

Геоинформатика. 2024. № 3. С. 12–20.  
*Geoinformatika*. 2024;(3):12–20.

Геоинформационные системы

Научная статья

УДК 004.9

<https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-3-12-20>

## Разработка ГИС-модуля для поиска аналогов с использованием аналитической no-code-платформы

© 2024 г. — Галина Владимировна Прозорова<sup>а)</sup>, Елизавета Евгеньевна Клинг<sup>б)</sup>

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»; Россия, Тюмень

<sup>а)</sup>prozorovagv@tyuiu.ru, <sup>б)</sup>kling2002@mail.ru

**Аннотация:** Статья посвящена разработке ГИС-приложений для поиска аналогов нефтегазовых объектов. В зависимости от решаемых задач и используемых источников данных в нефтегазовой отрасли применяют разные методики поиска аналогов. Разрабатываемые на основе частных методик программные продукты могут применяться ограниченно, что вызывает вопрос о целесообразности выделения ресурсов на их разработку. Для экономичного создания программ для поиска аналогов предлагается двухэтапная схема, включающая этап разработки формализованной модели поиска на базе аналитической no-code-платформы и этап традиционной разработки итогового продукта по формализованной модели. Показано, что аналитические no-code-платформы являются эффективным и доступным для непрограммирующих специалистов средством создания формализованных моделей как основы разработки программных продуктов. Обоснована целесообразность разработки приложений для поиска аналогов на базе геоинформационных систем. Представлен пример реализации двухэтапной схемы при разработке модуля для поиска аналогов на базе свободной геоинформационной системы QGIS с использованием российской аналитической no-code-платформы Loginom.

**Ключевые слова:** метод аналогий; нефтегазовые объекты; аналитическая платформа; no-code-разработка; ГИС-модуль.

*Для цитирования:* Прозорова Г.В., Клинг Е.Е. Разработка ГИС-модуля для поиска аналогов с использованием аналитической no-code-платформы // Геоинформатика. — 2024. — № 3. — С. 12–20. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-3-12-20>.

Geoinformation system

Original article

## Development of a GIS-module for analog search using an analytical no-code platform

© 2024 — Galina V. Prozorova<sup>а)</sup>, Elizaveta E. Kling<sup>б)</sup>

Industrial University of Tyumen; Tyumen, Russia

<sup>а)</sup>prozorovagv@tyuiu.ru, <sup>б)</sup>kling2002@mail.ru

**Abstract:** The article is devoted to the development of GIS-applications for searching analogs of oil and gas objects. Depending on the tasks to be solved and data sources used in oil and gas industry different methods of analogs search are applied. Program products developed on the basis of private methods can be used only to a limited extent, which raises the question about the expediency of resources spent on their development. For efficient creation of programs for analogues search we propose a two-stage scheme including the stage of development of a formalized search model based on analytical no-code platform and the stage of traditional final product development based on the formalized model. It is shown that analytical no-code platforms are an effective and accessible for non-programming specialists means of creating formalized models as a basis for software product development. The expediency of the development of applications for the search of analogs on the basis of geoinformation systems is substantiated. An example of implementing two-stage scheme in the development of module for searching analogs based on free geoinformation system QGIS with the use of Russian analytical no-code-platform Loginom is presented.

**Key words:** analogy method; oil and gas objects; analytical platform; no-code-development; GIS-module.

*For citation:* Prozorova G.V., Kling E.E. Development of a GIS-module for analog search using an analytical no-code-platform. *Geoinformatika*. 2024;(3):12–20. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-2-12-20>. In Russ.

## Введение

В нефтегазовой отрасли при решении задач прогноза запасов и проектирования разработки месторождений в случае недостатка информации об исследуемом объекте привлекают данные объектов-аналогов, сходных с исследуемым по определенным геолого-геофизическим свойствам и параметрам добычи. В настоящее время, когда в различных хранилищах (корпоративных базах, архивах, публикациях, интернет-ресурсах) накоплены большие объемы данных о месторождениях, поиск аналогов в них является непростой задачей, для решения которой требуется разработка специальных программных средств. Тема разработки программного обеспечения для поиска аналогов рассматривалась авторами в статье «Разработка адаптируемых программных инструментов для задач поиска объектов-аналогов в концепции NO-CODE», опубликованной в журнале «Геоинформатика» № 1, 2024 г. Настоящая статья является ее продолжением.

Проблемы, возникающие при создании программ для поиска аналогов, в значительной мере обусловлены отсутствием в отрасли единой методики. В компаниях в зависимости от целей применения аналогов (прогноз коэффициента извлечения, обоснование технологии интенсификации добычи и т. п.) и доступных источников данных используют разные критерии сходства объектов и алгоритмы поиска. Разработанные на основе частных методик программные продукты могут применяться ограниченно, выделение ресурсов для разработки таких программ может быть нецелесообразно для компаний. Экономичным и оперативным способом создания программных инструментов для поиска аналогов является использование аналитических no-code-платформ. Аналитические платформы позволяют специалистам-предметникам без привлечения программистов использовать методы интеллектуального анализа и конструировать готовые программные инструменты. No-code-разработка устраняет сложности взаимодействия специалистов-предметников и программистов, возникающие по причине разницы в имеющихся знаниях и требующие времени на налаживание взаимопонимания. В процессе no-code-разработки программного инструмента специалисты-предметники естественным образом также создают и тестируют формализованную модель поиска аналогов.

