

## ГИС-ПРОЕКТ КАК ЕДИНОЕ ПРОСТРАНСТВО ДЛЯ РАБОТЫ С ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ

*Дмитрий Сергеевич Логинов*

АО «ПАНГЕЯ», 127015, Россия, г. Москва, ул. Большая Новодмитровская, д. 12, строение 1, к.т.н.,  
начальник отдела цифровой картографии и геоинформационных систем, тел. (495)280-38-34,  
e-mail: loginov\_ds@pangea.ru

В статье охарактеризована роль ГИС-проектов при работе с геолого-геофизическими данными в производственном процессе предприятий нефтегазовой отрасли. Освещена последовательность формирования содержания ГИС-проекта в процессе геологоразведочных работ. Приведены практические примеры использования накопленных геоданных при решении задач оценки качества исходных геофизических данных, изучении геологического строения территории исследования, подготовки картографических материалов различной степени значимости. Апробация проведена в рамках картографического обеспечения геологоразведочных работ на участках в различных регионах Российской Федерации и других стран мира. Определена многоплановость использования ГИС-проектов: в качестве средства для работы с геоданными, инструмента для создания картографических произведений, единого пункта доступа к накопленной информации, хранилища данных. Выявлены общие закономерности изменения частоты обращений потребителей за цифровой картографической информацией на протяжении основных этапов геофизических работ.

**Ключевые слова:** ГИС-проект, геологоразведка, картографическое обеспечение, геоданные, геофизическое картографирование

## GIS PROJECT AS AN UNIFIED SPACE FOR WORKING WITH GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA

*Dmitriy S. Loginov*

Joint-Stock Company «PANGEA», 12(1), Bolshaya Novodmitrovskaya St., Moscow, 127015,  
Russia, Ph. D., Head of Digital Cartography and GIS Department, phone: (495)280-38-34,  
e-mail: loginov\_ds@pangea.ru

The article described the role of GIS projects when working with geological and geophysical data in the production process of oil and gas enterprises. The sequence of the formation of GIS project content in the process of geological exploration is highlighted. Practical examples of using of accumulated geodata are given. They used for assessing the quality of initial geophysical data, for studying the geological structure of the area of interest, for preparing cartographic materials of various degrees of significance. The approbation was carried out within the cartographic support for geological exploration works at sites in various regions of the Russian Federation and other world countries. The universality of GIS projects using has been determined: as a tool for working with geodata, an instrument for creating cartographic products, a single point of access to the accumulated information, a data warehouse. The general patterns of consumers' requests for digital cartographic information frequency changes during the main stages of geophysical work have been identified.

**Keywords:** GIS project, geological exploration, cartographic support, geodata, geophysical mapping

## *Введение*

В повседневной работе предприятий нефтегазовой отрасли одновременно решаются различные задачи межотраслевого характера. Преимущество в использовании результатов исследований обеспечивается как смысловым значением информации, так и ее приуроченностью к конкретному участку в пространстве, которое характеризуют геоданные.

Разработка способов сбора, систематизации и хранения данных, имеющих географическую привязку на местности, актуальна для геолого-геофизических исследований, особенно в части предоставления общего доступа к накопленной информации. Зачастую на предприятиях специалисты сталкиваются с отсутствием единого пространства для хранения больших массивов геоданных. В результате информация скапливается в разрозненных местах, и приобщить ее к текущим и будущим изысканиям на смежные территории не представляется возможным без потери рабочего времени. Кроме того, исключается возможность полноценного привлечения открытых данных, включая сведения о геолого-геофизической и топографической изученности.

В этом отношении ГИС являются универсальным средством для работы с геолого-геофизическими данными, имеющими координатную привязку. ГИС применяются для решения большого класса задач на предприятиях нефтегазовой отрасли [1]: создание банка геолого-геофизических данных [2], автоматизация процесса подсчета запасов [3], анализ транспортной доступности и геологической изученности при планировании геологоразведочных работ (далее – ГРР) [4], подготовка научно-обоснованных управленческих решений на основе постоянно пополняемой базы данных [5] и др. Основная работа в ГИС ведется через ГИС-проекты, представляющие собой рабочие наборы данных, структурированных определенным образом в виде картографических слоев в зависимости от целей и назначения проекта. Их применение имеет большой потенциал при организации картографического обеспечения ГРР.

