



**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СНИЖЕНИЮ РИСКОВ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ
INTEGRATED APPROACH TO REDUCING THE RISKS OF GEOLOGICAL
EXPLORATION BASED ON GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL AND
MATHEMATICAL ANALYSIS**

Игликов Эдуард Илшатович, геолог, геологический отдел,
НГДУ «Нижнесортымскнефть», ПАО «Сургутнефтегаз»

Iglikov Eduard Ilshatovich, Geologist, Geological Department,
«Nizhnesortymskneft» Oil and Gas Production Department,
«Surgutneftegas» PJSC, e-mail: iglikov-edik@mail.ru

Аннотация

В статье рассмотрена актуальная проблема снижения рисков при проведении геологоразведочных работ. С целью снижения геологической неопределенности предложено использование математического анализа в качестве дополнения к геолого-геофизическому анализу. В программе PyCharm решены задачи классификации и прогнозирования. Разработана интегрированная карта нефтенасыщенных толщин. Выделены перспективные

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

участки в среднеюрских отложениях тюменской свиты для проведения геологоразведочных с целью укрепления минерально-сырьевой базы.

Annotation

The article deals with the actual problem of risk reduction in the course of geological exploration. In order to reduce geological uncertainty, it is proposed to use mathematical analysis as an addition to geological and geophysical analysis. The PyCharm program solves the problems of classification and prediction. An integrated map of oil-saturated thicknesses has been developed. Promising areas have been identified in the Middle Jurassic deposits of the Tyumen Formation for exploration in order to strengthen the mineral resource base.

Ключевые слова: нефть, геологоразведка, искусственный интеллект, машинное обучение, риски, тюменская свита, карта нефтенасыщенных толщин.

Keywords: oil, exploration, artificial intelligence, machine learning, risks, Tyumen formation, map of oil-saturated thicknesses.

На сегодняшний день на территории Российской Федерации наблюдается снижение темпов прироста запасов от роста добычи нефти. Это приводит к сокращению воспроизводства сырьевой базы («простоям» запасов). Норма прироста запасов для устойчивого развития топливно-энергетического комплекса должна быть около 200%. На крупных нефтяных месторождениях Западной Сибири наблюдается снижение дебита скважин и рост обводненности продукции, что увеличивает удельные экономические затраты на добычу 1 тонны нефти. Ухудшается структура запасов на вновь вводимых в разработку месторождениях. Увеличивается доля трудноизвлекаемых запасов нефти. Значительная часть трудноизвлекаемых запасов нефти, представляющих интерес для нефтегазовых компаний в Западной Сибири, связана с юрскими отложениями тюменской свиты. Особый интерес с целью укрепления ресурсной базы представляют запасы пласта ЮС2/1. Из практики проведения геологоразведочных работ известно,

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

что бурение поисково-разведочных скважин всегда сопровождается, помимо неопределенности в отношении ожидаемого прироста запасов, геологическим риском. Одной из проблем прогнозирования зон с увеличенными толщинами и высокими фильтрационно-емкостными свойствами на территории Фроловской мегавпадины является невысокая подтверждаемость прогнозов по сейсмическим данным. Недостаточная изученность геологического строения перспективных для разработки зон пласта увеличивает риски и замедляет процесс прироста запасов. В связи с этим возникает необходимость в снижении рисков при принятии решений по дополнительной разведке малоизученных перспективных районов.

Цель исследования – формирование информационной базы на основе геолого-геофизического и математического анализов пласта ЮС2/1 Юильского месторождения и Сурьеганского участка недр, снижающей риски при принятии решений по доразведке малоизученных перспективных районов.

Основными задачами исследования являются: анализ сведений по участкам недр и проведение геолого-геофизического анализа; анализ существующих технологий снижения рисков при планировании геологоразведочных работ; разработка математической модели, определение перспективных для разведки зон пласта; разработка рекомендаций по разведке на базе интегрированной карты нефтенасыщенных толщин.

Для решения поставленных задач в работе использовались методы глубокого анализа геолого-геофизических и сейсмических данных, геологического моделирования, математического моделирования с использованием программного комплекса «PyCharm». Полученные результаты показали высокую надежность и могут использоваться при планировании и проектировании геологоразведочных работ.