Программные инструменты для поиска аналогов, созданные на базе аналитической платформы, имеют ряд недостатков, в частности, не позволяют реализовать прямой экспорт результатов поиска в картографические продукты. Между тем картографическое представление аналогов целесообразно,

оно позволяет экспертам сопоставить положение и свойства аналогов с имеющимися геологическими и другими отраслевыми картами и оценить адекватность результатов поиска.

В статье предлагается разработка программных инструментов для поиска аналогов в виде модулей геоинформационных систем (ГИС). Представлена двухэтапная схема создания модулей ГИС для поиска аналогов, позволяющая сократить время разработки. Первый этап: разработка формализованной модели поиска аналогов специалистами-предметниками с использованием аналитической no-code-платформы. Второй этап: создание модуля ГИС программистами по формализованной модели. В соответствии со схемой выполнена разработка модуля для подбора аналогов на базе свободной геоинформационной системы QGIS с использованием российской аналитической no-code-платформы Loginom.

## О методе аналогий в нефтегазовой отрасли

Метод аналогий имеет многолетнюю историю применения в отрасли, задачи и способы его реализации изменялись по мере исследования нефтегазоносных территорий и развития технологий информационного и математического моделирования. В 60–80-х гг. XX в. метод аналогий применялся для прогнозирования нефтегазоносности малоизученных территорий: метод внешних аналогий (Двали М.Ф., 1964, Лазарев В.С., 1989, Забалуев В.В., 1982 и др.), метод внутренних аналогий (Семенович В.В., 1982 и др.) Методы подразумевают сопоставление ряда геологических характеристик (тектонических, литологических, возрастных и других) изученной нефтегазоносной территории, принимаемой за эталон, и малоизученной территории и перенос данных плотности ресурсов УВ, рассчитанных на эталоне, на неизученные геологически сходные участки [1, с. 68–70; 2, с. 50–51]. В методах для оценки сходства объектов используется ограниченное число параметров, которые могут быть представлены на картах, и относительно несложные приемы картографического и математического моделирования (пример — методики ВНИГРИ) [1, с. 70]. Способы реализации методов понятны для специалистов-геологов и не требуют специальных программных средств, достаточно базовых инструментов анализа, имеющихся в большинстве геоинформационных систем [3].

В настоящее время, когда на нефтегазоносных территориях проведены многочисленные исследования, метод аналогий применяется в детальных задачах заполнения недостающих данных при построении геологических и гидродинамических моделей, обоснования технологий интенсификации добычи и др. В зависимости от решаемых задач и

доступных для поиска баз данных используются разные методики поиска аналогов, отличающиеся признаками сходства и алгоритмами сравнения объектов [4]. Для поиска аналогов в больших объемах накопленных данных разрабатываются программные средства, реализующие методы многомерной статистики и машинного обучения: нечеткой логики, анализа прецедентов, кластерного анализа, алгоритмов обработки естественного языка и др. [5–9]. Созданные программы ориентированы на отдельные задачи и методики поиска, являются внутрикорпоративными или исследовательскими и не предназначены для использования за пределами компаний-разработчиков. В целом в отрасли задача разработки программного обеспечения для поиска аналогов остается актуальной.

При использовании методов интеллектуального анализа процесс поиска аналогов формализован и скрыт от специалиста-геолога, является для него «черным ящиком». В связи с этим можно получить формально правильные, но геологически неадекватные результаты поиска. Для оценки адекватности целесообразно представить найденные аналоги на карте и сопоставить с имеющимися картами геологических и других предметных данных. В имеющихся программных продуктах для поиска аналогов не предусмотрена подобная картографическая визуализация результатов, а географическое положение объектов не рассматривается в качестве одного из критериев сходства. Программные инструменты с представлением аналогов на карте целесообразно создать в виде модулей геоинформационных систем. Такая разработка не является проблематичной для программистов, современные ГИС предоставляют средства разработки дополнительных модулей, в том числе с использованием библиотек для анализа данных (NumPy, SciPy, Pandas и т.п.). Более сложным является создание модели поиска аналогов, реализуемой ГИС-модулем. При отсутствии в отрасли единой методики разработка модели поиска аналогов требует знаний предметной области и умения использовать программные инструменты для анализа данных, т.е. наличия специалистов с междисциплинарными знаниями или взаимодействия специалистов-предметников и программистов.