В настоящей статье освещена позитивная роль использования ГИС-проектов в производственном процессе АО «ПАНГЕЯ» – лидирующей российской компании в области разработки технологий анализа геофизических данных и оказания услуг с целью оптимизации разведки и разработки нефтегазовых месторождений в России и за рубежом. Показываются преимущества использования возможностей ГИС-проектов как единых пунктов сбора и доступа к межотраслевым данным.

## *Методы и материалы*

ГРР выполняются постадийно и включают региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых, поисково-оценочные работы, разведку и освоение недр. Каждая стадия характеризуется собственным предметом исследования, однако неизменным остается то, что изыскания ведутся в рамках конкретного участка земной поверхности. На этапе региональ-

ного изучения недр им является нефтегазовый район, область или провинция, а также условный контур; на этапе поисково-оценочных работ – лицензионный участок недр; на этапе разведки – месторождение или его отдельная часть.

Сведения о координатах участка исследований являются первичным объектом для формирования ГИС-проекта и ведения базы геоданных. Источником информации служит сопроводительная документация к работам (техническое или геологическое задание), а также данные о лицензировании, предоставляющиеся в открытом доступе через отраслевые геопорталы.

Далее в ГИС-проект подключаются сведения о пространственном расположении сети наблюдений из файлов специализированных форматов. В частности для сейморазведки – файлы позиционирования пунктов возбуждения и приема сейсмических колебаний (\*.sps), файлы общих глубинных точек, сетка сейсмического 3D-куба (\*.dat, \*.bln), а также координатная привязка скважин из файлов скважинных исследований (\*.las) и др.

Завершающим этапом первичного формирования ГИС-проекта является добавление сведений о геолого-геофизической и топографической изученности на территории участка исследования: карты изученности, геологические и топографические карты, аэрокосмические материалы и т.д.

Перечисленные виды данных, как правило, представлены в различных системах координат. В этой связи для грамотного формирования общего геоинформационного пространства важным является обеспечение использования единой системы координат. Данная задача, как и создание ГИС-проекта, находится в компетенции картографа (ГИС-специалиста). Картограф контролирует правильность отображения слоев геоданных, поступающих с различной пространственной привязкой, двумя способами: либо пересчетом координат «на лету» в выбранном программном средстве, либо посредством перепроецирования каждого слоя данных в единую систему координат. Особенно актуальной эта задача становится с 01.01.2021 вследствие вступления в силу Постановления Правительства Российской Федерации от 24.11.2016 №1240 об обязательном использовании геодезической системы координат 2011 года (ГСК-2011) при осуществлении геодезических и картографических работ в сфере недропользования [6].

Подготовленный ГИС-проект публикуется в общий доступ в целях снабжения отраслевых специалистов (геологов, геофизиков) данными на всем протяжении ГРР. Выполняется широкий спектр задач, в том числе оценка качества исходных геолого-геофизических материалов, их сопоставление с априорной информацией различного характера. На рис. 1 представлен пример совместного анализа геолого-геофизических и аэрокосмических данных, выполненного для выяснения причин появления больших пропусков в исходной сети наблюдений.

В процессе работы содержание ГИС-проектов пополняется новыми данными. Например, для изучения геологического строения исследуемой территории привлекаются дополнительные карты и схемы, в том числе официально утвержденные, содержащиеся в научной литературе. Обработку этой информации осуществляет картограф посредством геопривязки изображений по картографической сетке или по топографическим объектам и публикации карт в ГИС-

проекте. При необходимости объекты с таких карт векторизируются, и на их основе составляются производные карты с авторским содержанием. На рис. 2 представлен фрагмент четырех смежных листов Геологической карты Индии масштаба 1:250 000 (рис. 2, а) и составленной на их основе специальной геологической карты на территорию исследования (рис. 2, б). Исходные листы карт были представлены в растровой форме и отличались степенью генерализации содержания, поскольку были составлены в разные годы. Для обеспечения решения геологических задач была проведена векторизация объектов более 120 листов карт, последующая сводка полученной цифровой картографической информации смежных листов и оформление в единой геохронологической шкале. Доступ к итоговой карте обеспечивается посредством ГИС-проекта.