Вопросы снижения рисков при проведении геологоразведочных работ рассмотрены в работах отечественных и зарубежных авторов. Разработке принципов системного подхода в геологии, и в частности, геологии нефти и

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

газа, начиная с 50-х гг. XX века, посвящены исследования В.Г. Афанасьева, М.Д. Белонина, В.В. Белоусова, Л.А. Буряковского, А.Н. Дмитриевского, Н.А. Еременко, В.Ю. Забродина, А.Э. Конторовича, Ю.А. Косыгина, И.В. Круть, Н.В. Лопатина, В.Д. Наливкина, В.А. Соловьева, А.А. Трофимука и многих других. Изучением неопределенности в отечественной науке занимались Я.Д. Вишняков, Н.Н. Радаев, А.С. Шапкин, Р.М. Качалов, Н.Б. Ермасова, Е.Е. Куликова и многие другие. Результаты их исследований, дополненные методологическими разработками зарубежных ученых, составляют современное традиционное понимание неопределенности и рисков.

В работе К. С. Григорьева «Формирование стратегии доразведки залежи на основе метода «ценности информации (VoI)»» авторами выполнена модификация метода VoI (Value of Information). На основе модифицированного метода VoI сформирован «динамический» (т.е. меняющийся в зависимости от порядка бурения разведочных скважин) рейтинг районов для доразведки, что способствовало максимальному снятию остаточных неопределенностей [1, с. 61].

В работе Полякова А. А. «Системный подход к анализу и снижению риска при поисках и разведке месторождений нефти и газа» предложено ранжирование объектов поисково-разведочных работ с использованием кроссплота, где каждая из площадей бурения характеризуется двумя величинами - вероятностью геологической успешности и ожидаемым приростом запасов [2, с. 3].

В публикации Байбарова Д. А. «Оценка продуктивности и экономической эффективности технологий искусственного интеллекта для автоматизации процессов разведки и добычи нефти и газа» показаны эффективные примеры применения технологий искусственного интеллекта для автоматизации процессов разведки и добычи нефти и газа [3, с. 100].

Проведенный литературный обзор и патентная проработка показали недостаточную изученность вопроса применения математического анализа

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

при планировании геологоразведочных работ. Несмотря на то, что полностью устранить риск с использованием существующих технологий проведения геологоразведочных работ невозможно, но можно снизить его путем: системного подхода к снижению неопределенности и риска, мониторинга прогнозной модели и геологического риска с использованием математического анализа, ранжирования территории исследований по степени приоритетности бурения поисково-разведочных скважин.

В работе проанализирована геолого-геофизическая характеристика пласта ЮС2/1 Юильского месторождения и Сурьеганского участка недр, текущее состояние разработки, структура фонда скважин. Установлено, что исследуемая территория имеет сложное геологическое строение, перспективные зоны сильно изменчивы по площади и разрезу. Пласт ЮС2/1 сформировался на трансгрессивном этапе развития бассейна в процессе наступления моря на обширную прибрежную равнину. В целом для пласта ЮС2/1 характерны очень неоднородный фациальный состав и сложная геометрия песчаных тел, что затрудняет корреляцию проницаемых прослоев по площади. Отложения тюменской свиты на большей части территории перекрыты толщей бажена. Погрешность определения глубин до исследуемого горизонта по сейсмическим данным составляет ± 20 м, относительно данных полученных по разведочным скважинам. Все эти факторы сильно затрудняют прогноз развития перспективных объектов по сейсмическим данным и требуют детального и комплексного изучения скважинных данных с применением математического анализа.