#### **Аналитические no-code-платформы как средство разработки программ для поиска аналогов**

При разработке программного обеспечения для задач, имеющих отраслевую специфику, в нефтегазовой отрасли, как и в других предметных областях, нередко возникают трудности взаимодействия специалистов-предметников и программистов, связанные с разрывом в профессиональных знаниях и умениях [10]. Специалисты-

предметники в большинстве случаев недостаточно владеют технологиями программирования, необходимыми в нашем случае для разработки модулей ГИС и использования библиотек для анализа данных. Программисты не имеют достаточных знаний в науках о Земле и отраслевых технологиях, что не позволяет им создавать и опробовать алгоритмы поиска аналогов. Трудности связаны также с различиями в способах представления и восприятия информации: специалисты-предметники оперируют материальными объектами и процессами, ИТ-специалисты — абстрактными сущностями и моделями. Переход от описания реальных объектов и процессов к их формализованным моделям является сложным для обеих групп специалистов. Использование применяемых в ИТ-проектах методологий моделирования ER, IDF, DFD, UML и др. несущественно снижает трудности этапа формализации, поскольку также требует знаний как самих нотаций, так и предметной области. Создание формализованной модели решения задачи является важным этапом в разработке прикладных программных продуктов, дальнейшее написание программного кода на основе модели не вызывает затруднений у программистов.

При разработке модели решения задачи могут быть допущены ошибки, которые обнаруживаются специалистами-предметниками только на этапе тестирования созданного программного продукта. Процесс исправления ошибок в модели, внесения изменений в программном коде и повторного тестирования может повторяться многократно и значительно увеличить общее время разработки программы.

Сложившийся способ разработки программ для специфичных отраслевых задач требует непростого взаимодействия и существенного расхода времени аналитиков и программистов. Для создания программ для ограниченных условий поиска аналогов такая разработка может быть нецелесообразна, особенно для небольших компаний; нужны менее затратные и более оперативные способы разработки.

Специалистам-аналитикам требуются программные средства, позволяющие без привлечения программистов проектировать, реализовать и тестировать модели поиска. На практике с этой целью широко применяют MS-Excel. Но MS-Excel имеет ограниченные функции интеллектуального анализа и создания тиражируемых пользовательских инструментов (макросов). Больше возможностей для анализа данных и разработки прикладных программных инструментов без написания кода предоставляют аналитические no-code-платформы (PolyAnalyst, Loginom и др.). Аналитические платформы позволяют специалистам-предметникам

без программистов использовать алгоритмы интеллектуального анализа данных и путем визуального конструирования создавать из них модели (сценарии) решения задач. Сценарии представляют собой формализованные модели решения задач, а реализующие их пакеты являются готовыми программными инструментами для решения задач определенного типа. Специалисты-предметники могут самостоятельно тестировать, изменять и адаптировать сценарии под конкретные условия задачи. Создание таких программных инструментов происходит значительно быстрее и проще, чем при традиционном программировании [11].

Разработка программного инструмента для поиска аналогов на базе российской аналитической no-code-платформы Loginom подробно описана в работе [12]. Имеются другие примеры использования платформы Loginom в задачах нефтегазовой отрасли. Специалистами ПАО «Газпром» Loginom был использован для анализа данных телеметрии сетей газораспределения и газопотребления в задачах предупреждения аварий на объектах газораспределения, оценки потерь газа при авариях, утечках и аварийных сбросах [13]. В ООО «Норильскгеология» с применением Loginom решались задачи интерпретации геохимических данных при опробовании керна скважин, технологического ранжирования руд, экспресс-расшифровки каротажных данных по скважинам, экспресс-интерпретации данных площадных геофизических данных [14].

Вместе с тем no-code-разработка не является полноценной заменой традиционному программированию с подключением библиотек анализа данных. Разработанные no-code программные инструменты представляют собой не самостоятельные приложения, а модули платформ, на которых они созданы, и не могут использоваться вне этих платформ. Их функциональность и перечень используемых форматов файлов ограничены возможностями платформы. В частности, аналитическая платформа Loginom не предназначена для работы с пространственными данными формата шейп-файл. Разработанные no-code пользовательские инструменты занимают больший объем памяти, чем приложения аналогичной функциональности, созданные путем написания программного кода.

No-code-разработка с использованием аналитической платформы эффективна на начальном этапе создания прикладных программ для анализа данных. Она позволяет специалистам-предметникам самостоятельно выбирать и применять инструменты интеллектуального анализа, создавать и многократно тестировать формализованную модель решения задачи. Для разработки итогового

программного продукта целесообразны традиционные технологии программирования. Разработка по готовой формализованной модели не требует от программистов глубоких знаний в предметной области, она может быть выполнена ими достаточно быстро при незначительном взаимодействии со специалистами-предметниками. Тестирование и доработка программного продукта, созданного по многократно проверенной модели, занимают незначительное время. Таким образом, деление процесса разработки на два этапа — создание модели решения задачи с использованием аналитической платформы и программирование по готовой модели — позволяет сделать относительно автономной работу аналитиков и программистов, минимизировать проблемы их взаимопонимания, в целом уменьшить затраты на создание программных продуктов для задач поиска аналогов.