Рис. 1. Сеть пунктов геофизических наблюдений (отмечены красным) и пробелы в ней, обусловленные: а) выходами аренитов на поверхность, б) рекой и населенным пунктом

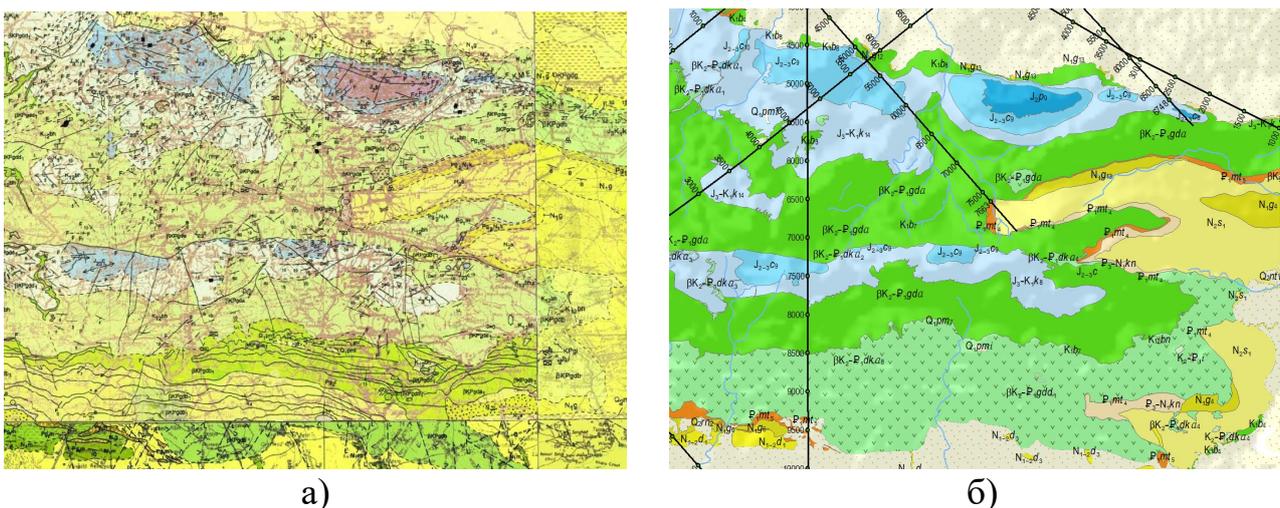


Рис. 2. Уменьшенный фрагмент геологической карты Индии масштаба 1:250 000:

а) исходные листы, б) итоговая специальная геологическая карта

На финальных стадиях выполнения ГРП в ГИС-проект вносятся результаты обработки и интерпретации геолого-геофизических данных: цифровые модели геофизических полей, границы перспективных объектов, устья рекомендованных к бурению скважин и другие. Это позволяет использовать ГИС-проект для подготовки картографических произведений согласно действующим нормативным документам непосредственно в геоинформационных системах [7]. В частности, по такому принципу автором были составлены 27 комплектов прогнозно-минерагенических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000 на твердые полезные ископаемые для Амура-Байкальской группы металлогенических провинций (рис. 3). Карты подготовлены в виде ГИС-проектов с расширенной базой данных, в которой собраны и структурированы характеристики эталонных рудных объектов и прогнозируемых рудных узлов. Цифровая форма исходных данных – единых цифровых моделей комплектов листов Госгеолкарты-1000/3 и -200/2 – позволила вносить изменения путем разгрузки исходных карт и добавления контуров перспективных объектов, полученных в результате технологии многомерной интерпретации геологических, геофизических и геохимических данных [8].

