

УДК 553.98+004.9

DOI 10.31087/0016-7894-2021-3-77-83

Геоинформационное сопровождение планирования и проведения геолого-разведочных работ

© 2021 г. | А.В. Любимова, А.О. Навроцкий, Е.Р. Толмачева

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», anna@geosys.ru; aonavr@geosys.ru; elena@geosys.ru

Поступила 08.04.2021 г.

Доработана 19.04.2021 г.

Принята к печати 20.04.2021 г.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база углеводородного сырья; ресурсы и запасы нефти и газа; геолого-разведочные работы на нефть и газ; геоинформационные технологии; Единый банк данных на углеводородное сырье; ГИС-проект.

Аннотация: В статье рассматриваются задачи систематизированного хранения данных, обеспечивающих информационную основу работ, проектных решений и результатов, получаемых в ходе выполнения геолого-разведочных работ. Основным ядром консолидации информационных ресурсов предприятия в рамках планирования, проектирования и выполнения проектов геолого-разведочных работ выступает Единый банк данных на углеводородное сырье ФГБУ «ВНИГНИ». Описывается оригинальная технологическая схема, обеспечивающая геоинформационное сопровождение работ по текущим и проектируемым объектам региональных геолого-разведочных работ на нефть и газ, на основе программно-технологического комплекса ГИС INTEGRO и российского многофункционального геоинформационного сервера MGS-Framework. Использование методики позволяет получить в составе Единого банка данных на углеводородное сырье по каждому объекту работ полный цифровой пакет геолого-геофизической информации в комплекте с проектными документами, отчетными материалами и массивом полевых данных.

Для цитирования: Любимова А.В., Навроцкий А.О., Толмачева Е.Р. Геоинформационное сопровождение планирования и проведения геолого-разведочных работ // Геология нефти и газа. – 2021. – № 3. – С. 77–83. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-3-77-83.

Geoinformation support of planning and carrying out geological exploration work

© 2021 | A.V. Lyubimova, A.O. Navrotskii, E.R. Tolmacheva

All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; anna@geosys.ru; aonavr@geosys.ru; elena@geosys.ru

Received 08.04.2021

Revised 19.04.2021

Accepted for publication 20.04.2021

Key words: hydrocarbon raw material base; oil and gas resources and reserves; geological exploration for oil and gas; geoinformation technologies; Unified Databank of Oil and Gas Resources; GIS-project.

Abstract: The authors discuss the problems of systematised storage of data making the information basis for operations, design solutions, and results of geological exploration. Unified Databank of Oil and Gas Resources created in FGBU VNIIGNI serves as the main core for consolidation of information resources of the institute in the course of planning, designing and implementation of geological exploration projects. The paper describes a novel technological scheme providing geoinformation support of works on current and future targets of regional geological exploration for oil and gas on the basis of the GIS INTEGRO software and technology complex and MGS-Framework multi-purpose geoinformation server (Russia). This methodology allows obtaining a complete digital package of geological and geophysical information completed with design documentation, report materials, and field dataset for each of exploration targets within the framework of the Unified Databank of Oil and Gas Resources.

For citation: Lyubimova A.V., Navrotskii A.O., Tolmacheva E.R. Geoinformation support of planning and carrying out geological exploration work. *Geologiya nefi i gaza*. 2021;(3):77–83. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-3-77-83. In Russ.

Введение

Вопросы развития отечественной геологии и региональных геолого-разведочных работ в современных экономических условиях выходят за рамки чисто отраслевых или внутриведомственных проблем. Основная задача региональных геолого-разведочных работ заключается в действиях на опережение, создании «запаса прочности» минерально-сырьевой базы страны и ее УВ-сектора, в частности.

В этой связи в ФГБУ «ВНИГНИ» выполняется научное обоснование направлений геолого-разведочных работ на нефть и газ, ведется разработка долгосрочных и оперативных программ развития минерально-сырьевой базы УВ-сырья по всей территории и акваториям Российской Федерации, а в последнее время Институт является также основным исполнителем региональных геолого-разведочных работ.

Для эффективного функционирования предприятия необходимы прочные внутренние связи, основанные на современных информационных технологиях. Объединение различных частей предприятия в единое целое может быть обеспечено внедрением в практику планирования и производства геолого-разведочных работ, а также информационно-аналитической поддержки на основе современных программно-технологических средств хранения и доступа ко всему комплексу информации, задействованной в этом процессе.

