

УДК 553.98+004.9

DOI 10.31087/0016-7894-2021-3-41-49

Единый ГИС-проект по количественной оценке ресурсов углеводородов РФ как платформа для создания интегрированного модуля автоматизированного подсчета начальных суммарных ресурсов

© 2021 г. | М.Н. Кравченко, А.В. Любимова, Е.Е. Арбузова, В.В. Спиридонова

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; kravchenko@vnigni.ru; anna@geosys.ru; katrin@geosys.ru; v.spiridonova@geosys.ru

Поступила 05.04.2021 г.

Доработана 09.04.2021 г.

Принята к печати 20.04.2021 г.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база углеводородного сырья; ресурсы и запасы нефти и газа; количественная оценка ресурсов углеводородов; геоинформационные технологии.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы формирования и ведения систематизированного массива цифровых картографических данных по количественной оценке ресурсов углеводородов РФ. Описаны основные особенности создания геоинформационной платформы сопровождения работ по количественной оценке, в том числе наполнение и функционал единого ГИС-проекта, созданного посредством программно-технологического комплекса ГИС INTEGRO. Формулируется постановка задачи последующей актуализации цифрового массива данных с учетом новых результатов геолого-разведочных работ и автоматизации процесса расчета начальных суммарных и прогнозных ресурсов углеводородов по всем единицам нефтегазгеологического районирования.

Для цитирования: Кравченко М.Н., Любимова А.В., Арбузова Е.Е., Спиридонова В.В. Единый ГИС-проект по количественной оценке ресурсов углеводородов РФ как платформа для создания интегрированного модуля автоматизированного подсчета начальных суммарных ресурсов // Геология нефти и газа. – 2021. – № 3. – С. 41–49. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-3-41-49.

Integrated GIS project for quantification of hydrocarbon resources in the Russian Federation as a platform for creating an integrated module for automated assessment of total initial resources

© 2021 | M.N. Kravchenko, A.V. Lyubimova, E.E. Arbuzova, V.V. Spiridonova

All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; kravchenko@vnigni.ru; anna@geosys.ru; katrin@geosys.ru; v.spiridonova@geosys.ru

Received 05.04.2021

Revised 09.04.2021

Accepted for publication 20.04.2021

Key words: hydrocarbon mineral resource base; oil and gas resources and reserves; the quantitative assessment of hydrocarbon resources; geoinformation technologies.

Abstract: The article discusses the issues of formation and maintenance of systematic array of digital cartographic data related to quantitative assessment of hydrocarbon resources of the Russian Federation. The main features of the creating a geoinformation platform to support quantitative assessment procedures are described, including the content and functional of an integrated GIS-project created by means of the GIS INTEGRO software and technology complex. Task statement of subsequent actualization of digital data array taking into account new results of geological exploration and automation of total initial and expected hydrocarbon resources calculation for all the units of geopetroleum zoning is formulated.

For citation: Kravchenko M.N., Lyubimova A.V., Arbuzova E.E., Spiridonova V.V. Integrated GIS project for quantification of hydrocarbon resources in the Russian Federation as a platform for creating an integrated module for automated assessment of total initial resources. *Geologiya nefi i gaza*. 2021;(3):41–49. DOI: 10.31087/0016-7894-2021-3-41-49. In Russ.

Введение

За восьмилетний период с момента последней количественной оценки в пределах многих нефтегазоносных провинций, областей и районов получены новые геологические результаты, а также выявлены несоответствия с ранее утвержденными ресурсами в недрах и закономерностями пространственного размещения УВ-скоплений.

Уточнялось тектоническое и нефтегазгеологическое районирование территории Российской Федерации, геологическое строение нефтегазоносных провинций, а также границы распространения нефтегазоносных комплексов; скорректированы покомплексные карты резервуаров по регионам; оценены новые нефтегазоносные комплексы; произошли балансовые изменения в результате пересче-

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND GIS PROJECTS

та геологических запасов и изменения (как правило, увеличения) коэффициента извлечения нефти по целому ряду месторождений, входящих в эталонные участки; выполнена ревизия фонда подготовленных структур и их перспективных ресурсов.

Для актуализации ресурсной базы УВ-сырья России с учетом полученных данных Федеральное агентство по недропользованию Роснедра поручило ФГБУ «ВНИГНИ» в течение трех лет (2017–2019) провести новую количественную оценку по состоянию изученности на 01.01.2017 г.

