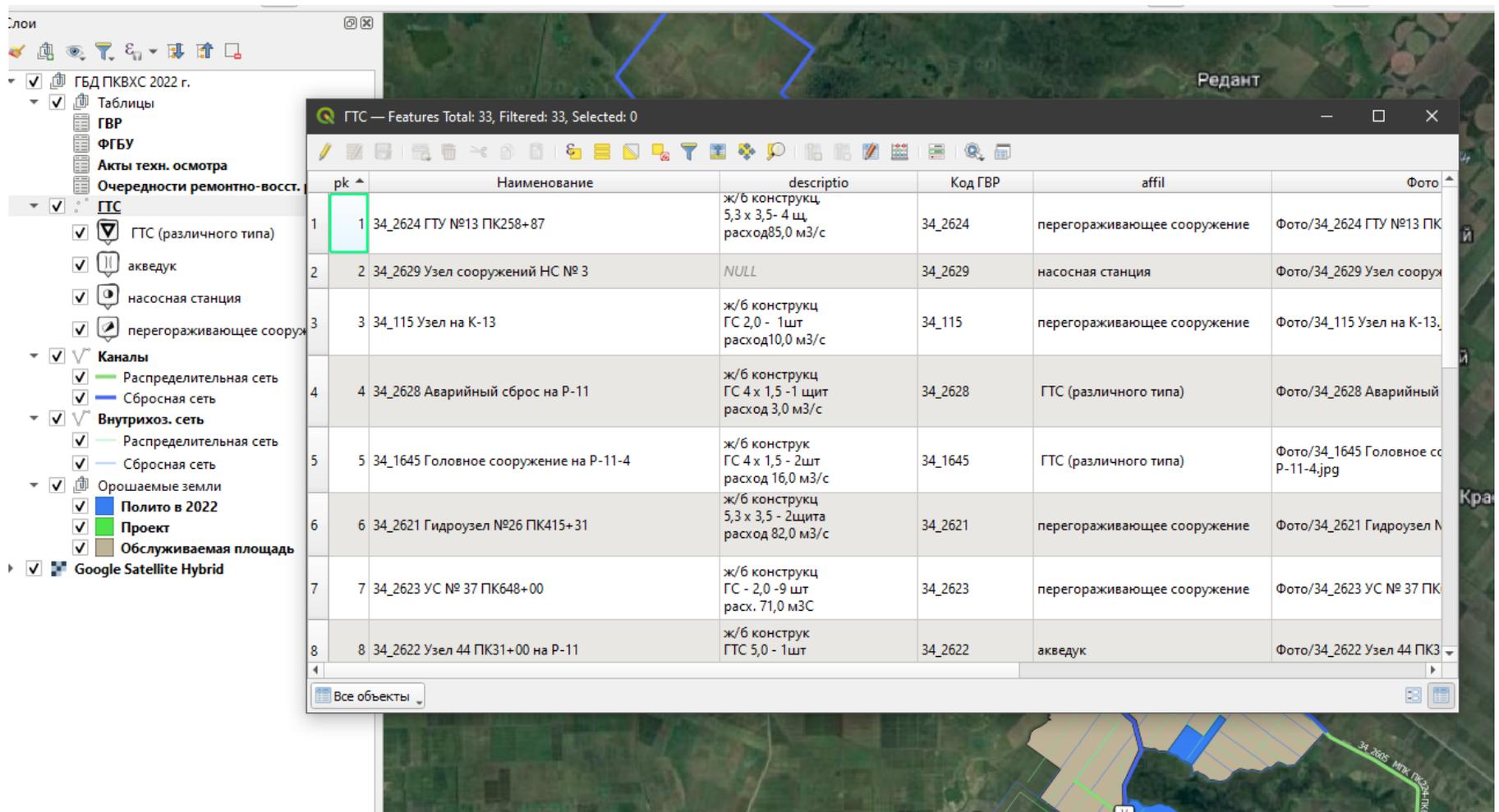


Рисунок 2 – Вид таблицы атрибутов
 Figure 2 – View of the attribute table

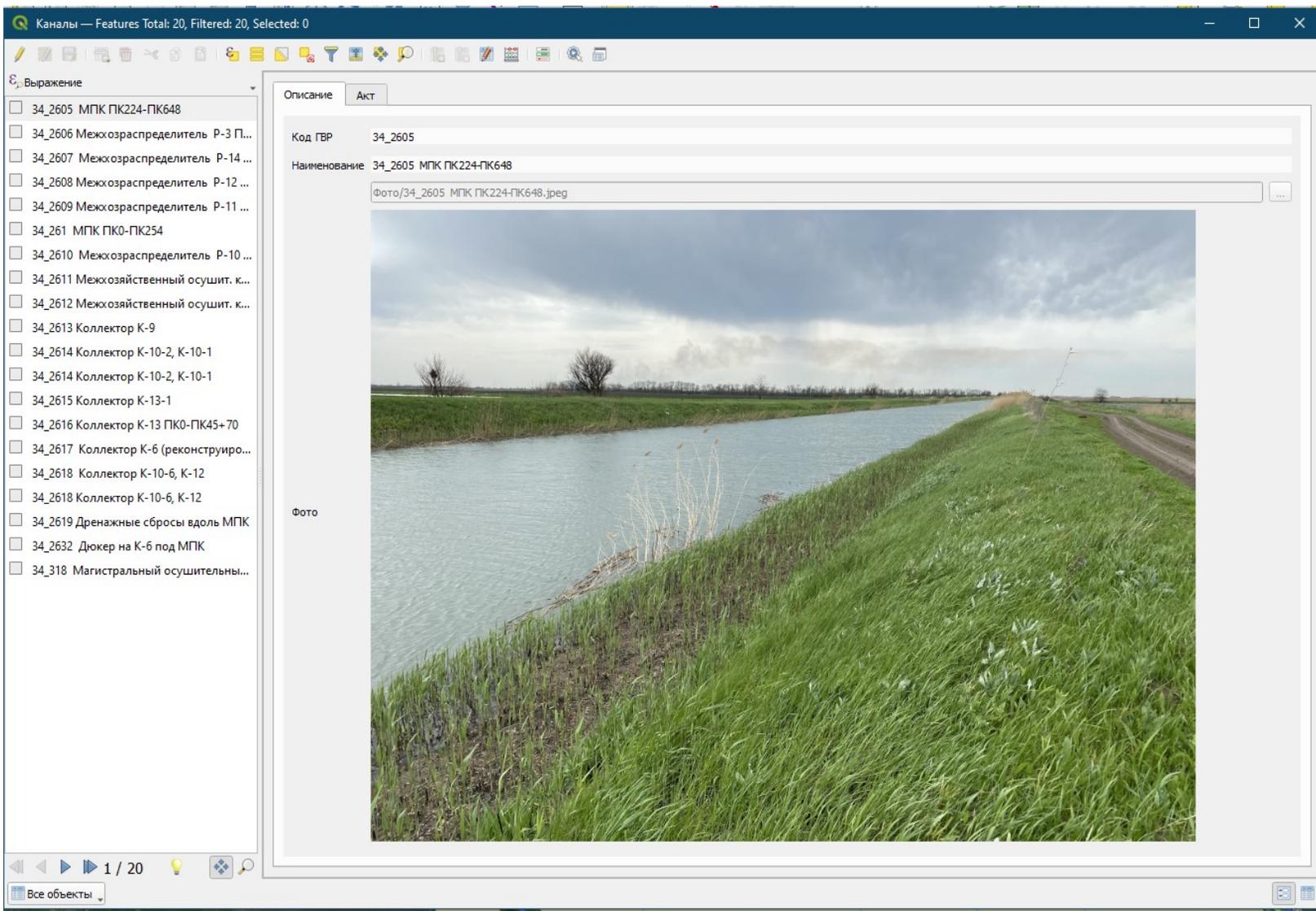


Рисунок 3 – Описание гидротехнического сооружения с фотографиями и акты технического осмотра
Figure 3 – Description of the hydraulic structure with photographs and technical inspection reports

