

Геоинформатика. 2024. № 1. С. 35–41.
Geoinformatika. 2024;(1):35–41.

Геоинформационные системы

Научная статья

УДК 004.9

<https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-1-35-41>

Разработка адаптируемых программных инструментов для задач поиска объектов-аналогов в концепции NO-CODE

© 2024 г. — Галина Владимировна Прозорова^{1, а)}, Полина Сергеевна Скочина^{1, б)}, Сергей Николаевич Саранчин^{2, в)}, Михаил Андреевич Чингалаев^{2, д)}

¹ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»; Россия, г. Тюмень

²ООО «Экспертнефтегаз»; Россия, г. Тюмень

^{а)}prozorovagv@tyuiu.ru, ^{б)}ipolina45@gmail.com, ^{в)}saranchinsn@expng.ru, ^{д)}chingalaevma@expng.ru

Аннотация: Работа посвящена проблеме методического и программного обеспечения поиска объектов-аналогов, выполняемого при решении задач моделирования и проектирования разработки месторождений нефти и газа. В статье показано, что единой общепринятой методики поиска аналогов не имеется, существующие методики отличаются применяемыми критериями сходства и алгоритмами поиска и должны адаптироваться к конкретным условиям поиска. При непостоянстве методик компьютерные программы для поиска аналогов создаются на низком уровне абстракции, для ограниченного круга задач, имеющиеся разработки интегрированы с корпоративными базами данных и в целом не решают проблемы обеспечения аналитиков программными инструментами. В качестве варианта создания программ для поиска аналогов предлагается разработка в концепции «no-code» (без программирования) на базе аналитических платформ. «No-code»-подход позволит аналитикам без привлечения программистов создавать программные инструменты, реализуя собственные вариативные методики подбора аналогов. В статье представлен разработанный авторами алгоритм экспресс-анализа данных на начальном этапе поиска аналогов и реализующий его программный инструмент, созданный «no-code» на базе российской аналитической платформы Loginom.

Ключевые слова: поиск аналогов, месторождения нефти и газа, программное обеспечение, разработка «no-code»

Для цитирования: 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. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-1-35-41>.

Geoinformation system

Original article

Adaptable software tools for searching objects-analogues tasks in NO-CODE concept

© 2024 — Galina V. Prozorova^{1, а)}, Polina S. Skochina^{1, б)}, Sergey N. Saranchin^{2, в)}, Mikhail A. Chingalaev^{2, д)}

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Industrial University of Tyumen"; Tyumen, Russia

²LLC "Expertneftegaz"; Tyumen, Russia

^{а)}prozorovagv@tyuiu.ru, ^{б)}ipolina45@gmail.com, ^{в)}saranchinsn@expng.ru, ^{д)}chingalaevma@expng.ru

Abstract: The paper is devoted to the problem of methodological and software support for the search of object analogues, performed when solving the problems of modelling and designing the development of oil and gas fields. The article shows that there is no single generally accepted methodology for searching analogues, existing methodologies differ in applied similarity criteria and search algorithms, are adapted to the search conditions, and are modernised. With the inconsistency of methods computer programs for searching analogues are created at a low level of abstraction, for a limited range of tasks, the existing developments are integrated with corporate databases and in general do not solve the problem of providing analysts with pro-software tools. As a solution we propose the development of programs for searching analogues in the concept of "no-code" (without programming) on the basis of analytical platforms. The "no-code" approach will allow analysts without involving programmers to create software tools for searching analogues, implementing their own variant methods. The article presents the authors' algorithm for express analysis of data at the initial stage of analogue search and the software tool that implements it, created "no code" on the basis of the Russian analytical platform Loginom.

Key words: search for analogues, oil and gas fields, software, development of "no-code"

For citation: 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. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-1-35-41>. In Russ.