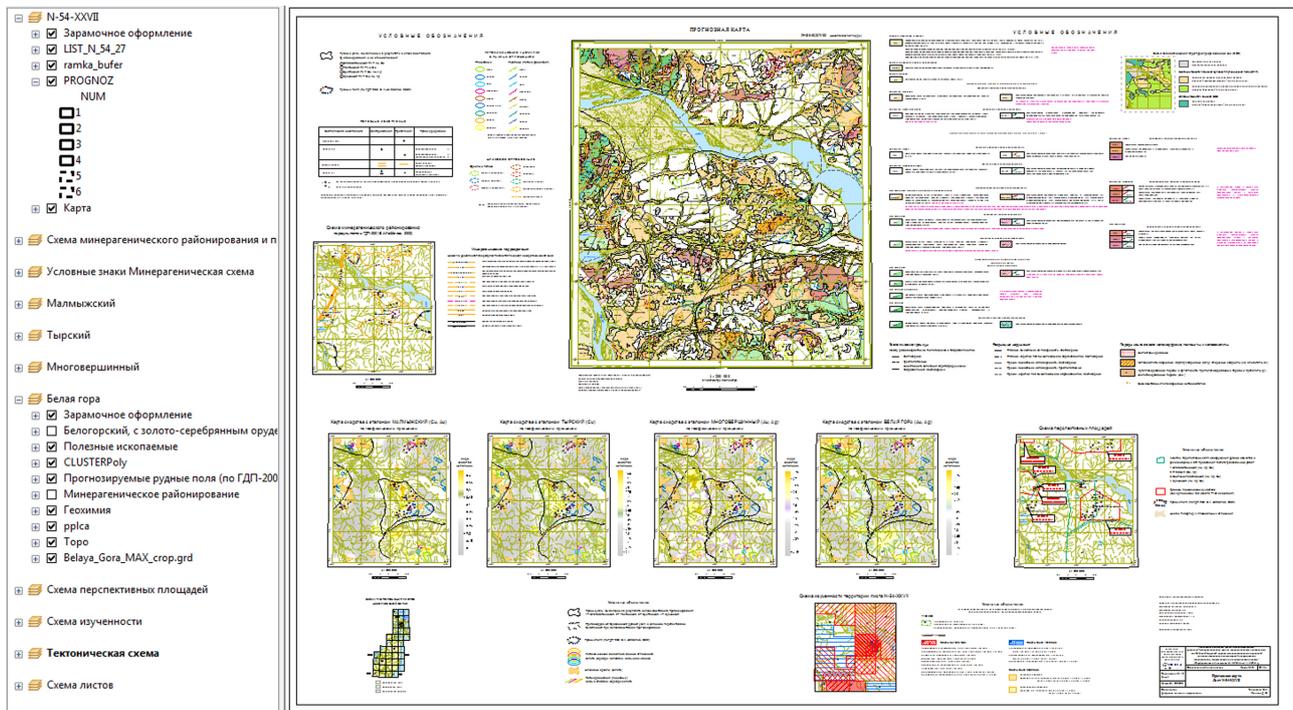


Рис. 3. Подготовленный в ГИС-проекте лист прогнозно-минерагенической карты масштаба 1:200 000

### *Обсуждение и результаты*

Рассмотренные примеры использования ГИС-проектов в производственном процессе картографического обеспечения ГРП показывают, что ГИС-проекты одновременно выполняют следующие основные функции:

- 1) Средство для работы с геоданными.
- 2) Инструмент для создания картографических произведений.
- 3) Единый пункт доступа к накопленной информации.
- 4) Хранилище данных.

Картограф выступает в роли администратора, систематизирующего и структурирующего информацию, распределяя ее по категориям, привычным для конечных потребителей – геологов и геофизиков. Специалисты, владеющие первичными навыками работы в ГИС, могут посредством ГИС-проекта (рис. 4) самостоятельно выполнять необходимые картометрические работы – тем самым оптимизируется работа картографа.