#### **Разработка ГИС-модуля для экспресс-поиска аналогов залежей нефти**

Предлагаемая двухэтапная схема реализована при создании модуля геоинформационной системы QGIS для экспресс-поиска аналогов залежей нефти. Авторы статьи были ограничены в исходных данных, могли использовать только данные, имеющиеся в открытом доступе. В разработке использовались таблицы годовой формы федерального статистического наблюдения N 6-ГР «Сведения о состоянии и изменении запасов и ресурсов категории нефти» (таблицы государственного баланса) и Единая карта недропользования РФ, имеющаяся в открытом доступе на сайте ФГБУ «Росгеолфонд» [15].

*На первом этапе* выполнена no-code-разработка программного инструмента для поиска аналогов на базе аналитической платформы Loginom, она подробно описана в статье [12]. В качестве исходных данных использовались таблицы государственного баланса формы 6-ГР (рис. 1). В качестве параметров сходства были приняты имеющиеся в таблице свойства объектов: качественные — географическое положение (субъект федерации), тип коллектора (терригенный, карбонатный), тип флюида (нефть), наименование пласта и количественные — открытая пористость, проницаемость, нефтенасыщенность, плотность и вязкость нефти. Разработан алгоритм поиска: 1) фильтрация по качественным признакам, 2) кластеризация по количественным признакам, 3) для объектов-кандидатов в аналоги, попавших в один кластер с целевым, — расчет по количественным признакам меры сходства с целевым объектом, 4) ранжирование кандидатов в аналоги по значению меры сходства.

В соответствии с алгоритмом в программе Loginom реализован сценарий поиска аналогов, включающий инструменты предобработки дан-

ных, выборки, кластерного анализа, ранжирования (рис. 2). Выбор и апробация инструментов анализа, и разработка сценария выполнены специалистами-аналитиками без программистов способом визуального конструирования.

Проект Loginom, включающий созданный сценарий, сохранен как готовый к многократному использованию программный инструмент, который выполняет автоматизированный поиск аналогов с минимальным участием специалиста. На рис. 2 желтым отмечены операции, требующие участия специалиста: загрузка исходной таблицы; указание целевого объекта (месторождения), для которого подбираются аналоги; указание качественных параметров для фильтрации (субъект федерации, тип коллектора, тип флюида, наименование пласта); выгрузка списка найденных аналогов. Остальные операции с данными выполняются программой автоматически. Работа пользователя с программой

происходит в интуитивно понятном русскоязычном графическом интерфейсе и не требует специального обучения. Результаты поиска аналогов сохраняются в таблице MS-Excel. Разработанный аналитиками сценарий представляет собой формализованную модель поиска аналогов, понятную программистам.

Для проверки адекватности найденных аналогов было решено отобразить их на карте, чтобы оценить удаленность от целевого объекта и сопоставить свойства с имеющимися геологическими данными. В таблице государственного баланса 6-ГР не указаны координаты объектов (лицензионных участков), поэтому для отображения аналогов на карте выполнена их пространственная привязка по названию. Для привязки использована Единая карта недропользования РФ в формате шейп-файл, таблица атрибутов которой содержит поле названий лицензионных участков. Таблица MS-Excel с

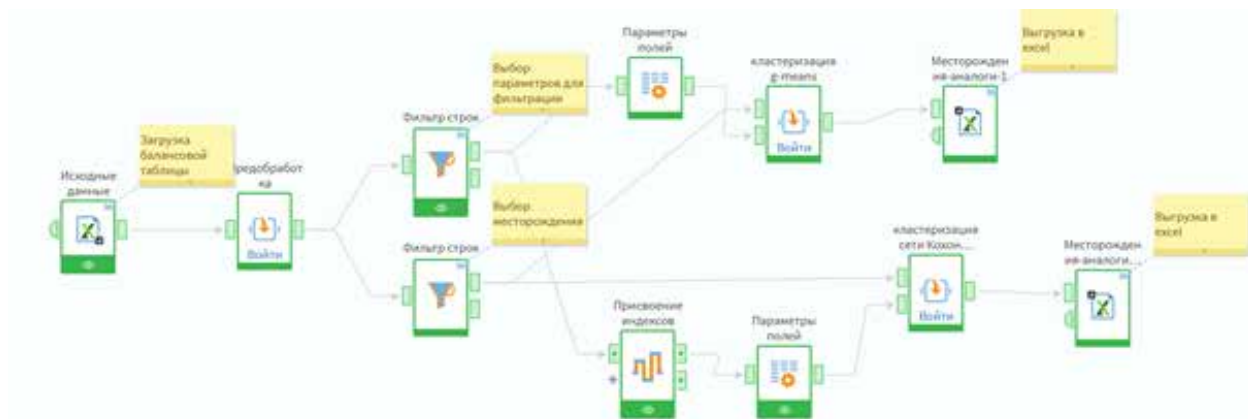
Рис. 1. Таблица государственного баланса формы 6-ГР (фрагмент)