Введение

На начальных этапах изучения и проектирования разработки месторождений нефти и газа при недостатке данных об исследуемом объекте применяют метод аналогий. Аналогией называют сходство объектов (залежей, пластов, месторождений) по ряду параметров: геологическому строению, геолого-геофизическим характеристикам, свойствам флюидов, системам размещения скважин, системам разработки и т.д. Считают, что объекты, сходные по нескольким параметрам, имеют близкие значения также и по другим параметрам, а одинаковые системы разработки, реализованные в сходных геолого-геофизических условиях, приведут к близким технологическим показателям. Исходя из этого, недостающие данные о моделируемом объекте получают путем заимствования данных объекта-аналога и результаты разработки объекта прогнозируют на основе анализа показателей разработки аналогов. Типовые задачи, в которых применяется метод аналогий: оценка неизученных характеристик объекта, экспресс-прогноз показателей разработки, выбор стратегии разработки, методов интенсификации добычи и т.д.

Поиск аналогов представляет собой процесс анализа и систематизации большого объема данных о геолого-геофизических свойствах и технологических показателях разработки месторождений. В качестве источников информации для поиска используют корпоративные базы данных, отчеты, проектные документы, публикации, тематические обзоры и т.д. Неавтоматизированный поиск в различных структурированных и неструктурированных хранилищах данных является весьма трудоемким и низкопродуктивным. В связи с этим актуальна задача разработки методик и компьютерных программ для эффективного поиска аналогов.

Методические и программные решения для задач поиска аналогов

Вопросы методического обеспечения поиска аналогов изучались еще в 70-х годах прошлого века. Были выделены основные классификационные признаки, определяющие тип природного резервуара, его фильтрационно-емкостные свойства и структуру порового пространства и разработаны таблицы сопоставления признаков, позволяющие подбирать месторождения-аналоги по геолого-геофизическим свойствам. Разработка таблиц сопоставления признаков также представлена в работе А.В. Поднебесных, А.Р. Хафизова (2019 г.). При решении задачи определения стратегии разработки авторы ранжируют классификационные признаки месторождений по трем классам. Первый класс — признак группы пород: породы-коллектора одного типа. Ко второму классу относятся признаки типа коллектора и обстановки осадконакопления, к третьему — все остальные [7].

В работах И.О. Орловой и др. (2014 г.) при подборе аналогов в задаче выбора эффективных стратегий разработки признаки сходства месторождений объединены в три группы: структурно-геологические особенности (12 признаков), свойства продуктивных пластов (7 признаков), свойства пластовых флюидов (11 признаков). Каждый признак, как качественный, так и количественный, разбивают на малые диапазоны, которым присваивается условный индекс. Таким образом, все признаки переводят в безразмерный числовой формат. Далее рассчитывают коэффициенты корреляции между парами месторождений по всему комплексу признаков. На основе полученных коэффициентов корреляции выполняют кластерный анализ методом построения дендрограммы. Месторождения, попавшие в один кластер с целевым объектом, считают аналогами. Предлагаемая методика реализована в программном продукте и опробована на месторождениях ООО «Роснефть–Краснодарнефтегаз» [6].

Глухих И.Н. (2019 г.) для поиска аналогов месторождений нефти и газа предлагает концепцию на основе вывода по прецедентам (case based reasoning (CBR)). Автором разработано представление о месторождении как о прецеденте, включающее набор параметров, служащих признаками классификации. Параметры объединены в группы: свойства породы (пористость, проницаемость, песчаность, общая и эффективная мощность, количество исследований керна и ГИС), геологические свойства (тип коллектора, геологический возраст, обстановка осадконакопления, продуктивная мощность, наличие данных сейсморазведки и др.), географические характеристики (принадлежность к региону, расстояние между объектами по латерали), инженерно-технические свойства (глубина залегания, начальное пластовое давление и температура, начальные запасы, плотность сетки скважин и т.д.), свойства флюидов (вязкость нефти, наличие глубинных проб отбора, минерализация пластовой воды и др.). В работе рассмотрены два варианта поиска месторождений-кандидатов в аналогии:

- ранжирование базы прецедентов по качественным характеристикам с последующим ранжированием прецедентов по количественным характеристикам;
- создание определенных классов внутри базы прецедентов, выбор класса прецедентов с помощью дерева решений и ранжирование прецедентов внутри выбранного класса по количественным характеристикам.