Ядром консолидации информационных ресурсов предприятия в рамках планирования, проектирования и выполнения региональных геолого-разведочных работ выступает Единый банк данных на УВ-сырье ФГБУ «ВНИГНИ». В его задачи входит систематизированное хранение данных, обеспечивающих информационную основу работ, проектных решений и результатов, получаемых в ходе выполнения геолого-разведочных работ; организация регламентированного доступа к этой информации для ее обработки и интерпретации с использованием специализированных программных пакетов.

Важной задачей информационно-аналитического обеспечения является геоинформационное сопровождение планирования и проведения геолого-разведочных работ, в состав которого входят следующие направления:

1) подготовка картографической информационной базы работ, которая содержит пространственные данные по объектам, определяющим режим природопользования (лицензии на добычу полезных ископаемых, участки конкурсов и аукционов, особо охраняемые природные территории), актуальные цифровые картографические материалы геологического содержания (нефтегазоносность, тектоника, сейсмическая и скважинная изученность) и топографическую основу территории Российской Федерации, обеспечивающую визуализацию на нескольких масштабных уровнях (обзорный, региональный, детальный);

2) формирование и ведение цифровых картографических данных по проектируемым объектам работ (контуры участков работ, линии проектируемых профилей и маршрутов съемки, переобрабатываемые профили) с учетом существующих ограничений режима природопользования, особенностей рельефа, транспортной инфраструктуры и пр.;

3) мониторинг фактических объемов полевых работ с формированием картографического отображения;

4) формирование по каждому объекту геолого-разведочных работ сводного ГИС-проекта для комплексного представления базовой геологической информации и полученных результатов работ;

5) оформление и печать картографических материалов, сопровождающих подготовку проектно-сметной и отчетной документации по объектам геолого-разведочных работ.

Для реализации вышеперечисленных направлений необходима геоинформационная система (ГИС), обеспечивающая полный набор картографических инструментов и расширенные возможности для работы с геолого-геофизическими данными (каротаж, сейсморазведка, потенциальные поля, трехмерные геологические модели и пр.). Учитывая необходимость согласованного ведения и использования информационных ресурсов Института по данному направлению, важнейшим критерием выбора ГИС является ее интегрируемость с платформой Единого банка данных на УВ-сырье. Всем этим условиям соответствует программно-технологический комплекс ГИС INTEGRO — полнофункциональная геоинформационная система с расширенными возможностями визуализации и комплексирования геологической и геофизической информации.

В отделении Геоинформатики ФГБУ «ВНИГНИ» совместно с отделением региональных геолого-разведочных работ разработана оригинальная технологическая схема, обеспечивающая геоинформационное сопровождение работ по текущим и проектируемым объектам региональных геолого-разведочных работ на нефть и газ на основе программно-технологического комплекса ГИС INTEGRO и российского многофункционального геоинформационного сервера MGS-Framework. Оба программных продукта являются собственной разработкой ФГБУ «ВНИГНИ» [1].

Основные преимущества созданной технологии:

– единая структура хранения и представления данных по всем объектам геолого-разведочных работ;

– унифицированная методика формирования ГИС-проектов по участкам работ, обеспечивающая подготовку комплекса исходной геологической, геофизической информации и данных по недропользованию в пределах исследуемых территорий;

– единый ГИС-проект (настольное приложение в формате ГИС INTEGRO и его веб-витрина на основе платформы Единого банка данных на УВ-сырье ФГБУ «ВНИГНИ»), обеспечивающий систематизацию и отображение базовых данных геологического содержания по всем объектам работ на единой унифицированной картографической основе на территории Российской Федерации.

Информационная база единого ГИС-проекта обеспечивает актуальную цифровую информацию, необходимую для выполнения работ. В ее состав входят базовые картографические материалы геологического содержания на территорию РФ и информация по объектам геолого-разведочных работ.