Fig. 1. Table of the State Register of Reserves under the form 6-GR (fragment)

Запасы нефти по месторождениям на 1 января 2021 г.							
тыс. т							
Номер	Федеральный округ	Субъект федерации	Ведомственная принадлежность		Степень освоения	Разрабатываемость горизонтов	Месторождение
			Фонд недр	Предприятие			
12	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК
13	Северо-Западный	Ненецкий АО	Нераспределенный фонд	Департамент по недропользованию	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК
14	Северо-Западный	Ненецкий АО	Нераспределенный фонд	Департамент по недропользованию	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК
15	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК
16	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК
17	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК
18	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК

Рис. 2. Сценарий поиска аналогов в Loginom

Fig. 2. Scenario of analogs search in Loginom



результатами поиска аналогов была импортирована в геоинформационную систему QGIS и связана с таблицей карты недропользования. Аналоги были отображены на карте, что позволило экспертам проанализировать их местоположение, оценить адекватность и выбрать аналог, наиболее сходный с целевым объектом.

Операции импорта таблицы в QGIS, связывания с таблицей карты недропользования, отображения аналогов на карте были выполнены неавтоматизированно. Для автоматизации этих операций авторами рассматривалась возможность интегрирования Loginot и QGIS. Было решено, что такая интеграция нецелесообразна, более рационально разработать модуль QGIS, реализующий созданную формализованную модель поиска аналогов.

**На втором этапе** программистами выполнена разработка модуля QGIS для поиска аналогов. QGIS является открытым программным продуктом, в котором имеется возможность разработки дополнительных модулей и подключения библиотек анализа данных, нужных для реализации модели поиска аналогов.

В разработанном ГИС-модуле реализована взаимосвязь объектов на карте недропользования

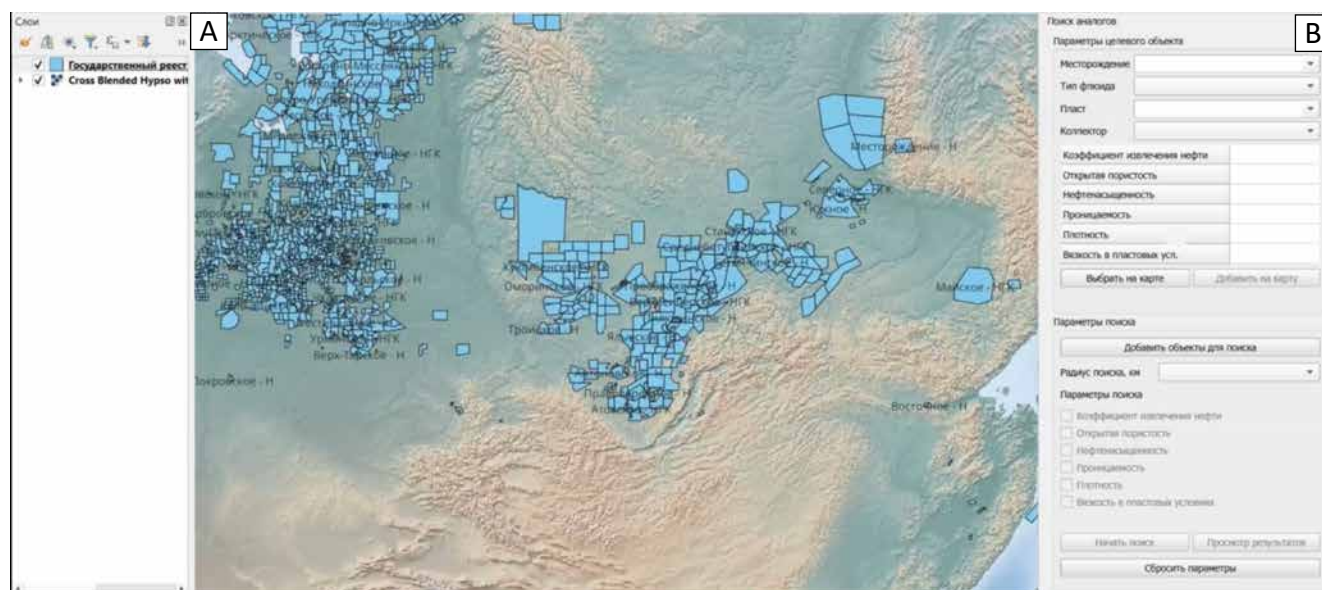
РФ с данными объектов в форме государственного баланса 6-ГР. Это дает возможность получения информации по объекту по текстовому запросу его названия и при выборе на карте.