Авторы предлагают применять разработанный подход в задачах моделирования и проектирования разработки месторождений нефти и газа. Информации о программной реализации и о практической апробации разработанного алгоритма в работе не приводится [2].

В работе Абдрахмановой Э.К. и др. (2022 г.) задача подбора аналогов решалась для поиска недостающих данных для случая нефтегазоконденсатных залежей. В алгоритме выполняется фильтрация по качественным критериям сходства (тип породы, тип ловушки, обстановка осадконакопления и т.п.). По количественным критериям по каждому кандидату в аналоги рассчитывается мера сходства как взвешенная сумма разностей значений критериев у кандидата и у целевого объекта, далее выполняется ранжирование кандидатов по значению меры сходства. Расчет меры сходства автоматизирован с применением программы RExLab, поддерживающей пользовательские скрипты на языке Python. Разработанный программный инструмент внедрен в модуль корпоративного программного комплекса «РН КИН» (ПАО «НК «Роснефть») [1].

А.В. Карсаковым (2022 г.) представлен алгоритм подбора аналогов в задачах проектирования разработки месторождений. Алгоритм реализуется в два этапа. На первом этапе выполняют отбор по качественным геологическим параметрам (тип породы, геологический возраст, тип залежи, тип коллектора, тип объекта по фазовому состоянию флюида). Для отбора применен метод извлечения прецедентов на основе дерева решений. На втором этапе вычисляют меру сходства объектов по количественным параметрам, как взвешенную сумму модулей разности значений у целевого объекта и у кандидата. Для каждого типа флюида составлен свой ряд количественных геолого-физических параметров объектов и физико-химических параметров флюида, например, для нефти принято пятнадцать параметров. Весовые коэффициенты для расчета меры сходства определялись на основе уравнения Дюпюи, описывающего приток жидкости к скважине. Алгоритм реализован в компьютерной программе и опробован с использованием данных более пятидесяти месторождений АО «ТомскНИПИнефть» [3].

В работе Мигманова Р.Р. и др. (2022 г.) представлен алгоритм и программный инструмент для подбора аналогов при решении ряда задач: составления проектно-технического документа, выбора третичного метода воздействия, оптимизации системы разработки в рамках опытно-промышленных работ, гидродинамического моделирования, подготовки инвестиционного меморандума. Алгоритм поддерживает учет более 90 параметров, включающих геологические и геофизические свойства, данные разработки, подсчета запасов, испытания скважин и технологические характеристики. Набор используемых критериев сходства и весовые коэффициенты для каждого критерия определяются опционально в зависимости от решаемой задачи. Алгоритм поиска включает два этапа. На первом этапе выполняется фильтрация по качественным критериям (нефтегазоносная провинция, тип ловушки, стратиграфическая принадлежность и т.д.), отбираются кандидаты в аналоги со значениями

параметров, равными значению параметров целевого объекта. На втором этапе по количественным параметрам (пористость, проницаемость, расчлененность пласта, начальное пластовое давление и т.д.) с использованием теории нечетких множеств рассчитывается функция схожести целевого объекта. Разработка испытана на данных ряда месторождений ООО «РН-Уватнефтегаз» [5].

Проведенный анализ не охватывает все работы, посвященные поиску аналогов, но позволяет сделать некоторые выводы о имеющихся методиках и программном обеспечении. Единой методики поиска аналогов не имеется, в зависимости от цели поиска применяют различные наборы критериев сходства и определяют различную значимость критериев. В качестве критериев сходства используют географическое положение месторождений, структурно-геологические характеристики объектов, петрофизические свойства коллектора, свойства флюидов, свойства пластовой системы, параметры разработки. В алгоритмах поиска обобщенно выделяются несколько этапов. На первом этапе по наиболее значимым критериям отбирают объекты-кандидаты со значениями критериев, равными значениям у целевого объекта. На этом этапе используют преимущественно качественные критерии: географическое положение, тип коллектора, тип флюида, тип ловушки и т.д. На втором этапе поиск проводят среди отобранных объектов-кандидатов по остальным, преимущественно количественным, критериям. Для поиска по количественным критериям применяют два варианта: расчет меры сходства или кластеризацию. Далее выполняют ранжирование кандидатов, отобранных на втором этапе, и выбор наиболее близких аналогов.