Раздел «Базовые картографические материалы геологического содержания» функционирует на основе информационных ресурсов Единого банка данных на УВ-сырье ФГБУ «ВНИГНИ». В состав раздела входят следующие данные:

1) сведения по изученности территории: сейсмическая и скважинная изученность, общая картограмма изученности ФГБУ «Росгеолфонд», сводные картографические слои по объектам геолого-разведочных работ, выполненных за счет федерального бюджета;

2) сведения по недропользованию: действующие и истекшие лицензии, конкурсы и аукционы;

3) сведения по нефтегазоносности: актуальное нефтегазогеологическое районирование, месторождения УВ, нефтегазоперспективные структуры;

4) тектоническая основа: сводные картографические слои тектонического районирования территории РФ, а также актуализированные схемы районирования отдельных нефтегазоносных провинций;

5) геологическая основа: цифровая векторная модель геологической карты 1:2 500 000 (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), растровые геологические карты масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000;

6) геофизическая основа: цифровые модели гравитационного и аномального магнитного полей масштабов 1:5 000 000 и 1:1 000 000 (ВИРГ-Рудгеофизика, 2012–2015 гг.).

Картографическая основа на территорию РФ:

– особо охраняемые территории (заповедники, заказники, национальные парки и пр.);

– административно-территориальное деление: границы субъектов РФ и границы административных районов РФ;

– населенные пункты, транспортная инфраструктура, гидрография, растительность и рельеф в масштабах 1:2 500 000 (исполнитель ФГБУ «ВСЕГЕИ») и 1:1 000 000 (исполнитель ФГБК «Росгеолфонд»);

– растровые оригиналы топокарт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000;

– поверхности рельефа и батиметрии (SRTM), а также уклонов рельефа на участках работ по объектам;

– номенклатурная разграфка 1:1 000 000 и 1:200 000;

– слой космоснимков на территорию РФ на основе wms-сервиса к ресурсу Google.Satellite.

Данные по недропользованию, нефтегазоносности и особо охраняемым территориям на всю Российскую Федерацию, представленные в этом разделе, регулярно актуализируются силами соответствующих подразделений Института. Технология позволяет оперативно представлять в составе единого ГИС-проекта обновленные данные по лицензиям, месторождениям и структурам, границам нефтегазогеологического районирования, расположению ох-

раемых природных территорий. Это обеспечивает возможность своевременного учета всех особенностей территории, планируемой к освоению, обоснованного проектирования расположения контура и объектов полевых работ, а также быстрого формирования базового наполнения отдельных ГИС-проектов по каждому из объектов геолого-разведочных работ.

Раздел «Материалы по объектам геолого-разведочных работ» содержит данные по проектируемым и выполняемым объектам геолого-разведочных работ. В его состав входят:

– картографические данные по местоположению объекта работ (контур обобщения и контур полевых работ, полевые профили новых полевых наблюдений, архивные профили на переобработку и переинтерпретацию, точки заложения скважин и пр.);

– документы, регламентирующие проведение работ по объекту (техническое геологическое задание, утвержденная схема объекта работ);

– картографические данные по фактическим объемам полевых работ по объекту;

– контур пространственного охвата сводного ГИС-проекта по объекту работ.

Настольное приложение (рис. 1) реализовано на платформе ГИС INTEGRO и обеспечивает возможность загрузки картографических слоев по объектам геолого-разведочных работ, их проверки, корректировки и увязки с учетом базовой геологической информации, а также подготовки картографических материалов к печати.

Веб-витрина единого ГИС-проекта (рис. 2), функционирующая в составе Единого банка данных на УВ-сырье ФГБУ «ВНИГНИ» [2], обеспечивает оперативный доступ к сформированному информационному ресурсу по объектам геолого-разведочных работ. Веб-витрина доступна по ссылке <https://gis-grr.udb.geosys.ru/>, из соображений информационной безопасности доступ обеспечивается только в информационной сети Института и Федерального агентства по недропользованию Роснедра. В настоящий момент интерфейс веб-витрины позволяет получить актуальную информацию по объекту геолого-разведочных работ, визуализировать схему расположения проектных профилей, скважин, а также схему переобработываемых профилей на картографической основе интернет-карты, подключить все необходимые картографические слои (базовую геологическую информацию, топографию, объекты транспортной инфраструктуры, особо охраняемые природные территории, космоснимки и пр.), необходимые для оперативного анализа хода работ.