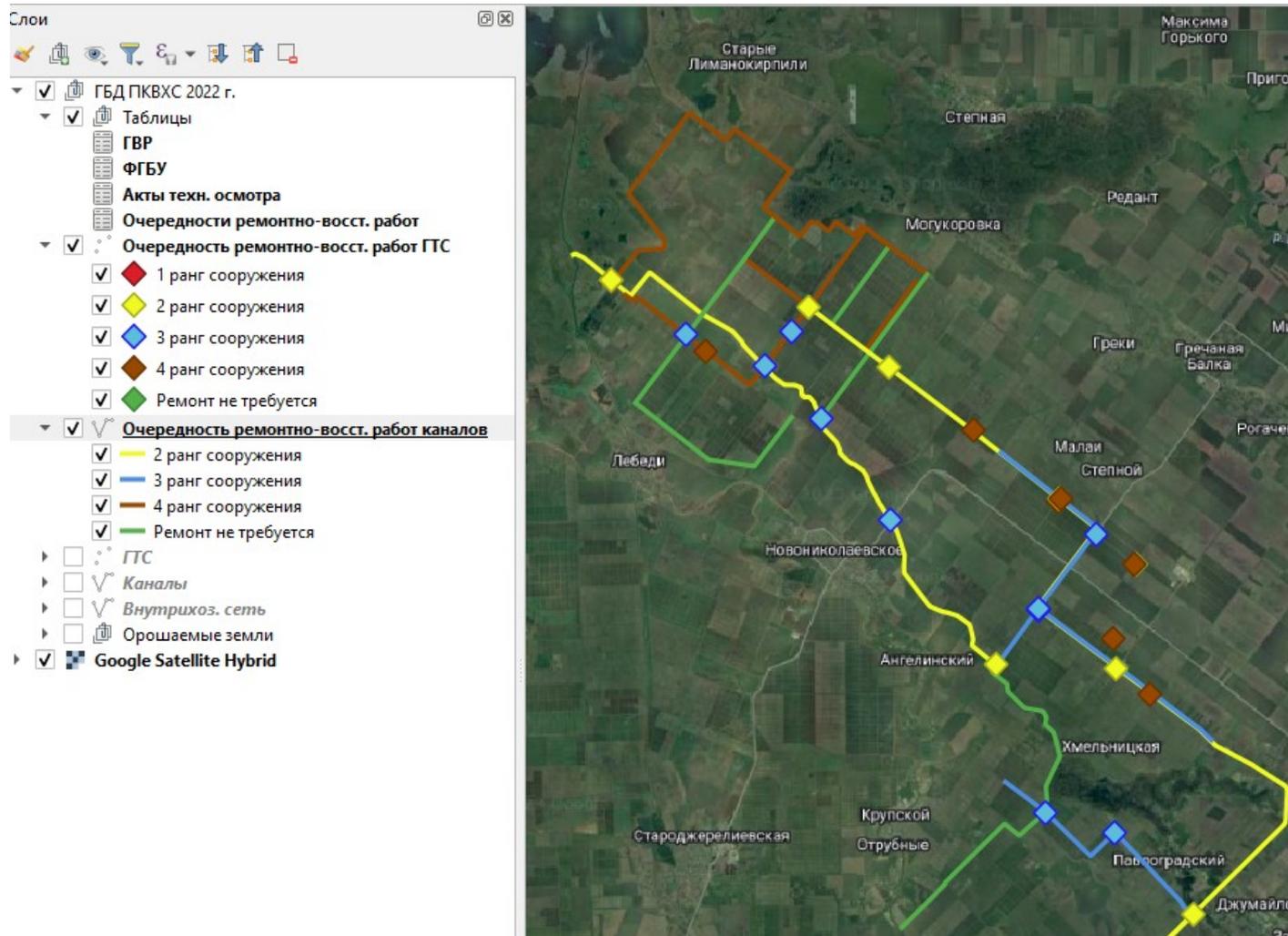


Рисунок 4 – Визуализация рангов гидротехнических сооружений и каналов при определении очередности ремонтно-восстановительных работ
Figure 4 – Visualization of the hydraulic structure ranks and channels when determining the priority of repair and restoration work

Выводы. Формирование полного представления об объектах капитальных мероприятий на оросительных системах невозможно без географической интерпретации данных о них. ГИБД является информационно-аналитическим инструментом при планировании водохозяйственной деятельности и управления водными ресурсами Понуро-Калининской оросительной системы. В рамках работ, проводимых в 2023 г., подготовленная база данных позволила успешно решить поставленную задачу по разработке и применению методики определения очередности ремонтно-восстановительных работ.