Компьютерные программы для поиска аналогов представлены разработками, интегрированными с корпоративными базами данных и не предназначенными для тиражирования, реализующими отдельные задачи поиска по заданным критериям и алгоритмам. Имеющиеся программы в целом не решают задачу обеспечения аналитиков программными инструментами для поиска аналогов.

При отсутствии единых общепринятых методик программы создаются на низком уровне абстракции, и выделение ресурсов для их разработки часто нецелесообразно, особенно для небольших компаний. Специалистам-аналитикам требуются программные средства, позволяющие без привлечения программистов реализовать собственные алгоритмы поиска аналогов. На практике широко применяют MS-Excel, но он имеет ограниченные функции анализа и не позволяет создавать высокоуровневые пользовательские инструменты. Альтернативой MS-Excel могут быть системы аналитики и анализа данных, в большом количестве появившиеся в последнее десятилетие, реализующие как функции статистического анализа, так и Data Mining. Системы анализа данных поставляются как в виде

настоющих приложений, так в виде и интернет-ресурсов, для персонального и корпоративного использования по разным видам лицензии, в том числе бесплатным [11]. Среди систем этого класса для практического применения в российских компаниях наиболее интересны отечественные продукты, реализующие кроме анализа данных также концепцию «no-code»-разработки пользовательских программных инструментов.

Концепция разработки программного обеспечения no-code

Термин «no-code» (без программирования) был введен аналитической компанией Forrester Research в 2014 году [9]. Термин охватывает направления разработки программного обеспечения, которые сводят к минимуму ручное программирование. Технологической основой разработки «low code» является модельно-ориентированный подход (Model Driven Development — MDD), означающий вынесение бизнес-логики из программного кода в высокоуровневые спецификации (метаданные, управляющие и прикладные модели) и задание способов их трансформации в поддерживаемые технологии программирования. «No-code» платформы позволяют без программирования с помощью визуальных конструкторов «собирать» тематические приложения с заданной функциональностью, но с произвольным информационным наполнением [4].

При разработке «no-code» необходимая функциональность и архитектура программного продукта декларативно описываются в моделях. Создание и улучшение моделей доступно аналитику без привлечения программиста, что позволяет опробовать несколько алгоритмов поиска аналогов, выбирая лучший для определенного типа задач поиска. После выбора лучшего варианта возможна разработка программы с привлечением программистов. При этом возможно предусмотреть вариативность условий и алгоритмов поиска, что позволит повысить уровень абстракции разработки и возможности ее тиражирования.

Разработка программного инструмента для начального этапа поиска аналогов на базе аналитической платформы Loginom

В работе авторами использована российская аналитическая платформа Loginom [10]. Loginom имеет широкий набор функций анализа данных, в том числе Data Mining, интуитивно понятен в освоении, предоставляет возможность в графическом интерфейсе объединять отдельные функции в сценарии решения задач, сохранять сценарии в репозитории для дальнейшего использования. Таким образом, аналитики без программирования могут создавать собственные вариативные программные инструменты для поиска аналогов.

С целью опробования предложенного подхода решалась модельная задача с использованием общедоступных данных — задача экспресс-анализа данных на начальном этапе поиска аналогов. Исходные данные для анализа представляли собой формы статистической отчетности 6-гр в формате таблицы MS-Excel [8]. Для анализа взяты данные по более чем 33000 объектов (рис. 1). Приняты признаки сходства объектов:

- качественные: близость географического положения (субъект федерации), тип коллектора (терригенный, карбонатный), тип флюида (нефть), наименование пласта;
- количественные: пористость, проницаемость, нефтенасыщенность, плотность и вязкость нефти, общая и эффективная нефтенасыщенная толщина.