Работы по уточнению ресурсного потенциала велись при участии отраслевых геологических организаций, исторически участвующих в данной работе на подведомственных нефтегазоносных территориях — ФАУ «ЗапСибНИИГТ», ФГБУ «ВНИИОкеангеология», АО «СНИИГТиМС», НАО «СибНАЦ», АО «НВНИИГТ». Характерной особенностью проведения новой количественной оценки ресурсов УВ-сырья было существенное повышение интенсивности работ в связи с сокращением сроков их выполнения, а также сокращением числа привлекаемых коллективов и специалистов. Единственным способом обеспечить надлежащее качество и обоснованность результатов оценки в этих условиях являлось применение современных геоинформационных технологий, позволяющих хранить и обрабатывать большие массивы информации, выполнять пространственный анализ данных и обеспечивать эффективный обмен данными между удаленными друг от друга коллективами и специалистами, участвующими в количественной оценке [1]. Поэтому, наряду с проведением научных геологических исследований, перед коллективом ФГБУ «ВНИГНИ» была поставлена задача создания геоинформационной платформы сопровождения работ по количественной оценке.

Основными задачами платформы являются:

- формирование и последующая актуализация цифрового массива пространственной информации по основным аспектам нефтегазоносности, геологического строения и недропользования в пределах объектов оценки;

- автоматизация расчетов значений начальных суммарных и прогнозных ресурсов на основе собранной и увязанной информации по эталонным и расчетным участкам;

- обеспечение средств интегрированного анализа и агрегирования результатов количественной оценки для подготовки отчетных и аналитических материалов о ресурсном потенциале нефтегазоносных территорий.

Формирование систематизированного и согласованного массива цифровых картографических данных является первоочередным этапом работ. В него входит подготовка наборов электронных картографических слоев для анализа состояния изученности территорий и результатов проведенных геолого-раз-

ведочных работ, уточнения границ нефтегазогеологического районирования, выделения эталонных и расчетных участков, согласования их границ для всех объектов оценки как по латерали, так и по всем уровням разреза. Необходимо отметить, что, учитывая территориально распределенный характер работ, немаловажную роль здесь играет и согласование между собой смежных пространственных данных, находящихся в зонах ответственности разных организаций. Актуальные векторные данные, современный аппарат топологического анализа и согласования границ анализируемых объектов позволяют получить более качественный результат при суммировании ресурсов по комплексам, построении карт начальных суммарных и перспективных ресурсов УВ-сырья и в итоге оптимизировать процесс сведения результатов оценки по регионам в единую цифровую модель распределения ресурсов УВ-сырья по нефтегазоносным территориям Российской Федерации.

Основным объектом автоматизации в рамках разработки единой геоинформационной платформы является блок выполнения расчетов начальных суммарных и прогнозных ресурсов и плотностей их распределения в пределах объектов оценки. Его функции должны обеспечивать в первую очередь:

- выбор метода и алгоритма оценки, а также набора исходных параметров с учетом специфики анализируемой территории;

- расчет искомым значениям в соответствии с выбранным методом на основе необходимого набора исходных данных: картографические слои эталонных/расчетных участков и связанные с ними параметры оценки, карты мощностей выделяемых комплексов и других характеристик, определяющих процессы образования и накопления УВ;

- интерактивный анализ результатов нескольких вариантов расчета для конкретного объекта оценки с возможностью выявления ключевых параметров и показателей, сравнения результатов применения различных методов, расчетом погрешности оценки и т. д.

В перспективе после проведения дополнительных научных исследований расчетный модуль может быть расширен за счет инструментария для решения диагностических задач на основе интегрированного анализа пространственных данных, таких как:

- ранжирование расчетных участков, относящихся к выбранному эталону, на основе управляемой классификации по набору формализованных признаков, описывающих геологические, тектонические, литолого-фациальные и прочие характеристики объекта, для получения предварительной оценки коэффициентов аналогий;

- районирование территории с выделением однотипных участков по набору таких формализованных признаков для автоматизированного построения предварительных границ расчетных и эталонных участков;

– построение непрерывных карт количественной оценки ресурсов путем формирования и интегрированного анализа поверхностей, отражающих распределение факторов, определяющих условия накопления УВ.