В модели поиска аналогов в качестве параметров сходства приняты те же свойства объектов, что и в проекте Loginot. Для параметра «географическое положение» добавлена возможность определения по расстоянию от целевого объекта. В модели поиска реализованы операции выбора географической области поиска по заданному расстоянию от целевого объекта и по названию субъекта РФ, выборки объектов по качественным параметрам, кластеризации методом *K*-средних по значениям количественных параметров, имеющимся в форме 6-ГР.

При запуске модуля открывается карта недропользования и панель ввода данных (рис. 3). Прежде чем начать поиск, необходимо ввести данные целевого объекта, заполнив поля: субъект, название месторождения, тип флюида, тип коллектора, название пласта и значения количественных параметров. Если объект имеется на карте недропользования, то можно его указать на карте или выбрать по названию. В этом случае поля заполняются автоматически. При наличии нескольких объектов с

**Рис. 3.** Общий вид окна QGIS при работе модуля

*Fig. 3. General view of the QGIS window when operating the module:*



A — карта недропользования на фоне общегеографической карты, B — панель модуля для ввода данных для поиска

A — the subsoil use map on the background of the general geographic map, B — the module panel for entering data for the search

одинаковым названием необходимо выбрать один из них. Если объект отсутствует на карте, можно вручную добавить его на карту и вручную занести его параметры. Добавленный объект и его параметры при этом автоматически сохраняются в файле карты недропользования.

Далее необходимо добавить объекты для поиска, имеющиеся в таблице госбаланса формы 6-ГР. Для подбора кандидатов в аналоги необходимо задать область поиска в пределах субъекта РФ или на расстоянии радиуса 10, 100, 1 000 и 10 000 км от целевого объекта и указать используемые для поиска количественные параметры. После начала поиска выполняется выбор объектов-кандидатов в аналоги, попадающих в заданную область поиска и имеющих равные с целевым объектом значения качественных параметров (тип коллектора, тип флюида, название пласта). Для выбранных канди-

датов в аналогии выполняется кластеризация методом *K*-средних по количественным параметрам (открытая пористость, проницаемость, нефтенасыщенность, плотность и вязкость нефти). Аналогами признаются объекты, попавшие в один кластер с целевым. Результат отображается на карте (рис. 4) и в виде таблицы, в которой выбранные объекты-аналоги ранжированы по степени близости их географического положения к целевому объекту (рис. 5).

Разработанный ГИС-модуль успешно прошел апробацию в производственных условиях и получил положительную оценку экспертов. Ввиду ограниченного количества доступных для анализа данных и параметров, применяемых для оценки сходства объектов, модуль может быть рекомендован для задач экспресс-поиска аналогов.

Рис. 4. Вид окна QGIS с отображением результата поиска (поиск выполнен в пределах субъекта федерации)  
 Fig. 4. View of the QGIS window showing the search result (the search was performed within the constituent entity of the federation)



найденные объекты-аналоги  
 the found objects-analogues

Рис. 5. Таблица с результатом поиска аналогов  
 Fig. 5. Table with the result of the analogs search

Показать все объекты											
Целевой объект											
Субъект	Месторождение	Тип флюида	Пласт	Коллектор	коэф. извлечения нефти	Открытая пористость	Нефтенасыщенность	Проницаемость	Нефть, плотность	ть, вязкость в пластыях	
Самарская область	Авангардовское - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,604	0,15; 0,16	0,92; 0,94	0,699	0,834	2,4	
Объекты-аналоги											
Субъект	Месторождение	Тип флюида	Пласт	Коллектор	коэф. извлечения нефти	Открытая пористость	Нефтенасыщенность	Проницаемость	Нефть, плотность	ть, вязкость в пластыях	
Самарская область	Батрацкое - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,604	0,17	0,9	0,699	0,834	2,4	
Самарская область	Батрацкое - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,604	0,17	0,9	0,699	0,834	2,4	
Самарская область	Пешковское - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,52	0,1	0,87	0,029	0,853	2,0	
Самарская область	Бутринское - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,509	0,12	0,84	0,072	0,796	0,91	
Самарская область	Пушкариновское - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,577	0,15	0,85	0,5	0,797	1,2	
Самарская область	Пушкариновское - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,577	0,15	0,85	0,5	0,797	1,2	
Самарская область	Ковалевское - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,251	0,12	0,73	0,071	0,798	0,27	
Самарская область	Культурное - Н	нефтяное	С1bv бобриковские ...	терригенный	0,5	0,156	0,85	0,577	0,847	1,48	

## Заключение

Использование аналитической no-code-платформы при разработке ГИС-модуля для поиска аналогов позволило уменьшить сложность создания формализованной модели решения задачи, требующий знаний предметной области и технологий программирования. Предлагаемая двухэтапная схема, объединяющая no-code и традиционную разработку программных продуктов, позволяет преодолеть трудности взаимодействия специалистов-предметников и программистов, существенно сократить сроки разработки и обеспечить качество прикладных программ, удовлетворяющее

специалистов предметной области. Разработка в соответствии с предлагаемой схемой является более экономичной и вариативной, что важно при создании программ, предназначенных для ограниченного применения.