Реализован следующий 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. Ниже продемонстрированы этапы реализации алгоритма в программе Loginom.

Рис. 1. Таблица с данными для анализа

Fig. 1. Table with data for analysis

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Запасы нефти по месторождениям на 1 января 2021 г.								
2									
3	тыс. т								
4	Номер	Федеральный округ	Субъект федерации	Ведомственная принадлежность		Степень освоения	Разрабатываемость горизонтов	Месторождение	ла
5				Фонд недр	Предприятие				
6									
7									
8									
9									
10									
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1	Северо-Западный	Ненецкий АО			Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК	
13	1	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК	
14	1	Северо-Западный	Ненецкий АО	Нераспределенный фонд	Департамент по недропользованию	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК	
15	1	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК	
16	1	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК	
17	1	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК	
18	1	Северо-Западный	Ненецкий АО	Распределенный фонд	АО "Арктикнефть" (ЗАО "Арктикнефть")	Разрабатываемые		Песчаноозерское - НГК	

1. Фильтрация по качественным признакам: выбор объектов со значениями признаков, равным значениям у целевого месторождения (рис. 2).

2. Кластеризация по количественным признакам; использованы алгоритмы g-means, сети Кохонена (рис. 3).

3. Выбор объектов-аналогов, попавших в кластер с целевым, расчет меры сходства, ранжирование по значению меры сходства. Мера сходства рассчитывалась по семи количественным признакам по метрике эвклидова расстояния. Более близкими аналогами признаются объекты с наименьшим значением меры сходства.

Перечисленные операции анализа, блок загрузки исходных данных и блок сохранения результатов соединены в единый сценарий (рис. 4). Таким образом, путем визуального конструирования создан пользовательский программный инструмент для экспресс-поиска аналогов в таблицах формы статистической отчетности 6-гр. Использование инструмента требует участия специалиста в трех операциях (на рисунке выделены желтым цветом), которые выполняются в простом графическом интерфейсе:

1) в блоке загрузки указать имя и папку хранения таблицы с исходными данными; 2) в блоке фильтрации ввести данные целевого месторождения по субъекту федерации, типу коллектора, типа флюида, названию пласта; 3) в блоке выгрузки указать имя файла и папку для хранения результатов. Остальные операции выполняются без участия специалиста.

С использованием разработанного программного инструмента выполнен поиск аналогов для пятнадцати целевых объектов. При сравнении полученных результатов с результатами поиска, проведенного экспертами с использованием MS-Excel, совпадение составило более 80%. Время поиска с применением разработанного инструмента составило около минуты, включая время взаимодействия специалиста с программой, что существенно быстрее, чем поиск с использованием MS-Excel.

Заключение

Использование аналитических платформ в задачах поиска аналогов предоставляет специалистам возможность применять современные методы анализа данных, в том числе Data Mining. Современный тренд в «no-code»-разработке программного обе-