Блок интегрированного анализа и агрегирования результатов количественной оценки должен обеспечивать генерализацию полученных оценок и картографическое представление распределения ресурсов по территориям, комплексам, фазовому составу и т. д. Ключевой функцией этого блока является возможность получения интегральных оценок ресурсов для любых пространственно заданных объектов: административных субъектов, элементов нефтегазо-геологического районирования, участков распределенного и нераспределенного фондов недр и др. Это позволяет получить большой объем аналитических материалов, используемых при анализе состояния минерально-сырьевой базы УВ-сырья, разработке программ геологического изучения недр и лицензирования и решении иных управленческих задач государственного регулирования в сфере поисков, разведки и разработки нефти и газа.

Реализация геоинформационной платформы сопровождения работ по количественной оценке выполняется на основе программно-технологических комплексов ГИС INTEGRO и многофункционального геоинформационного сервера MGS-Framework, разработанных коллективом отделения Геоинформатики ФГБУ «ВНИГНИ». Выбор программного обеспечения обусловлен следующими предпосылками:

– наличием необходимого аналитического функционала и инструментов для создания корректных цифровых карт;

– большим объемом готовых картографических материалов, подготовленных на базе выбранных средств (например, полимасштабная унифицированная картографическая основа на территорию Российской Федерации);

– удобными средствами для создания веб-витрины на основе компонентов настольного ГИС-приложения для обеспечения оперативного доступа к собранным материалам [2].

Разработка методико-технологических принципов реализации единого ГИС-проекта [3], обеспечивающего формирование и ведение цифрового массива данных, проводилась на основе методических рекомендаций по составу и оформлению картографических материалов по количественной оценке совместно с сотрудниками отдела ресурсов и запасов. При этом использованы:

– методические указания по количественной оценке (ВНИГНИ, 2002, 2017);

– перечень результирующих карт-приложений (плотность начальных суммарных ресурсов УВ, плотность УВ категорий $D_0 + D$ различной детальности);

– предложения специалистов Новосибирского и Санкт-Петербургского филиалов ФГБУ «ВНИГНИ» по формированию геоинформационной базы исследований;

– результаты анализа картографических материалов предыдущей количественной оценки (по состоянию на 01.01.2009 г.).

Согласно разработанным методико-технологическим принципам, основными функциями ГИС-проекта считаются: представление увязанных данных регионального и федерального уровней на единой картографической основе, визуализация и анализ геолого-геофизических моделей по объектам оценки (нефтегазоносный комплекс) и эталонным участкам в их пределах, построение отчетных карт и получение аналитических показателей на основе обработки пространственных данных. Также важной функцией единого ГИС-проекта является обеспечение доступа к этому информационному ресурсу всех участников количественной оценки для согласованного использования в рамках дальнейших работ по ведению мониторинга минерально-сырьевой базы УВ.

Для выполнения вышеперечисленных функций в составе единого ГИС-проекта реализовано два типа рабочих мест:

– настольное приложение, обеспечивающее подготовку и представление собранных цифровых картографических материалов, построение и подготовка к печати карт и схем;

– веб-витрина для обеспечения удаленного доступа к информации по количественной оценке ресурсов УВ.

Веб-витрина проекта полностью интегрирована с настольным приложением, что позволяет отображать актуальное состояние цифрового массива данных, оперативно информировать всех участников проекта о ходе его актуализации и обеспечивает возможность качественного сопоставления данных, получаемых от соисполнителей, в режиме реального времени.

Структура единого ГИС-проекта включает три тематических блока.

Блок I. Федеральный уровень

Блок содержит базовые материалы на территорию РФ: актуализированные слои по месторождениям УВ, нефтегазоперспективным структурам, лицензиям на УВ-сырье, сводные данные по сейсмической и скважинной изученности, тектоническое районирование. В этом разделе отображаются результаты количественной оценки 2019 г., подготовленные на основе согласования актуализированных данных по отдельным провинциям: карты плотности начальных суммарных (рис. 1) и прогнозных ресурсов, обновленные границы нефтегазогеологического районирования РФ, карты прироста изученности за

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND GIS PROJECTS

Рис. 1. Федеральный уровень единого ГИС-проекта: отображение плотности начальных суммарных ресурсов и сводных контуров месторождений углеводородов
 Fig. 1. Federal level of the integrated GIS project: mapping of total initial resources density and combined outlines of HC fields