Разработанное геоинформационное обеспечение позволяет оперативно выполнять большой объем технологических работ по регулярной актуализации и пополнению массива данных по объектам геолого-разведочных работ:

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND GIS PROJECTS

Рис. 1. Карта объектов геолого-разведочных работ на УВ-сырье в настольном приложении единого ГИС-проекта
Fig. 1. Map of geological exploration targets for hydrocarbon raw materials shown in the desktop application of the Unified GIS Project

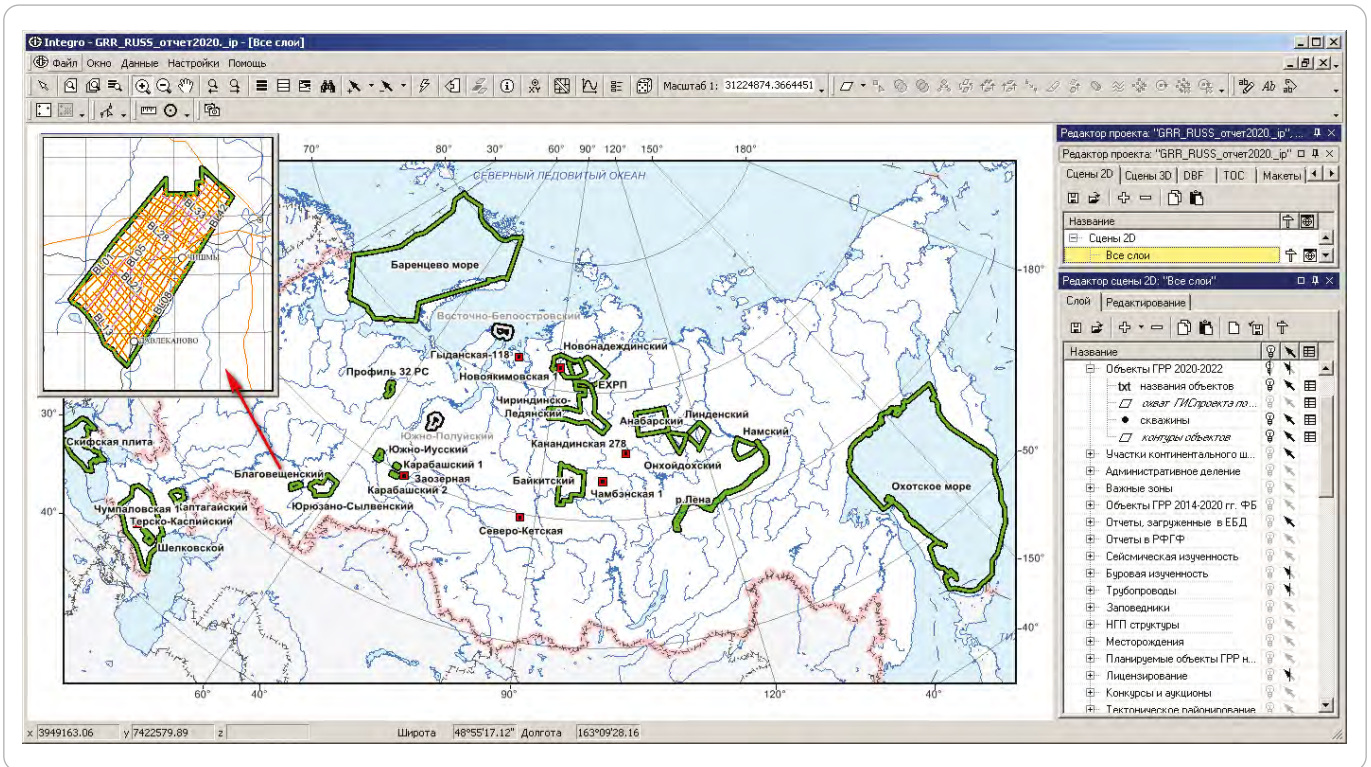


Рис. 2. Просмотр информации по выбранному объекту работ в веб-витрине единого ГИС-проекта
Fig. 2. Viewing information about the selected work site in the webmart of the Unified GIS project