Рис. 2. Фильтрация по качественным признакам

Fig. 2. Filtering by qualitative attributes

Рис. 3. Настройка кластеризации по количественным признакам

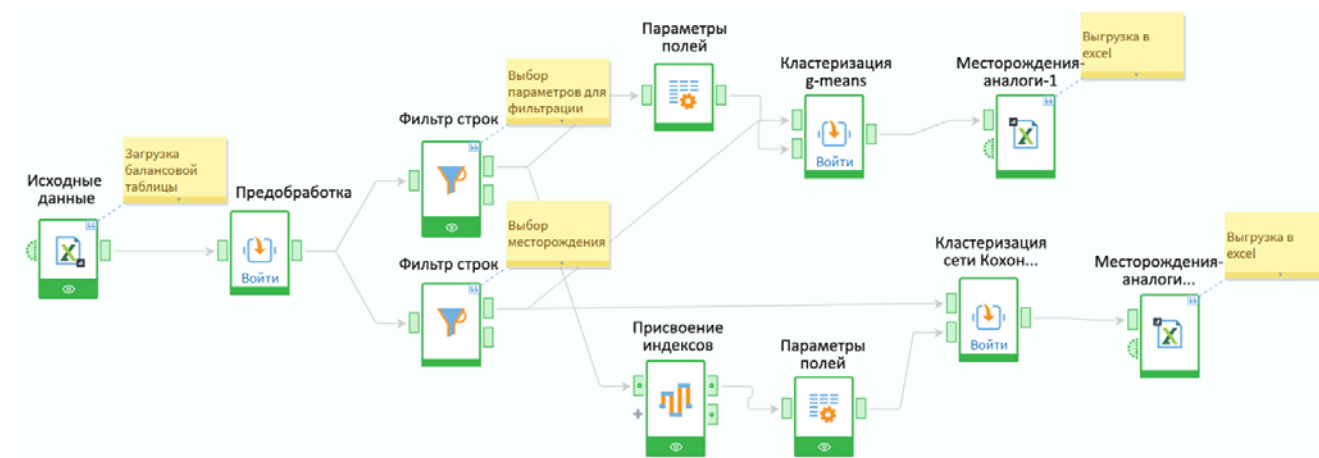
Fig. 3. Setting up clustering by quantitative attributes

Настройка входных столбцов

Метка	Имя	Вид данных	Назначение
9.0 Открытая пористость	otkrytaya_porist	Непрерывн...	Используемое
9.0 Нефтенасыщенность	neftenas	Непрерывн...	Используемое
9.0 Проницаемость	pronits	Непрерывн...	Используемое
9.0 Вязкость	vyazkost	Непрерывн...	Используемое
9.0 Плотность	plotn	Непрерывн...	Используемое
ab Насыщение флюидом	nasyshchenie_flyuidom	Дискретный	Не задано
ab Субъект федерации	Subyekt_federatsii	Дискретный	Не задано
ab Коллектор	Kollektor	Дискретный	Не задано

Рис. 4. Сценарий поиска аналогов в Loginom

Fig. 4. Scenario of analogue search in Loginom



спечения позволяет сформировать новый подход к созданию, апробации и обновлению методик и компьютерных программ для подбора аналогов месторождений нефти и газа, а визуальное конструирование позволяет создавать и опробовать собственные инструменты поиска без привлечения программистов.

При отсутствии единых методик поиска аналогов «no-code»-разработка на базе аналитических платформ является более эффективным вариантом программного обеспечения, чем практикуемое в настоящее время использование MS-Excel и написание программного кода.

Список источников

1. 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 (94). – С. 66–69. – DOI: 10.24412/2076-6785-2023-1-66-69.
2. Глухих И.Н., Никифоров Д.В. Принятие решений на основе вывода по прецедентам в моделировании месторождений нефти и газа // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 147–163.
3. Карсаков А.В. Методика подбора месторождений-аналогов // Сборник тезисов XIV, XV конференций молодых специалистов АО «ТомскНИПИнефть» (Томск, 2–4 марта 2021 г.). – Томск: ТомскНИПИнефть, 2022. – С. 11–15.
4. Коробко А.В., Шефтель К.С. Модельно-ориентированный подход к формированию оперативных печатных отчетов // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 4 (28). – С. 181–189. – DOI:10.38028/ESI.2022.28.4.014.
5. Мигманов Р.Р., Уязев Р.Р., Галиуллин М.М. Автоматизированный алгоритм подбора объекта-аналога на основе теории нечетких множеств // Экспозиция Нефть Газ. – 2022. – № 7 (92). – С. 15–19. – DOI: 10.24412/2076-6785-2022-7-15-19.
6. Орлова И.О., Захарченко Е.И., Скиба Н.К., Захарченко Ю.И. Методический подход к классификации месторождений и поиску месторождений-аналогов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2014. – № 12. – С. 16–18.
7. 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.
8. Российский федеральный геологический фонд [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rfgf.ru/> (дата обращения: 17.01.2024).
9. Cabot J. Positioning of the low-code movement within the field of model-driven engineering // MODELS '20: Proceedings of the 23rd ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems: Companion Proceedings (October 18–23, 2020, Virtual Event). – 2020. – Art. № 76. – 3 pp. DOI: 10.1145/3417990.3420210.
10. Loginom: low-code платформа для реализации аналитических процессов [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://loginom.ru/> (дата обращения: 17.01.2024).
11. Soware. Системы анализа данных (САД) [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://soware.ru/categories/data-analysis-systems> (дата обращения 17.01.2024).