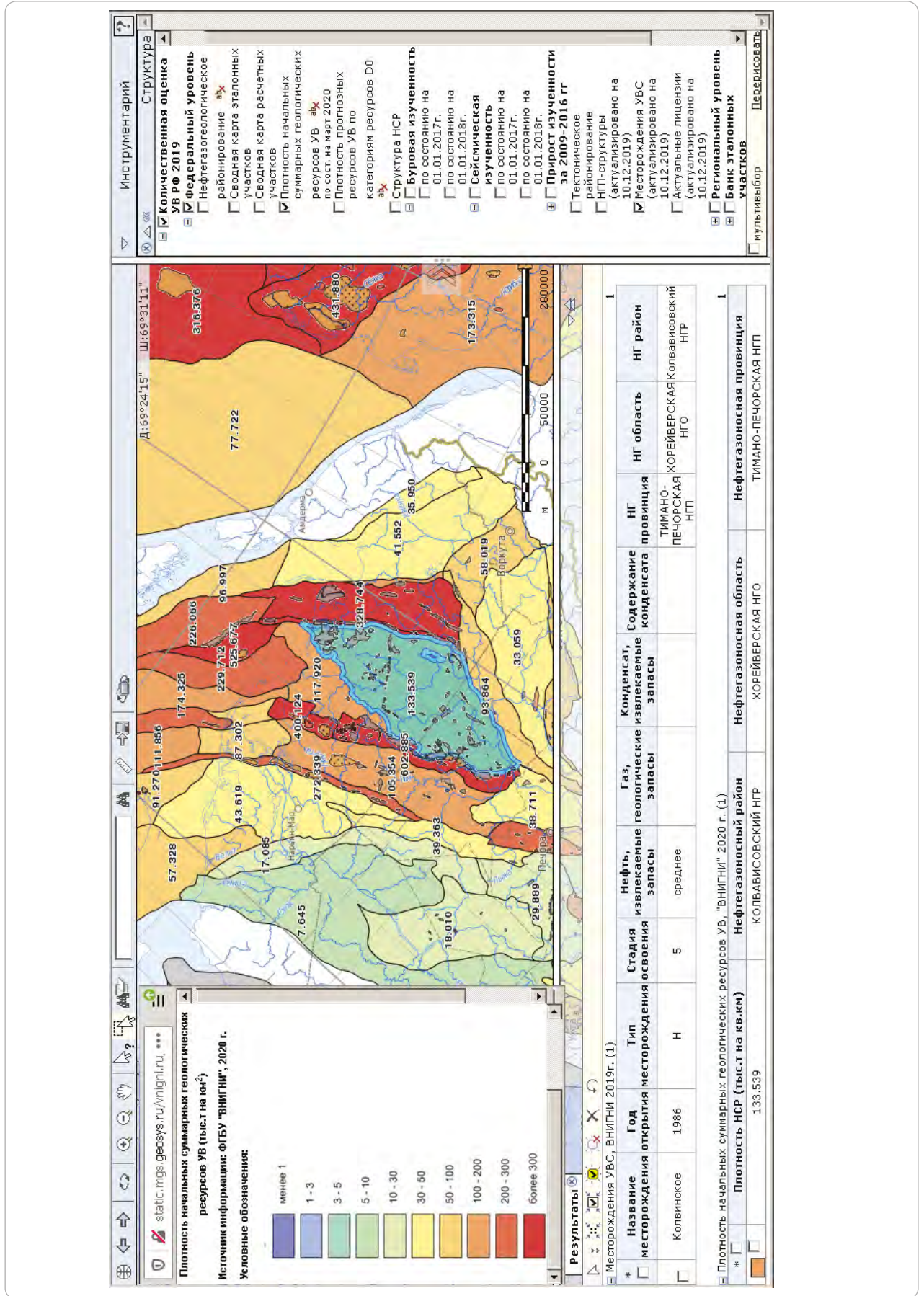
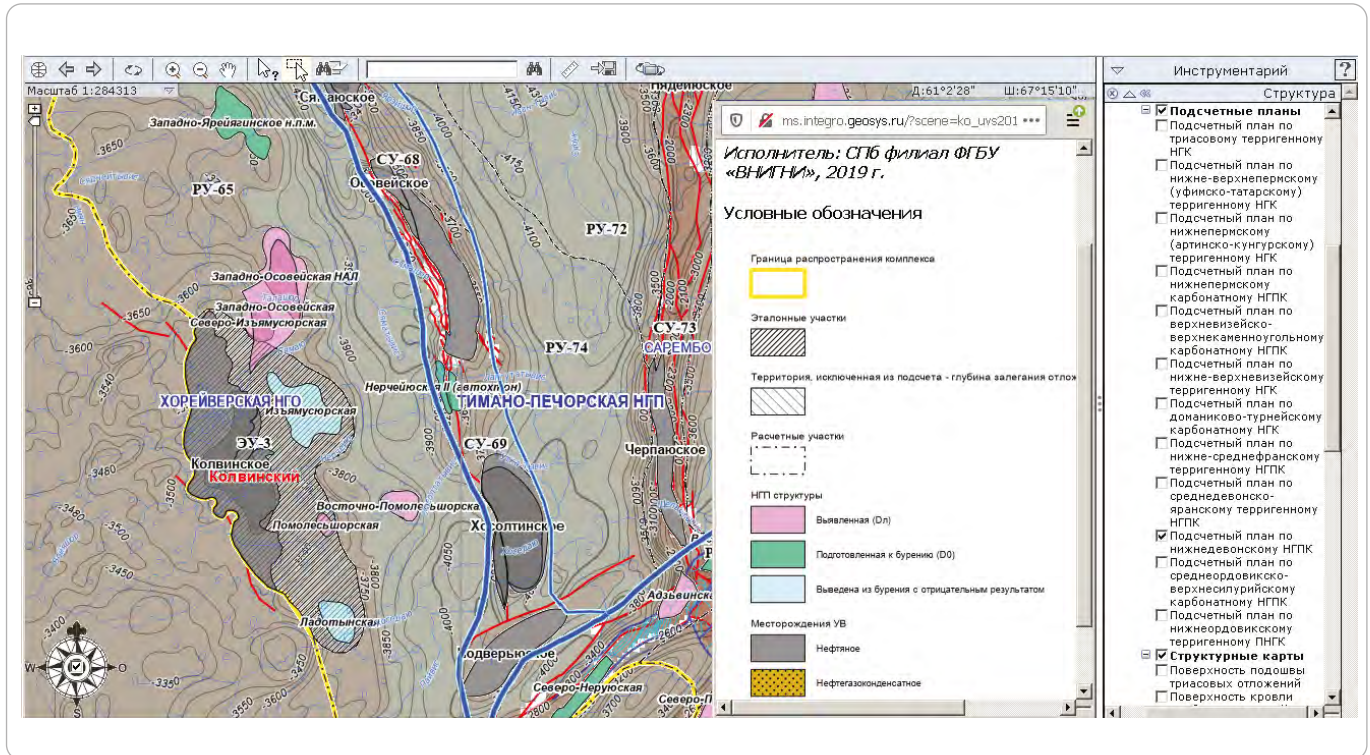