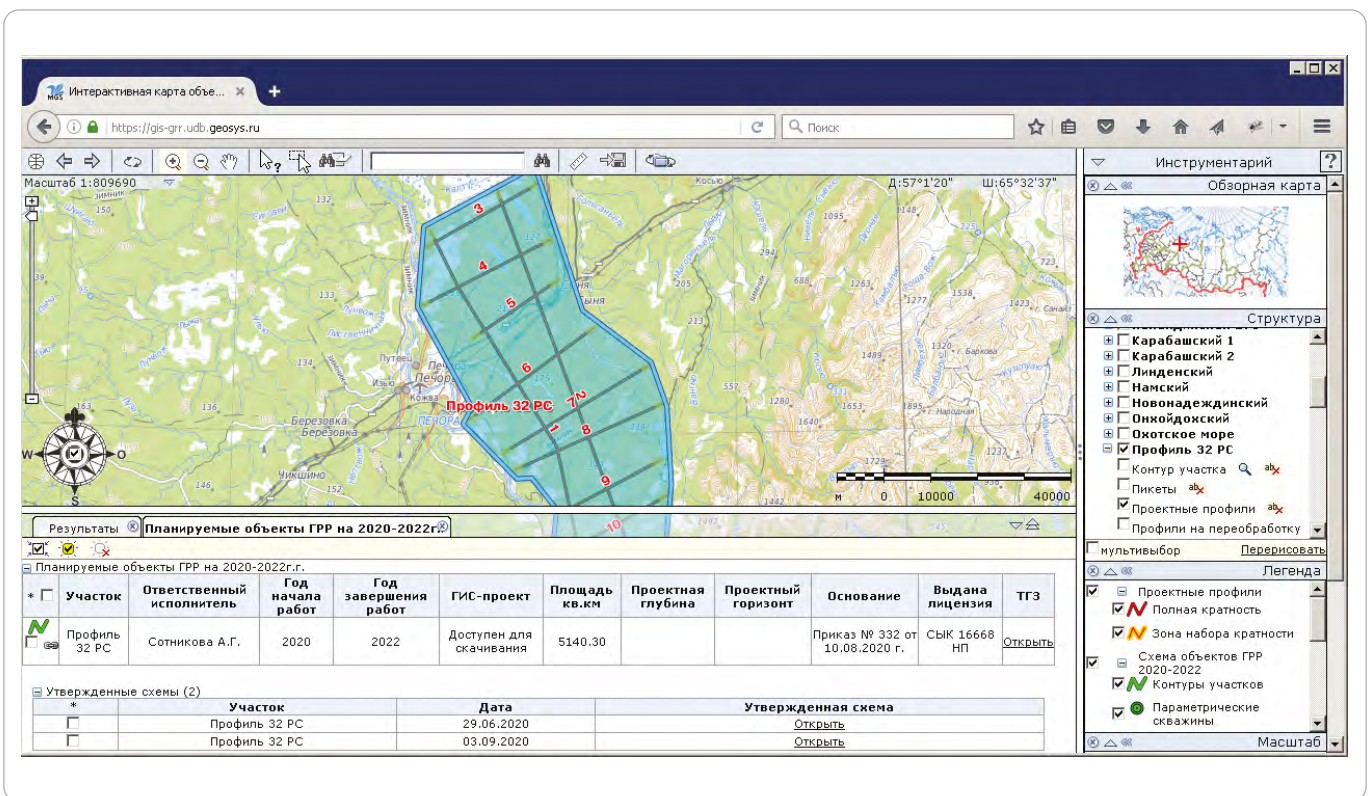
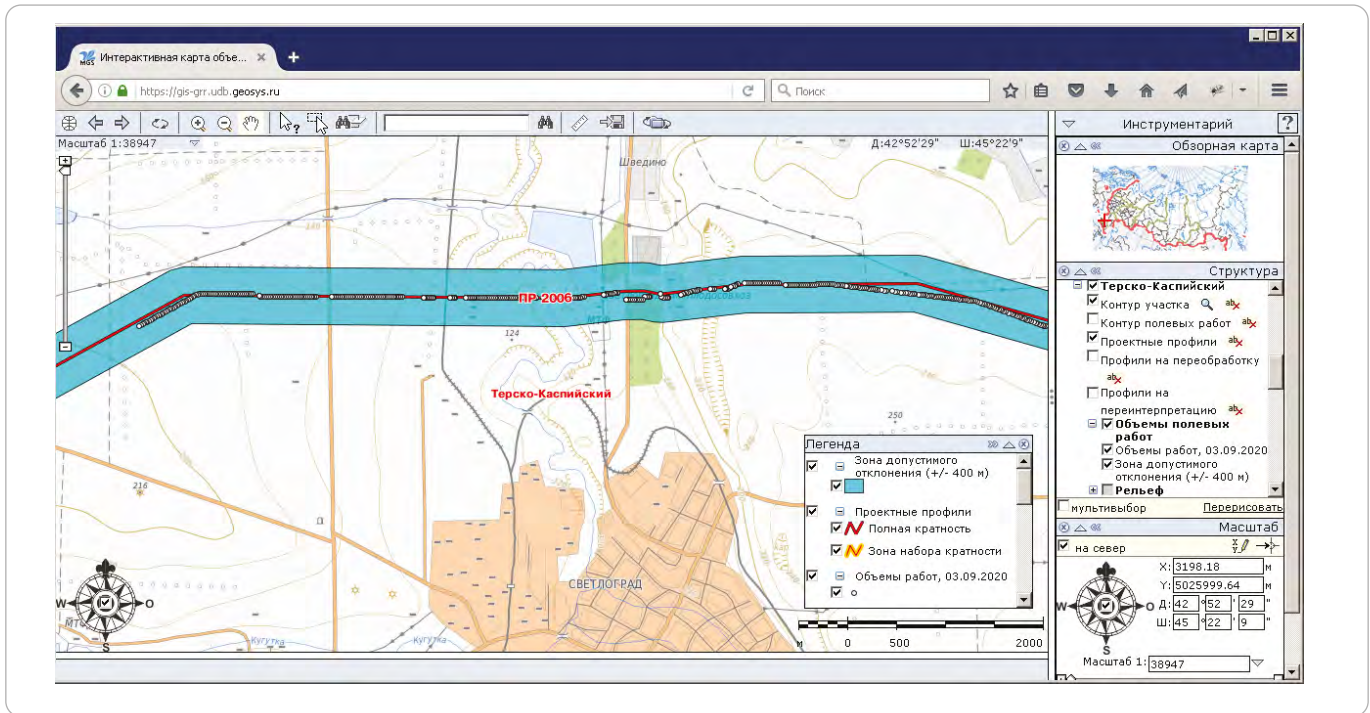


