

**О МОДЕЛЯХ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АДЕКВАТНЫХ  
СТЕПЕНИ ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ<sup>\*1)</sup>**

**ON MODELS OF OIL FIELD DEVELOPMENT OF RELEVANT AVAILABLE  
GEOLOGICAL INFORMATION ABOUT THEM.**

**Ю.А. Волков**

(Yurij.A. Volkov)

**ООО «ЦСМРнефть»**

(The Center for Improving Oil Development Methods ltd)

**С.В. Чернов**

(S.V. Chernov)

**ООО «ТНГ-Казаньгеофизика»**

(TNG-Kazangeophysica)

На основе изучения опыта моделирования разработки нефтяных месторождений делается вывод о неудовлетворительном качестве моделей. Инструментом управления качеством геолого-петрофизических моделей, закладываемых в основу создания адекватных цифровых моделей для подсчета запасов и проектирования разработки, может стать созданная ООО «ЦСМРнефть» методика количественной оценки степени геологической изученности залежей нефти. В дополнение к аналитическому моделированию предлагается использовать информационное (кибернетическое) моделирование.

Based on the experience in the field of geological and hydrodynamic modeling of oil field development processes, it was concluded that quality of the models is unsatisfactory. The methodology of quantitative assessment of the degree of geological study of reserves was developed in The Center for Improving Oil Development Methods ltd, which could be used as a tool for management of quality of the geological and petrophysical models. In addition to the analytical and numerical modeling, it is proposed to use informational (cybernetic) modeling.

Ключевые слова: подсчёт запасов нефти, проектирование разработки нефтяных месторождений, количественная оценка геологической изученности запасов, геолого-гидродинамическое моделирование, кибернетическое моделирование.

Keywords: calculation of oil and gas reserves, design of oil fields development, quantitative assessment of geological study of reserves, geological and hydrodynamic modeling, cybernetic modeling.

---

<sup>1</sup> По докладу на Международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли», г.Альметьевск, 25-28 октября 2017 года.

*«... Главная идея – создание условий для минимального участия человека.  
Тогда ошибки станут невозможными».*

*А.М.Григорян*

Большинство высокопродуктивных объектов на площадях российских нефтяных месторождений с большой историей вступили в позднюю стадию эксплуатации, что обусловило снижение эффективности их разработки. Поэтому в последние годы в Республике Татарстан, где нет «шельфов и Арктики», особое внимание уделяется разведке и организации ввода в рентабельную эксплуатацию трудноизвлекаемых запасов [1, 2].

В связи с развитием компьютерной техники и технологий во всех сферах деятельности возрастает роль моделирования. Однако в нефтедобывающей отрасли в течение последних 10-ти лет выявилась парадоксальная закономерность: по мере создания и внедрения в практику, казалось бы, всё более совершенного ИТ-инструментария, качество проектирования даже длительно эксплуатируемых объектов, по которым накоплены огромные объёмы данных, неуклонно снижается [3]. В связи с этим в ООО «ЦСМРнефть» разработана методика количественной оценки степени геологической изученности запасов таких объектов, которая позволяет неуклонно повышать качество актуализируемых цифровых моделей [2, 4, 5].

Следует учесть однако, что для осваиваемых на тех же площадях залежах (в том числе нетрадиционных) надо будет не только ресурсы оценивать и запасы считать. Для изучения механизмов извлечения УВС из столь сложных объектов вычислительные эксперименты придётся ставить на ранних стадиях проектирования их разработки. При этом, несомненно, на первый план выступят проблемы учёта не только всей сложности их геологического строения, но и всей сложности функционирования-взаимодействия наполняющих эти объекты пород, флюидов и т.д. Каким образом подбирать-создавать модели, на основе которых постепенно (по мере накопления всё более плотных знаний) можно будет оценивать эффективность применения новых технологий и методов воздействия?