Рис. 2. Региональный уровень единого ГИС-проекта: фрагмент подсчетного плана по нижнедевонскому нефтегазоносному подкомплексу (Тимано-Печорская провинция)

Fig. 2. Regional level of the integrated GIS project: fragment of the reserve estimation map over the Lower Devonian oil and gas bearing subsequence (Timan-Pechora Province)



2009–2016 гг. и сводные карты эталонных и расчетных участков с итоговыми параметрами оценки.

Блок II. Региональный уровень

Блок содержит базовые картографические материалы по территориям отдельных провинций, переданные соисполнителями в процессе выполнения работ: геолого-геофизическая изученность (профили, скважины, лицензии), нефтегазогеологическое и тектоническое районирование, месторождения УВ, нефтегазоперспективные структуры, карты плотности начальных суммарных и прогнозных ресурсов. Кроме этого, блок включает картографические материалы по литолого-стратиграфическому районированию (литолого-фациальные, палеогеографические, геохимические и структурные карты) и подсчетные планы по основным объектам оценки для территорий нефтегазоносных провинций (рис. 2).

Блок III. Банк эталонов

Блок объединяет цифровые планшеты эталонов по нефтегазоносному комплексу (подкомплексу) для территорий нефтегазоносных провинций. Каждый цифровой планшет представляет собой отдельный ГИС-проект в формате ГИС INTEGRO, включающий двухмерное и трехмерное отображение эталонного участка в увязке с геологическим разрезом, а также оформленный для печати планшет эталона (рис. 3).

Также в блоке представлены сводные картографические слои контуров эталонов по каждому нефтегазоносному комплексу (подкомплексу), сводные таблицы их параметров. Для удобной работы с материалами по эталонам в настольном приложении реализована возможность автоматической загрузки ГИС-проекта по выбранному на карте эталону.

В веб-витрине настроен интерфейс для просмотра растрового планшета и всех параметров эталона (рис. 4), выбранного пользователем на интернет-карте.