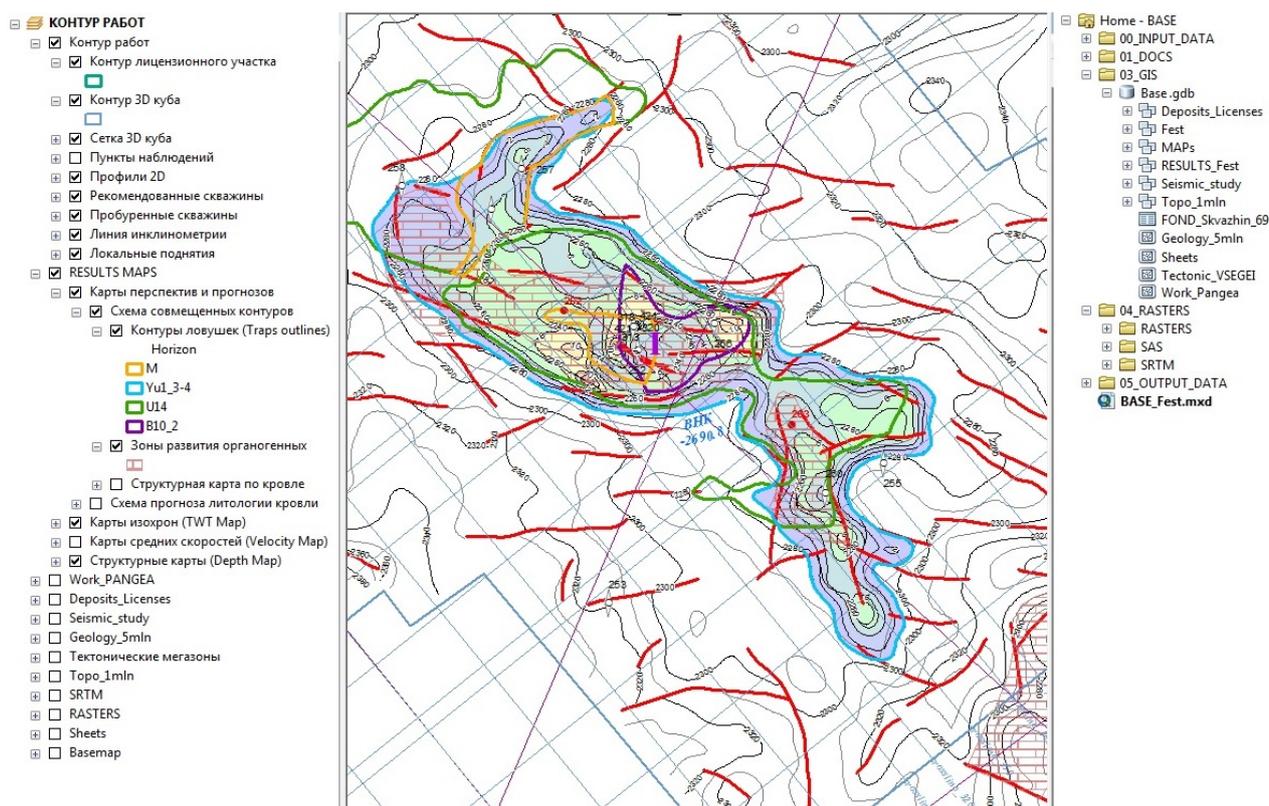


Рис. 4. Пример рабочего окна ГИС-проекта (формат \*.mxd)

Сформированный ГИС-проект дает возможность использовать накопленную информацию при выполнении работ на смежные участки, на обобщенные объекты и т.д. По такому принципу специалистами АО «ПАНГЕЯ» осуществлено картографическое обеспечение комплексной интерпретации геолого-геофизических данных на лицензионных участках в Западной и Восточной Сибири, Волго-Уральской и Тимано-Печорской провинциях, на Дальнем Востоке, в Индии, Колумбии, Кубе и других регионах мира.

Накопленный опыт позволяет оценить общие закономерности распределения частоты обращений потребителей к ГИС-проектам. Для составления соответствующего графика (рис. 5) использовалась универсальная оценка по трем

градациям – минимальная, средняя, максимальная частоты обращений к ГИС-проекту. Принято допущение, что каждый последующий этап начинается непосредственно после завершения предыдущего, хотя фактически несколько этапов могут выполняться одновременно.