Рис. 3. Объемы фактических полевых работ по объекту в веб-витрине единого ГИС-проекта
Fig. 3. The volume of actual field work at the object in the webmart of the Unified GIS project



– актуализацию контуров участков полевых работ и участков обобщения по объектам геолого-разведочных работ на основе проверки на соответствие Техническому (геологическому) заданию (ТГЗ) по точкам вершин контура и по границам, проходящим по географическим объектам;

– получение новых вариантов сетей проектных профилей, подготовленных в рамках согласования работ по проектам, расчет длин профилей и их проверка на соответствие объемам работ по ТГЗ;

– получение наборов данных по переобработываемым профилям и профилям на переинтерпретацию, расчет длин профилей и их проверку на соответствие объемам работ по ТГЗ;

– корректировку сети проектных профилей с учетом существующих ограничений (выданные лицензии, особо охраняемые природные территории и т. п.) и положения скважин на основании информации, предоставленной ответственным исполнителем работ;

– получение данных по объемам выполненных полевых работ, их подготовку и оформление для визуализации в рамках ежемесячного мониторинга объемов полевых работ, а также расчет и загрузку картографических слоев, отображающих зоны допустимого отклонения от проектного положения линии профилей для анализа загружаемых данных по объемам полевых работ (рис. 3).

Важным этапом работ является пополнение базовой картографической информации по территории

объектов геолого-разведочных работ на основе материалов, полученных в ходе проектирования: растровых карт геологического содержания, результатов рекогносцировки, выполняемой на основе дешифрирования космоснимков (рис. 4), сведений по геолого-геофизической изученности участка работ и пр.