Выделение перспективных для разведки зон представляет собой сложный процесс, основанный на обработке больших массивов данных. В связи с этим становятся актуальны вопросы повышения точности и скорости обработки данных. Невысокая степень разбуренности района, где планируется приобретение поискового участка, и отсутствие здесь надежной методологической основы для прогнозирования обременяют компании на огромные экономические риски [4, с. 100]. В работе разработана

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

математическая модель и адаптирована на примере пласта ЮС2/1 Юильского месторождения и Сурьеганского участка недр. С использованием математического анализа обнаружены закономерности в распределении коэффициентов пористости, проницаемости, нефтенасыщенности. В среде программирования «PyCharm» решены задачи классификации и прогнозирования. Рассчитаны нефтенасыщенные толщины, определены кровля и подошва продуктивного пласта. Разработана интегрированная карта нефтенасыщенных толщин с использованием сейсмических, геолого-геофизических данных и результатов математического анализа. Сформированная информационная база способна повысить точность решений на начальных этапах разработки месторождений Западно-Сибирского нефтегазоносного региона. При этом необходимо следовать основным требованиям к принципам и системам разработки месторождений [5, с. 28].

Выводы

Объект ЮС2/1 имеет сложное геологическое строение, перспективные зоны сильно изменчивы по площади и разрезу, в связи с этим требуется комплексный подход к выделению перспективных для разведки зон пласта.

Применение математического анализа в качестве дополнения к геолого-геофизическому анализу снижает риски проведения геологоразведочных работ, позволяет решать задачи классификации и прогнозирования.

Разработана математическая модель и адаптирована на примере пласта ЮС2/1 Юильского месторождения и Сурьеганского участка недр. На основе данных разведочных скважин, геолого-геофизического анализа, схем корреляции, сейсмических данных и математического анализа выделены перспективные для разведки зоны пласта ЮС2/1 Юильского месторождения и Сурьеганского участка недр.

Построена интегрированная карта нефтенасыщенных толщин. Рассчитан ожидаемый прирост запасов. С целью уточнения предполагаемых зон развития коллектора и обеспечения прироста запасов по категории С1 с

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

последующим расширением границ участков недр рекомендуются к проектированию 2 поисково-разведочные скважины.

Литература

1. Григорьев К. С. и др. Формирование стратегии доразведки залежи на основе метода «ценности информации (VoI)» //ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. – 2021. – Т. 6. – №. 3. – С. 61-70.
2. Поляков А. А. Системный подход к анализу и снижению риска при поисках и разведке месторождений нефти и газа //Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11. – №. 1. – С. 3.
3. Байбаров Д. А. Оценка продуктивности и экономической эффективности технологий искусственного интеллекта для автоматизации процессов разведки и добычи нефти и газа //XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10. – №. 3. – С. 100-105.
4. Тимошенко П. А., Шабает Ю. Н., Александрович Б. И. Критерии прогноза зон улучшенных коллекторов среднеюрских отложений Фроловской мегавпадины //Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2010. – Т. 5. – №. 3. – С. 5.
5. Богданов В. Л. и др. Проблемы и результаты разработки месторождений ОАО "Сургутнефтегаз" //Нефтяное хозяйство. – 2004. – №. 2. – С. 28-31.

Literature

1. Grigoriev, K. S. et al. Formation of reservoir supplementary exploration strategy based on "value of information (VoI)" method //PRONEFT. Professionally about oil. - 2021. - T. 6. - №. 3. - P. 61-70.
2. Polyakov A.A. System approach to analysis and risk reduction in search and exploration of oil and gas fields // Oil and Gas Geology. Theory and Practice. - 2016. - T. 11. - №. 1. - P. 3.
3. Baybarov D. A. Assessment of productivity and economic efficiency of artificial intelligence technologies for automation of oil and gas exploration and production processes //XXI century: results of the past and problems of the present plus. - 2021. - T. 10. - №. 3. -P. 100-105.

4. Timoshenko P. A., Shabaev Y. N., Alexandrovich B. I. Criteria for prediction of zones of improved reservoirs of Middle Jurassic deposits of Frolovskaya megadepression // Oil and Gas Geology. Theory and practice. - 2010. - Т. 5. - №. 3. - P. 5.
5. Bogdanov V.L. et al. Problems and results of Surgutneftegas deposits development // Oil Management. - 2004. - №. 2. - P. 28-31.

© Игликов Э. И., 2023 Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №2/2023

Для цитирования: Игликов Э. И. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СНИЖЕНИЮ РИСКОВ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ // Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №2/2023