Очевидно, что для создания таких моделей необходимы, как это настоятельно рекомендовано в [6], непрерывные геологические исследования, начинать которые надо задолго до того, как соответствующие залежи будут вводиться в эксплуатацию. Один из подходов к созданию таких «адаптивных», постепенно наполняемых знаниями, математических моделей был предложен В.Д. Лысенко (АО «РИТЕК») почти 20 лет тому назад [7]. Суть его в том, что математическая модель нефтяного месторождения должна представлять собой сочетание двух более простых, чётко определённых моделей: детерминированной и стохастической (вероятностной). В этом случае исследователь может изучать различные аспекты рассматриваемой системы на основе той модели, которая наиболее адекватна достигнутой на данный момент степени геологической изученности объекта. Поэтому, наряду с созданием методов количественной оценки степени геологической изученности длительно эксплуатируемых объектов, в последние годы получил распространение информационный (кибернетический) подход к моделированию, использующий для

построения-коррекции модели экспериментальные данные и учитывающий специфику конкретного моделируемого объекта, что принципиально важно для геологоразведки. Инструментальной поддержкой процесса построения моделей на основе информационного подхода являются современные технологии анализа данных KDD и Data Mining, а средством построения прикладных решений в области анализа – аналитические платформы [8, 9].

Закономерности, выявленные с помощью информационного моделирования:

- не обнаруживаются традиционными методами обработки информации и экспертным путем;
- полностью объективны, в отличие от экспертных мнений, которые всегда являются субъективными;
- основаны на данных по эталонным объектам и, таким образом, имеют конкретный практический смысл.

Внедрение информационного моделирования обеспечивает:

- все преимущества системно-целевого подхода к постановке и решению задач;
- стандартную технологию обработки и интерпретации данных на основе современных математических методов;
- создание информационных (кибернетических) моделей, которые могут быть преобразованы в традиционные (аналитические) модели.

Результаты информационного моделирования имеют следующие преимущества:

- использование априорной информации по конкретной площади работ на основе регистрации и анализа данных по эталонным объектам;
- объективность при определении значимости входных параметров, выявлении характера их связи с целевыми параметрами и построении интерпретационной модели на основе строго формализованных математических методов;
- представление результатов моделирования в виде оценки вероятности различных исходов и ситуаций;
- ранжирование исследуемых объектов на основе оценки меры сходства с уже изученными (эталонными) объектами;
- использование метрики сходства с ранее исследованными объектами дает возможность непосредственного объединения результатов любых геофизических, геохимических и др. исследований, интерпретация которых выполнена на основе вычисления аналогичной меры.

Всё более широкое использование информационного (кибернетического) моделирования в сочетании с аналитическим (детерминированным) моделированием позволит решать следующие вопросы организационного характера:

- специалисты получат систему поддержки принятия решений;
- руководство предприятия-исполнителя получит возможность быстрой подготовки модельеров из числа молодых специалистов;
- руководство предприятия-заказчика получит независимую от физических основ платформу для сравнения эффективности различных технологий поиска, разведки и разработки полезных ископаемых.