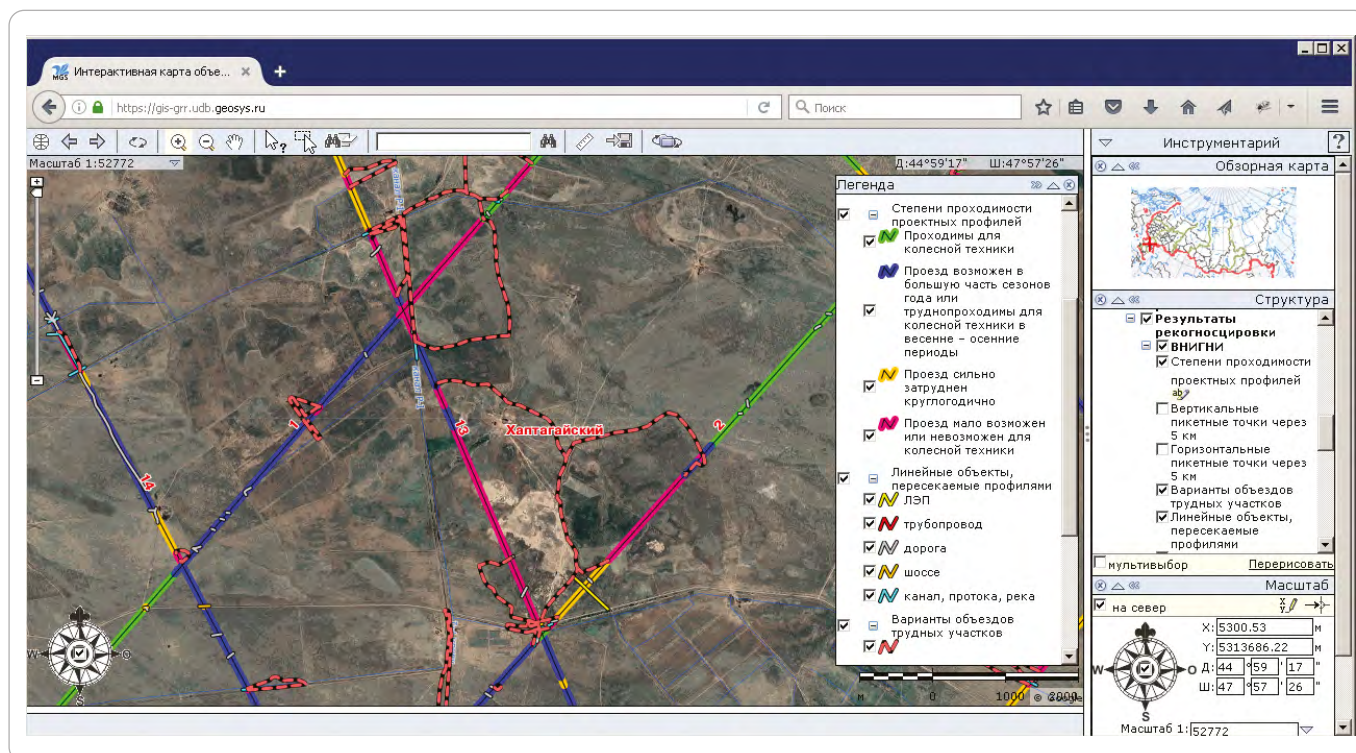
В рамках автоматизации процесса проектирования в составе настольного приложения единого ГИС-проекта сегодня разработан набор специализированных инструментов для автоматического выделения зон набора кратности, получения таблиц координат линий профиля в требуемом формате, проектирования местоположения пикетов вдоль линии, построения картографического слоя на основе координат sps-файлов для отображения фактического объема полевых работ.

Все материалы, представленные в едином ГИС-проекте, являются основой для подготовки сводных ГИС-проектов, формируемых по итогам выполнения работ по каждому объекту геолого-разведочных работ. Помимо картографической информации (схем изученности территории работ, расположения отснятых переобработанных профилей, результирующих карт и схем) в состав итогового проекта будут включены результаты обработки и интерпретации сейсмических данных, геолого-геофизические модели, скважинные данные (каротаж, стратиграфия, инклинометрия). В комплекте с проектными документами, отчетными материалами и массивом полевых данных это позволит получить в составе Единого банка данных на УВ-сырье по каждому объекту



GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND GIS PROJECTS

Рис. 4. Визуализация результатов рекогносцировки по объекту Хаптагайский в веб-витрине единого ГИС-проекта
Fig. 4. Visualisation of reconnaissance results for the Khaptaгаisky site in the webmart of the Unified GIS project



работ полный цифровой пакет геолого-геофизической информации. Такой подход обеспечит возможность систематизированного хранения и оперативно-го использования результатов геолого-разведочных работ в современных условиях цифровой трансформации отрасли.

Заключение

В заключение подчеркнем преимущества, которые обеспечит предлагаемый цифровой подход к организации комплексного геоинформационного сопровождения планирования и проведения региональных геолого-разведочных работ.

1. **Оптимизация сроков выполнения работ по формированию информационного обеспечения** по каждому объекту геолого-разведочных работ. Апробация разработанной технологии в 2021 г. позволила в кратчайшие сроки подготовить информационное обеспечение по 25 участкам работ. Общий объем собранных и оформленных картографических данных составляет более 95 Гб.