Предлагаемая двухэтапная схема разработки программных средств с использованием аналитических платформ может быть полезна при создании специализированных программных инструментов в различных задачах поддержки принятия решений в нефтегазовой области и в других предметных областях.

## Список источников

1. Арчегов В.Б. Геология нефти и газа : учебное пособие. – СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2014. – 115 с.
2. Никонов Н.И. Рациональный комплекс поисково-разведочных работ на нефть и газ : курс лекций. – Ухта: УГТУ, 2006. – 311 с.
3. Прозорова Г.В., Туренко С.К., Шпильман А.В. Использование геоинформационных технологий для поддержки принятия решений на различных этапах геолого-разведочных работ // Информационные и математические технологии в науке и управлении : тезисы XXIV Байкальской Всероссийской конференции (Иркутск, 29 июня – 8 июля 2019 г.). – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2019. – С. 65.
4. Поднебесных А.В., Хафизов А.Р. Методика экспресс-оценки выбора объекта-аналога для залежей углеводородного сырья на основе их геологических признаков // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2019. – № 3(119). – С. 9–18. DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-3-9-18.
5. Глухих И.Н., Никифоров Д.В. Принятие решений на основе вывода по прецедентам в моделировании месторождений нефти и газа // Вестник ТюмГУ. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 147–163.
6. Абдрахманова Э.К., Исламов Р.Р., Кузнецов А.М., Нигматуллин Ф.Н., Антаков И.С., Кузин И.Г., Гилаев Г.Г. Повышение эффективности разработки новых нефтегазоконденсатных залежей за счет применения методики выбора объекта-аналога (часть 2) // Экспозиция Нефть Газ. – 2023. – № 1. – С. 66–69. DOI: 10.24412/2076-6785-2023-1-66-69.
7. Карсаков А.В. Методика подбора месторождений-аналогов // Сборник тезисов XIV, XV конференций молодых специалистов АО «ТомскНИПИнефть». – Томск : ТомскНИПИнефть, 2022. – С. 11–15.
8. Мигманов Р.Р., Зиязев Р.Р., Галиуллин М.М. Автоматизированный алгоритм подбора объекта-аналога на основе теории нечетких множеств // Экспозиция Нефть Газ. – 2022. – № 7. – С. 15–19. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-7-15-19.
9. Закиров А.Р., Кирьянов Е.Л., Буханов Н.В., Белозеров Б.В., Кульневич А.Д., Чугунов Р.А., Сливкин С.С. Когнитивные технологии исследования информационных массивов для восстановления неявных знаний и данных // Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 12. – С. 76–78.
10. Грищенко М.А., Николайчук О.А., Павлов А.И., Юрин А.Ю. Инструментальное средство создания производственных экспертных систем на основе MDA // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – № 2 (14). – С. 144–151.
11. 5 преимуществ low-code подхода к аналитике [Электронный ресурс] / Loginom Company. – 13.09.2021. – Режим доступа: <https://loginom.ru/blog/benefits-low-code-platforms> (дата обращения: 13.08.2024).
12. Прозорова Г.В., Скочина П.С., Саранчин С.Н., Чингалаев М.А. Разработка адаптируемых программных инструментов для задач поиска объектов-аналогов в концепции NO-CODE // Геоинформатика. – 2024. – № 1. – С. 35–41. DOI: 10.47148/1609-364X-2024-1-35-41.
13. Густов С.В., Воробьев Н.Ю., Пахомов С.Н., Царьков Г.Ю., Панарин М.В. Технологии искусственного интеллекта для повышения эффективности эксплуатации сетей газораспределения и газопотребления // Газовая промышленность. – 2019. – Спецвыпуск № 3 (789). – С. 12–17.
14. Никулин И.И. Нейросетевые технологии обработки больших геологических данных [Электронный ресурс] / Loginom Company. – 15.02.2021. – Режим доступа: <https://loginom.ru/blog/ld2020-nikulini> (дата обращения: 13.08.2024).
15. Российский федеральный геологический фонд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rfgf.ru/> (дата обращения: 20.04.2024).

## References

1. Archegov V.B. Geologiya nefi i gaza: uchebnoe posobie [geology of oil and gas: a textbook]. St. Petersburg: Natsional'nyi mineral'no-syr'evoi universitet «Gornyi»; 2014. 115 p.
2. Nikonov N.I. Ratsional'nyi kompleks poiskovo-razvedochnykh rabot na nef' i gaz: kurs leksii [Rational complex of oil and gas exploration works: lecture course]. Ukhta: UGTU; 2006. 311 p.