Рис. 5. График «Частота обращений к ГИС-проекту»

График иллюстрирует общую закономерность увеличения частоты обращений к ГИС-проекту со стороны администратора (картограф) и потребителя (геофизик / геолог) на протяжении всех этапов работ. Максимальное количество обращений к ГИС-проекту характерно для администратора на этапах геопривязки и векторизации растровых материалов, а также во время составления отчетных графических материалов; для потребителя – на этапе обработки и интерпретации геолого-геофизических данных, где наблюдается локальный спад со стороны администратора. При этом характерно, что администратор начинает работу с ГИС-проектом раньше, чем потребитель, и соответственно завершает наполнение ГИС-проекта после окончания выполнения ГРР.

### Заключение

Использование ГИС-проектов обеспечивает оперативность многопользовательского доступа к информации и координации работ специалистов внутри предприятий нефтегазовой отрасли. Подготовка ГИС-проектов позволяет не только аккумулировать пространственные данные в единой системе, но и передавать их конечному потребителю для оперативного принятия стратегических решений по поиску и разведке полезных ископаемых на основе огромного коли-

чества разнородной информации, накапливаемой во время локальных и региональных геофизических наблюдений различными методами разведки. Кроме того, осуществляется оптимизация работы картографа с геоданными, что позволяет использовать ГИС-проект в качестве рабочего средства при подготовке картографических произведений различной сложности и при хранении геоданных в едином координатном пространстве.

Следует отметить, что одним из перспективных направлений по организации единого доступа к геолого-геофизическим данным является использование технологий веб-картографирования. Особенно актуальным данное направление является в тех случаях, когда отраслевые специалисты не обладают достаточными навыками для работы в ГИС-среде. Тем не менее, ГИС-проект остается оптимальным средством организации рабочего пространства и работы с геолого-геофизическими данными одновременно для специалистов нескольких отраслей.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Марков Н.Г. Геоинформационные системы предприятий нефтегазовой отрасли: функциональность, архитектура и перспективы развития // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328. № 9. – С. 16–32.

2. Звягин Е.М., Свиньин В.Ф., Хмельёв С.А. Отчёт по теме 70 «Банк геолого-геофизических данных на нефть и газ по территории Новосибирской и Омской областей» – ОАО «Центральная геофизическая экспедиция». – 2001. – 213 с.

3. Митюнина И.Ю. Использование геоинформационных технологий для решения геолого-геофизических задач // Геодезия, картография, кадастр, ГИС - проблемы и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Новополюцк, 9-10 июня 2016 г. – Новополюцк, 2016. – Ч. 1. – С. 182–188.

4. Анализ транспортной доступности и геологической изученности на основе ГИС-технологий для планирования геологоразведочных работ в Алтае-Саянской складчатой области // Отечественная геология. – 2021. – № 1. – С. 40–51. DOI: 10.47765/0869-7175-2021-10004

5. Платэ А.Н., Веселовский А.В. База геолого-геофизических данных как составная часть геоинформационной системы (ГИС-проекта) // Проблемы недропользования. – Екатеринбург, 2016. – №2 (9). – С. 39–45.

6. Вахрушев А.М., Муравьев В.С. К вопросу использования государственной системы координат (ГСК-2011) при работах геологической отрасли, формировании единого информационного пространства и требований к функционалу ГИС // Отечественная геология. – 2019. – № 4. – С. 15–20. DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10027

7. Логинов Д.С. Картографическое обеспечение геофизических исследований: современное состояние и перспективы // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 8. – С. 32–44. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-950-8-32-44

8. Лурье М.Б., Токавищев И.А., Логинов Д.С., и др. Подготовить комплект средне-мелкомасштабных прогнозно-минерагенических карт на твердые полезные ископаемые для Байкало-Амурской группы металлогенических провинций на основе технологии многомерной интерпретации геологических, геофизических и геохимических данных. Объект 1210-4. Отчет по Гос.контракту № 11/2014 от 11.12.14 г. – АО «ПАНГЕЯ». – 2016. – 1037 с.

© Д. С. Логинов, 2021