2. **Сокращение числа технических ошибок в представлении координатных данных** по проектируемым объектам полевых работ на этапе формирования проектной документации за счет применения картометрических инструментов ГИС INTEGRО.

3. **Упрощение и ускорение процесса подготовки картографических приложений и иллюстраций** за счет переноса всего технологического цикла их оформления в ГИС и единых требований к представлению электронных картографических слоев.

4. **Оперативный мониторинг состояния работ по проектированию и выполнению геолого-разведочных работ** на основе наглядного представления всей собранной информации в веб-витрине единого ГИС-проекта.

5. В перспективе — **организация электронной площадки для взаимодействия всех участников работ** с возможностью перехода на «бумажный» процесс согласования планируемых и проектируемых объектов геолого-разведочных работ и контроля их выполнения.

Литература

1. Черемисина Е.Н., Дровнинов Д.А., Любимова А.В., Малинина С.С., Марков К.Н., Пиманова Н.Н., Спиридонов В.А., Суханов М.Г., Финкельштейн М.Я. Геоинформационное и аналитическое обеспечение геолого-геофизических исследований на основе ГИС INTEGRО и многофункционального геоинформационного сервера (MGS) // ВНИГНИ-65. Люди, результаты и перспективы. – М. : ВНИГНИ, 2018. – С. 426–472.

2. Черемисина Е.Н., Марков К.Н., Любимова А.В. Отечественные программно-технологические комплексы ФГБУ «ВНИГНИ» для геологического изучения недр в условиях цифровизации отрасли // Развитие геоинформационного обеспечения для решения задач геологического изучения и использования недр, формирования и ведения единого фонда геологической информации : мат-лы Всероссийского совещания (Москва, 26–27 февраля 2019 г.). – М., 2019. – С. 102–108.

References

1. Cheremisina E.N., Drovninov D.A., Lyubimova A.V., Malinina S.S., Markov K.N., Pimanova N.N., Spiridonov V.A., Sukhanov M.G., Finkel'shtein M.Ya. Geoinformatsionnoe i analiticheskoe obespechenie geologo-geofizicheskikh issledovaniy na osnove GIS INTEGRO i mnogo-funktional'nogo geoinformatsionnogo servera (MGS) [Geoinformation and analytical support of geological and geophysical research on the basis of GIS Integro and multi-purpose geoinformation server MGS-framework]. In: VNIGNI-65. Lyudi, rezul'taty i perspektivy. Moscow: VNIGNI; 2018. pp. 426–472. In Russ.
2. Cheremisina E.N., Markov K.N., Lyubimova A.V. Locally produced program and technological complexes of FGBU "VNIGNI" for geological exploration in an era of the digitalization of geological field. In: Razvitie geoinformatsionnogo obespecheniya dlya resheniya zadach geologicheskogo izucheniya i ispol'zovaniya neдр, formirovaniya i vedeniya edinogo fonda geologicheskoi informatsii: materialy Vserossiiskogo soveshchaniya (Moscow 26–27 February 2019). Moscow; 2019. pp. 102–108. In Russ.

Информация об авторах

Любимова Анна Владимировна

Кандидат технических наук,
заведующий отделом

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,

117105 Москва, Варшавское ш., д. 8

e-mail: anna@geosys.ru

ORCID ID: 0000-0002-8075-937X

Навроцкий Александр Олегович

Кандидат геолого-минералогических наук,
заведующий управлением

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,

117105 Москва, Варшавское ш., д. 8

e-mail: aonavr@geosys.ru

Толмачева Елена Романовна

Заведующий сектором

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,

117105 Москва, Варшавское ш., д. 8

e-mail: elena@geosys.ru

Information about authors

Anna V. Lyubimova

Candidate of Technical Sciences,
Head of Department

All-Russian Research
Geological Oil Institute,

8, Varshavskoe shosse, Moscow, 117105, Russia

e-mail: anna@geosys.ru

ORCID ID: 0000-0002-8075-937X

Aleksandr O. Navrotskii

Candidate of geological and mineralogical sciences,
Head of Department

All-Russian Research
Geological Oil Institute,

8, Varshavskoe shosse, Moscow, 117105, Russia

e-mail: aonavr@geosys.ru

Elena R. Tolmacheva

Head of Sector

All-Russian Research
Geological Oil Institute,

8, Varshavskoe shosse, Moscow, 117105, Russia

e-mail: elena@geosys.ru