Список источников

1. Раткович Е. Л., Добрачев Ю. П., Бубер А. А. Теоретические подходы к оптимизации водопользования на рисовых оросительных системах Нижней Кубани // Орошаемое земледелие. 2022. № 2. С. 18–22. <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2022-2-2>.
2. Управление водными ресурсами в целях сохранения уникальной экосистемы Нижней Кубани / А. Э. Сергеев, В. В. Колесниченко, В. Г. Снустиков, Д. А. Александров // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 73-3. С. 115–118. <https://doi.org/10.18411/lj-05-2021-114>.
3. Рыжак А. Н., Кузьмичев А. А., Мартынов Д. В. Разработка геоинформационной базы данных «Паспортизация мелиоративных систем и гидротехнических сооружений» // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 4(76). С. 110–118.
4. Применение геоинформационных технологий для определения границ наиболее приоритетных для восстановления орошения сельскохозяйственных земель / А. Н. Рыжак, А. А. Кузьмичев, Д. В. Мартынов, А. В. Колганов // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2022. Т. 12, № 4. С. 186–203. URL: <https://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1320> (дата обращения: 01.10.2023). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-4-186-203>.
5. Оросительные системы: от поколения к поколению: монография. В 2 ч. Ч. 1 / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. Новочеркасск: Геликон, 2013. 283 с.

References

1. Ratkovich E.L., Dobrachev Yu.P., Buber A.A., 2022. *Teoreticheskie podkhody k optimizatsii vodopol'zovaniya na risovykh orositel'nykh sistemakh Nizhney Kubani* [Theoretical approaches to water use optimization of rice irrigation systems of the Lower Kuban]. *Oroshaemoe zemledelie* [Irrigated Agriculture], no. 2, pp. 18-22, <https://doi.org/10.35809/2618-8279-2022-2-2>. (In Russian).
2. Sergeev A.E., Kolesnichenko V.V., Snustikov V.G., Aleksandrov D.A., 2021. *Upravlenie vodnymi resursami v tselyakh sokhraneniya unikal'noy ekosistemy Nizhney Kubani* [Management of water resources in order to preserve the unique ecosystem of the Lower Kuban]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends of the Development of Science and Education], no. 73-3, pp. 115-118, <https://doi.org/10.18411/lj-05-2021-114>. (In Russian).

3. Ryzhakov A.N., Kuzmichev A.A., Martynov D.V., 2019. *Razrabotka geoinformatsionnoy bazy dannykh "Paspportizatsiya meliorativnykh sistem i gidrotekhnicheskikh sooruzheniy"* [Development of a geoinformation database "Certification of reclamation systems and hydraulic structures"]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 4(76), pp. 110-118. (In Russian).

4. Ryzhakov A.N., Kuzmichev A.A., Martynov D.V., Kolganov A.V., 2022. [Application of geoinformation technologies to determine the boundaries of the most priority for restoration of irrigation of agricultural lands]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 12, no. 4, pp. 186-203, available: <https://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1320> [accessed 01.10.2023], <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-4-186-203>. (In Russian).

5. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Vasiliev S.M., Churaev A.A., 2013. *Orositel'nyye sistemy: ot pokoleniya k pokoleniyu: monografiya* [Irrigation Systems: from Generation to Generation: monograph]. In 2 parts, pt. 1, Novochoerkassk, Helikon Publ., 283 p. (In Russian).

Информация об авторах

А. Н. Рыжак – научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, xrust.89@bk.ru, AuthorID: 784962, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>;

А. А. Кузьмичев – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, flutbet@rambler.ru, AuthorID: 619744, <http://orcid.org/0000-0002-5478-8847>;

Д. В. Мартынов – младший научный сотрудник, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, dimas-8901@rambler.ru, AuthorID: 861395, <https://orcid.org/0000-0003-4797-8973>.

Information about the authors

A. N. Ryzhakov – Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, xrust.89@bk.ru, AuthorID: 784962, <https://orcid.org/0000-0002-9268-255X>;

A. A. Kuzmichev – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, flutbet@rambler.ru, AuthorID: 619744, <http://orcid.org/0000-0002-5478-8847>;

D. V. Martynov – Junior Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, dimas-8901@rambler.ru, AuthorID: 861395, <https://orcid.org/0000-0003-4797-8973>.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.10.2023; одобрена после рецензирования 31.10.2023; принята к публикации 08.11.2023.

The article was submitted 13.10.2023; approved after reviewing 31.10.2023; accepted for publication 08.11.2023.