Заключение

Таким образом, по итогам работ 2017–2020 гг. собран структурированный массив цифровой информации по нефтегазогеологическому районированию территории Российской Федерации, банк цифровых геолого-геофизических материалов по эталонным участкам, проведена аналитическая обработка данных по всем провинциям, подготовлены сводные карты начальных суммарных и прогнозных ресурсов УВ по всем единицам нефтегазогеологического районирования.

Выбор ГИС INTEGRO в качестве программной среды для реализации единого ГИС-проекта обеспечил:

1) согласование и качественное представление большого объема цифровой картографической информации на трех уровнях количественной оценки

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND GIS PROJECTS

Рис. 3. Банк эталонов: пример цифрового планшета эталонного участка в формате настольного ГИС-приложения
 Fig. 3. Reference data bank: an example of digital composite display of reference area in desktop GIS application format

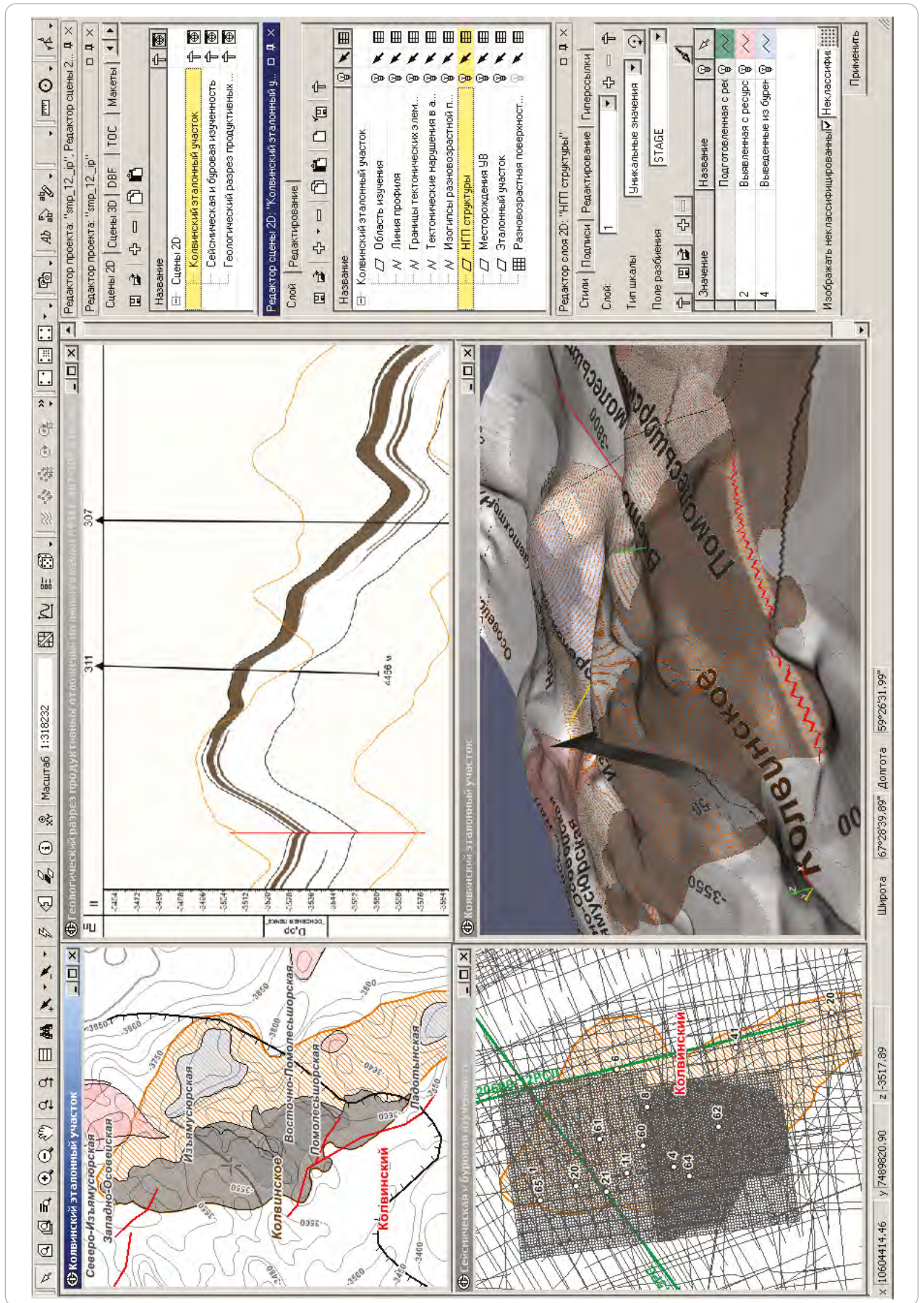
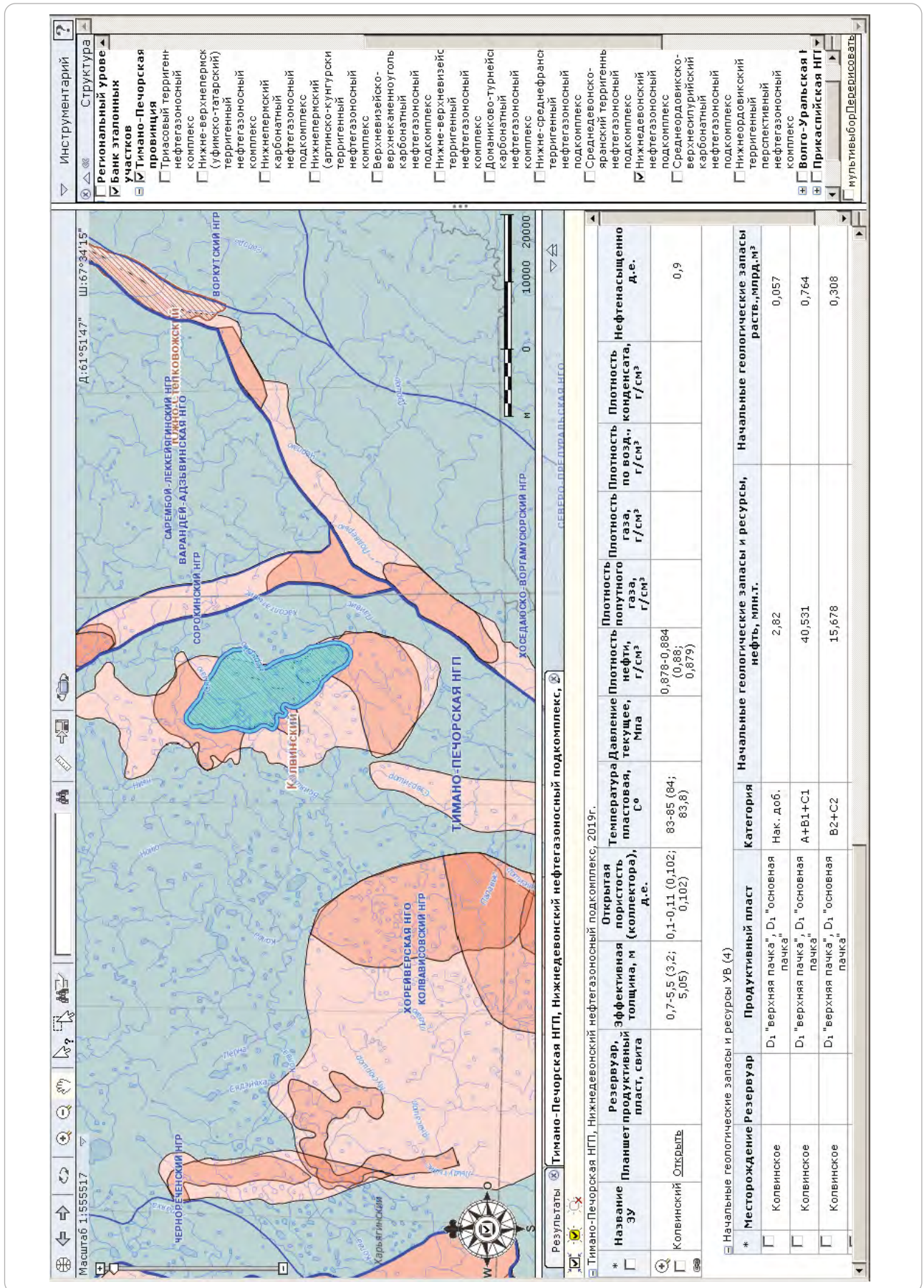


Рис. 4. Банк эталонов: отображение данных по выбранному эталону в веб-витрине ГИС-проекта
 Fig. 4. Reference data bank: data visualization for the selected reference area in GIS project datamart



GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND GIS PROJECTS

(эталонные участки – нефтегазоносная провинция – территория Российской Федерации);