3. Prozorova G.V., Turenko S.K., Shpil'man A.V. Ispol'zovanie geoinformatsionnykh tekhnologii dlya podderzhki prinyatiya reshenii na razlichnykh etapakh geologo-razvedochnykh rabot [Using geoinformation technologies to support decision-making at various stages of geological exploration]. In: Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii: tezisy XXIV Baikal'skoi Vserossiiskoi konferentsii (Irkutsk, 28 June – 8 July 2019). Irkutsk: ISEHM SO RAN; 2019. p. 65.
4. Podnebesnykh A.V., Khafizov A.R. Technique express estimation of analogue object for hydrocarbon reserves on the basis of their geological signs. *Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*. 2019;(3):9–18. DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-3-9-18.
5. Glukhikh I.N., Nikiforov D.V. Decision making for modeling of oil and gas fields by using case based reasoning. *Tyumen State University Herald. Physical and mathematical modeling. Oil, gas, energy*. 2019;5(3):147–163.
6. Abdрахmanova E.K., Islamov R.R., Kuznetsov A.M., Nigmatullin F.N., Antakov I.S., Kuzin I.G., Gilayev G.G. Improving the efficiency of development new oil and gas condensate reservoirs using a method for selecting an analogue (part 2). *Exposition Oil Gas*. 2023;(1):66–69. DOI: 10.24412/2076-6785-2023-1-66-69.
7. Karsakov A.V. Metodika podbora mestorozhdenii-analogov [Methodology for selecting analogous deposits]. In: Sbornik tezisev XIV, XV konferentsii molodykh spetsialistov AO «TomsKNIPneft'». Tomsk: TomsKNIPneft'; 2022. pp. 11–15.
8. Migmanov R.R., Ziayev R.R., Galiullin M.M. Automated algorithm for selecting an analogue object based on the theory of fuzzy sets. *Exposition Oil Gas*. 2022;(7):15–19. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-7-15-19.
9. Zakirov A.R., Kiryanov E.L., Bukhanov N.V., Belozero B.V., Kulnevich A.D., Chugunov R.A., Slivkin S.S. Cognitive approach for hidden knowledge extraction from corporate information dataframes. *Oil Industry*. 2018;(12):76–78.
10. Grishenko M.A., Nikolaychuk O.A., Pavlov A.I., Yurin A.Yu. Software tool for development of rule-based expert systems on the basis of MDA. *Educational resources and technologies*. 2016;(2):144–151.
11. 5 preimushchestv low-code podkhoda k analitike [5 benefits of a low-code approach to analytics]. 13.09.2021. Available at: <https://loginom.ru/blog/benefits-low-code-platforms> (accessed 13.08.2024).
12. Prozorova G.V., Skochina P.S., Saranchin S.N., Chingalaev M.A. Adaptable software tools for searching objects-analogues tasks in NO-CODE concept. *Geoinformatika*. 2024;(1):35–41. DOI: 10.47148/1609-364X-2024-1-35-41.
13. Gustov S.V., Vorobyev N.Yu., Pakhomov S.N., Tsarkov G.Yu., Panarin M.V. Artificial intelligence technologies used for improving the efficiency of gas distribution and consumption networks. *Gazovaya promyshlennost'*. 2019;(S3):12–17.
14. Nikulin I.I. Neurosetevye tekhnologii obrabotki bol'shikh geologicheskikh dannykh [Neural network technologies for processing large geological data]. 15.02.2021. Available at: <https://loginom.ru/blog/ld2020-nikulin> (accessed 13.08.2024).
15. Rossiiskii federal'nyi geologicheskii fond [Russian Federal Geological Fund]. Available at: <https://rfgf.ru/> (accessed 20.04.2024).

Статья поступила в редакцию 25.07.2024 г., одобрена после рецензирования 31.08.2024 г., принята к публикации 13.09.2024 г.  
The article was submitted 25.07.2024; approved after reviewing 31.08.2024; accepted for publication 13.09.2024.

### Информация об авторах

#### Прозорова Галина Владимировна

Кандидат педагогических наук, доцент,  
доцент кафедры Интеллектуальных систем и технологий  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»  
625003 Тюмень, ул. Володарского, д. 38  
e-mail: prozorovagv@tyuiu.ru  
ORCID: 0000-0002-1080-8826  
Scopus Author ID: 57192106444  
AuthorID: 720104

#### Клинг Елизавета Евгеньевна

Студент  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»  
625003 Тюмень, ул. Володарского, д. 38  
e-mail: kling2002@mail.ru

### Information about authors

#### Galina V. Prozorova

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor  
Associate Professor of the Department of Intelligent Systems  
and Technologies  
Industrial University of Tyumen  
38, Volodarsky str., Tyumen, 625003, Russia  
e-mail: prozorovagv@tyuiu.ru  
ORCID: 0000-0002-1080-8826  
Scopus Author ID: 57192106444  
AuthorID: 720104

#### Elizaveta E. Kling

Student  
Industrial University of Tyumen  
38, Volodarsky str., Tyumen, 625003, Russia  
e-mail: kling2002@mail.ru