References

1. Abdrakhmanova 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.

2. 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.
3. Karsakov A.V. Metodika podbora mestorozhdenii-analogov (Methodology for selecting analog deposits). In: Sbornik tezisev XIV, XV konferentsii molodykh spetsialistov AO «TomsKNIPIneft'» (Tomsk, 2–4 March 2021). Tomsk: TomsKNIPIneft'; 2022. pp. 11–15.
4. Korobko A.V., Sheftel K.S. Model-driven approach to generating operational printed reports. *Information and mathematical technologies in science and management*. 2022;(4):181–189. DOI:10.38028/ESI.2022.28.4.014.
5. Migmanov R.R., Ziazev R.R., Galiullin M.M. Automated algorithm for selecting an analogue object based on the theory of fuzzy sets. *Exposition Oil Gas*. 2022;(7):5–19. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-7-15-19.
6. Orlova I.O., Zakharchenko E.I., Skiba N.K., Zakharchenko Yu.I. Methodical approach to fields classification and fields-analogues prospecting. *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*. 2014;(12):16–18.
7. 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.
8. Rossiiskii federal'nyi geologicheskii fond [Russian Federal Geological Foundation]. Available at: <https://rfgf.ru/> (accessed 17.01.2024).
9. Cabot J. Positioning of the low-code movement within the field of model-driven engineering. In: MODELS '20: Proceedings of the 23rd ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems: Companion Proceedings (October 18–23, 2020, Virtual Event). 2020. Art. № 76. 3 pp. DOI: 10.1145/3417990.3420210.
10. Loginom: low-code platform. Available at: <https://loginom.com/> (accessed 17.01.2024).
11. Soware. Sistemy analiza dannykh (SAD) [Data Analysis Systems]. Available at: <https://soware.ru/categories/data-analysis-systems> (accessed 17.01.2024).

Статья поступила в редакцию 21.11.2023, одобрена после рецензирования 28.12.2023, принята к публикации 10.01.2024.
The article was submitted 21.11.2023; approved after reviewing 28.12.2023; accepted for publication 10.01.2024.

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

Скочина Полина Сергеевна

Магистрант
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»
625003 Тюмень, ул. Володарского, д. 38
e-mail: ipolina45@gmail.com

Саранчин Сергей Николаевич

Заместитель генерального директора
ООО «Экспертнефтегаз»
625007 Тюмень, ул. Мельникайте, д. 116, к.1
e-mail: saranchinsn@expng.ru

Чингалаев Михаил Андреевич

Ведущий инженер
ООО «Экспертнефтегаз»
625007 Тюмень, ул. Мельникайте, д. 116, к.1
e-mail: chingalaevma@expng.ru

Information about authors

Galina V. Prozorova

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Associate Professor of the Department of Intelligent Systems and
Technologies
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
"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

Polina S. Skochina

Master's degree student
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
"Industrial University of Tyumen"
38, Volodarsky str., Tyumen, 625003, Russia
e-mail: ipolina45@gmail.com

Sergey N. Saranchin

Deputy General Director
LLC "Expertneftegaz"
116, building 1, Melnikaite str., Tyumen, 625007, Russia
e-mail: saranchinsn@expng.ru

Mikhail A. Chingalaev

Lead Engineer
LLC "Expertneftegaz"
116, building 1, Melnikaite str., Tyumen, 625007, Russia
e-mail: chingalaevma@expng.ru