2) повышение точности расчетов относительных показателей (плотность изученности, плотность ресурсов) за счет возможности вычисления картометрических характеристик объектов оценки (площадей и длин) с компенсированием искажений картографического проецирования;

3) подготовку к печати итоговых картографических материалов согласно единым требованиям к оформлению без использования зарубежных дизайнерских пакетов;

4) обеспечение оперативного доступа всех исполнителей работ, а также Центральной экспертной комиссии по ресурсам к собранному массиву данных в ходе его обсуждения и согласования полученных результатов;

5) формирование цифрового пакета данных для его передачи в Роснедра и Росгеолфонд в составе отчетной документации по итогам количественной оценки ресурсов УВ РФ по состоянию на 01.01.2017 г.

Наличие цифрового массива данных по количественной оценке УВ РФ и единого ГИС-проекта для его визуализации позволяет перейти к следующему этапу реализации геоинформационной платформы – автоматизации процесса расчета начальных суммарных ресурсов и упрощения выгрузки результатов в табличные формы установленного в методическом руководстве образца. В настоящее время совместно с сотрудниками отдела ресурсов и запасов нефти и газа ФГБУ «ВНИГНИ» и Санкт-Петербургского филиала ФГБУ «ВНИГНИ» ведется работа над созданием алгоритма расчета начальных суммарных ресурсов нефти, растворенного газа, свободного газа и конденсата на основе данных по Тимано-Печорской провинции. Развитие данного направления обеспечит оперативное получение сводной и детальной информации по всем аспектам количественной оценки ресурсов УВ, возможность ее актуализации с учетом новых результатов геологоразведочных работ и дальнейшее эффективное использование полученной информации в отраслевых задачах.

Литература

- 1 Жуков К.А., Кравченко М.Н., Любимова А.В. Методико-технологическое обеспечение работ по количественной оценке ресурсов углеводородов // *Геоинформатика*. – 2018. – № 3. – С. 27–34.
- 2 Кравченко М.Н., Любимова А.В., Арбузова Е.Е., Спиридонова В.В. Единый ГИС-проект по количественной оценке ресурсов УВ РФ по состоянию на 01.01.2017 // *Геоинформатика*. – 2020. – № 1. – С. 8–13.
- 3 *Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России*. – М. : ВНИГНИ, 2000. – 189 с.

References

- 1 Zhukov K.A., Kravchenko M.N., Lyubimova A.V. Methodological and technological support of the hydrocarbon resources assessment. *Geoinformatika*. 2018;(3):27–34. In Russ.
- 2 Kravchenko M.N., Lyubimova A.V., Arbuzova E.E., Spiridonova V.V. Integrated GIS-project for the quantitative assessment of hydrocarbon resources of the Russian Federation (as of 01.01.2017). *Geoinformatika*. 2020;(1):8–13. In Russ.
- 3 *Methodicheskoe rukovodstvo po kolichestvennoi i ehkonomicheskoi otsenke resursov nefti, gaza i kondensata Rossii* [Methodological guide to quantitative and economic assessment resources of oil, gas and condensate in Russia]. Moscow: VNIGNI; 2000. 189 p. In Russ.

Информация об авторах

Кравченко Мария Николаевна

Кандидат геолого-минералогических наук,
заведующий отделом

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
геологический нефтяной институт»,

105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36

e-mail: kravchenko@vnigni.ru

Любимова Анна Владимировна

Кандидат геолого-минералогических 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

Information about authors

Mariya N. Kravchenko

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Head of Department

All-Russian Research
Geological Oil Institute,

36 Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia

e-mail: kravchenko@vnigni.ru

Anna V. Lyubimova

Candidate of Geological and Mineralogical 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

Арбузова Екатерина Евгеньевна

Заведующий сектором

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»,
117105 Москва, Варшавское ш., д. 8
e-mail: katrin@geosys.ru

Спиридонова Валентина Валерьевна

Научный сотрудник

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт»,
117105 Москва, Варшавское ш., д. 8
e-mail: v.spiridonova@geosys.ru

Ekaterina E. Arbuzova

Head of Sector

All-Russian Research
Geological Oil Institute,
8, Varshavskoe shosse, Moscow, 117105, Russia
e-mail: katrin@geosys.ru

Valentina V. Spiridonova

Researcher

All-Russian Research
Geological Oil Institute,
8, Varshavskoe shosse, Moscow, 117105, Russia
e-mail: v.spiridonova@geosys.ru