В настоящее время информационное моделирование (Data Mining) эффективно используется для решения целого ряда геологических задач [10 – 19]. Особенно эффективным оно может оказаться при выявлении зон разуплотнения («сладких пятен») и ориентации проводящих каналов в нетрадиционных (бажен, доманик, майкоп и т.п.), карбонатных и смешанных коллекторах. Всё это позволит существенно повысить степень изученности месторождений УВС, создать для них адекватные изученности ГДМ, локализовать наиболее продуктивные участки залежи и оптимизировать их разработку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее (оптимизация добычи, максимизация КИН). – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2014. – С.477-497 и 720-723.
2. Волков Ю.А. Стратегия изучения, оценки и освоения ресурсов на площадях нефтяных месторождений с большой историей за счёт и в ходе рациональной доработки их длительно эксплуатируемых объектов // Электронный журнал «Нефтяная провинция» (<http://www.vkro-raen.com>). – 2015. – №4. – С.1-29.
3. Шелепов В.В. Текущее состояние разработки месторождений УВС и предложения по совершенствованию проектирования разработки // Состояние и дальнейшее развитие основных принципов разработки нефтяных и газовых месторождений. Материалы 4-й научно-практической конференции, посвящённой памяти Н.Н.Лисовского (Москва, 22-23 апреля 2014 года). – М.: НИИЦ «Недра-XXI», 2015. – С. 8-21.
4. Волков Ю.А., Михайлов В.Н. Количественные критерии для управления качеством моделей длительно разрабатываемых месторождений // Георесурсы. – 2014. – №1(56). – С.29-34.
5. О точности прогнозирования основных технологических показателей разработки зрелых и истощённых нефтяных месторождений / В.Н.Михайлов, А.А.Потрясов, Ю.А.Волков // Особенности разведки и разработки месторождений нетрадиционных углеводородов: материалы Международной научно-практической конференции. – 2015. – С.205-209.
6. Козловский Е.А. Геология как жертва экономических реформ // Промышленные ведомости. – 2004. – № 1-2.
7. Лысенко В.Д. Адаптивная математическая модель разработки нефтяного месторождения // Опыт разведки и разработки Ромашкинского и других крупных нефтяных месторождений Волго-Камского региона: труды научно-практической конференции (г.Лениногорск, 17-18 марта 1998 года). – Казань: Изд-во «Новое Знание, 1998. – С. 126-128.
8. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+CD). – СПб.: Питер, 2009. – 624 с.: ил.
9. Чубукова И.А. Data Mining. – Изд. Бином, 2008 – 384 с.
10. Чернов С.В., Бормотова Н.В. Комплексная интерпретация геофизических и геохимических данных с использованием нейрокомпьютерных технологий. Геофизик Татарии, вып.3, Бугульма, 2004, с 28-29.

11. Паклин Н.Б., Мухамадиев Р.С. Использование обучающихся алгоритмов для интерпретации данных ГИС // *Бурение и нефть*. - 2005. - №5. - С. 12-16.
12. Нотариус А.М., Чернов С.В. и др. Разработка методики интерпретации геофизических и геохимических данных на основе нейрокомпьютерных технологий. ТГРУ ОАО «Татнефть», Казань, 2006.
13. Чернов С.В. и др. Использование методов математической статистики и искусственного интеллекта для геологической интерпретации данных комплекса ГГХМ. ООО «ТНГ-Казаньгеофизика», Казань, 2006.
14. Швыдкин Э.К., Мухамадиев Р.С., Вассерман В.А., Чернов С.В., Бормотова Н.В., Нотариус А.М. Использование нейронных сетей для интерпретации данных нефтепоискового комплекса ГГХМ. Инновационные технологии, нейросетевая парадигма геологоразведочных работ на нефть, газ и золото, сборник научных статей, вып.2, Томск, 2007, с 65-70.
15. Бормотова Н.В., Куличков В.П., Чернов С.В. Способ оценки нефтеперспективности сейсмоподнятий по геохимическим данным на основе машинного обучения. Инновационные технологии в геологии и разработке углеводородов, Перспективы создания подземных хранилищ газа в Республике Татарстан, Казанская геологическая школа и ее роль в развитии геологической науки в России: Материалы Международных научно-практических и научно-технических конференций. – Казань: Изд-во НПО «Репер», 2009, с. 493 – 495.
16. Чернов С.В., Бормотова Н.В., Куличков В.П. Методические особенности геохимических исследований при поисках залежей углеводородов. Инновации и технологии в разведке, добыче и переработке нефти и газа: Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2010, с. 434 – 439.
17. Чернов С.В., Бормотова Н.В., Куличков В.П. Интерпретация геофизических и геохимических данных на основе машинного обучения // *Геофорум*. - 2013. - №1(27). - С. 26-29.
18. Чернов С.В., Бормотова Н.В. Нейрокомпьютерное моделирование нефтенасыщения пластов по атрибутам сейсмической записи // *Геофорум*. - 2014. - №2(32). - С. 25-26.
19. Чернов С.В., Драгунов А.А. Районирование территории разрабатываемого нефтяного месторождения по количественным соотношениям ФЕС коллекторов // *Геофорум*. - 2017. - №1(43). - С. 33-36.