



ПРОТОКОЛ № 3
Заседания секции углеводородного сырья
Экспертно-технического совета Государственной комиссии по запасам
полезных ископаемых

г. Москва

07 июня 2019 г.

Дата проведения заседания: 06 июня 2019 г.

Присутствовали согласно списку (Приложение №1 к настоящему Протоколу):

Члены ЭТС ГКЗ: Шпуров И.В. (Председатель заседания), Курамшин Р.М., Трофимова О.В., Атяшева Е.П., Афанасьев В.С., Бриллиант Л.С., Волков В.П., Гутман И.С., Демушкина Н.В., Дубровский Д.А., Дьяконова Т.Ф., Закревский К.Е., Кириллов С.А., Кирсанов Н.Н., Примха В.А., Соколов А.В., Хромова И.Ю., Шандрыгин А.Н., Шелепов В.В., Шиманский В.В.

Представители организаций:

- **ФБУ «ГКЗ»:** Астапова Ф.М., Базаревская Н.И., Зенкин С.В., Лачугина Ю.В., Лукинов В.М., Лушпеев В.А., Люкшина Л.В., Манташева И.М., Приходько Ж.Е., Рогожкина Л.А., Саликова О.С.
- **Эксон Нефтегаз Лимитед:** Бранец Л., Дербышева О.Г., Муругов К.Б.,
- **НИПИ-Р:** Билибин С.И., Бобровицкая А.Н., Вовк А.В., Дорошев В.А., Комова А.Д., Плахов А.Н., Ким Н.П., Сиятский М.В.
- **ПАО «НК «Роснефть»:** Богатов В.И., Ганичев Д.И.
- **ООО «ГридПоинт»:** Базанов А.К., Ефремов И.И.
- **ООО «РН-Эксплорейшн»:** Соколов Ф.С.
- **ООО «Арктический Научный Центр»:** Попов А.Б.
- **ООО «Центр «ГеоГрид»:** Ершов А.В., Кузьмин М.В., Линев Д.Н.
- **Приглашенные:** Потемкин Г.Н., Танинская Н.В.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Рассмотрение вопроса по определению количественных и качественных параметров подсчета по методике «Седиментационное и 3D геологическое моделирование месторождения Одопту-море на основе метода функциональных форм при подсчете запасов УВ».

1. Слушали:

1.1. Сообщение авторов: доклад Билибина С.И. – заместителя генерального директора по геологии ООО «НИПИ-Р». (Приложение №2 к настоящему Протоколу).

Рассматриваемая работа посвящена решению методических вопросов 3D моделирования месторождений УВ на примере месторождения Одопту-море путем применения алгоритмов, основанных на новом математическом методе – методе функционального представления или методе функциональных форм. Метод позволяет отойти от пропорционально-сеточного моделирования сложных седиментационных

обстановок и ориентирован в первую очередь на сохранение в модели основных элементов геологического строения в различных фациальных зонах. Кроме собственно алгоритмических решений, комплекс методических вопросов включает полный анализ геолого-геофизических данных по месторождению, обобщение региональных геологических исследований, изучение процессов седиментации отложений нутовской свиты, представленных дельтовыми и склоновыми отложениями палео-Амура, анализ результатов физического моделирования седиментационных процессов на специальных установках, обобщение научных данных по строению современных и древних приливных и волновых дельт.

Интерпретация новых данных 3D-сейсморазведки 2015 года, анализ описаний керна, характер кривых ГИС и результаты региональных исследований позволили создать карты-схемы обстановок осадконакопления для каждого продуктивного пласта. Всего по продуктивному разрезу месторождения в разных пластах были выделены следующие обстановки осадконакопления: прибрежная равнина с лагунами, проксимальный фронт дельты, дистальный фронт дельты, погруженная часть дельты (продельта), глубоководная зона (конденсированные отложения), устьевые бары, подводные каналы, заполнение песчаником, эрозионный врез.

Анализ геолого-геофизических и промысловых данных позволил установить:

- доля дельтовых отложений в общем объеме коллектора продуктивной пачки пластов XXI-XXIV составляет 65-70%;
- доля запасов нефти в дельтовых отложениях в основном разрабатываемом пласте XXI-2 составляла 91% от общих запасов пласта;
- добыча нефти на 01.01.2018 из дельтовых отложений (интервалы дельтовых отложений выделены по ГИС) составляла 16 425 тыс. т из 16 646 тыс. т или 99% всей добычи из объекта разработки (пласты XXI-XXII).

Таким образом, создание и построение адекватной геологической модели дельтовых отложений – основная задача подсчета запасов и технологической схемы разработки месторождения.

Многолетние исследования дельтовых отложений в компании ExxonMobil по керновым, сейсморазведочным, каротажным данным, обобщение результатов изучения морфологии современных дельт, физическое моделирование процессов седиментации, изучение литофациальных особенностей формирования резервуаров позволили авторам прийти к выводу, что дельтовые отложения месторождения Одопту-море состоят из отдельных лопастей с определенными геометрическими размерами, наличием депоцентра в каждой лопасти и закономерным для каждой лопасти распределением ФЕС. Каждая лопасть имеет кровлю и подошву, связанные со слоями отмирания и зарождения этой лопасти, которые обычно представлены наименее проницаемыми породами, а гидродинамическая связь между отдельными лопастями значительно снижена.

Установлено, что в каждом продуктивном пласте месторождения Одопту-море фациальные зоны фронта дельты могут состоять из нескольких десятков отдельных лопастей.

Стандартными методами моделирования за реальное время в стандартной регулярной 3D сетке реализовать в модели действительное строение дельтовых отложений невозможно. Принятая у нас практика методики моделирования полностью размывает границы отдельных лопастей и не позволяет смоделировать изменение свойств в каждой отдельной лопасти. Способ объектного моделирования на регулярной пропорциональной сетке, реализованные в стандартных версиях PETREL и IRAP RMS, также не позволяют в реальные сроки достичь приемлемого результата.

Кроме того, геологические сетки с разбивкой на пропорциональные слои между кровлей и подошвой пласта с учетом интерполяционного способа распространения ФЕС в геологической модели предполагают геоизохронный характер осадконакопления в каждом слое модели, что далеко от действительности в условиях отложений Одопту-море.

Для построения моделей лопастных дельт месторождения Одопту-море авторы

использовали алгоритмы метода функциональных форм на основе многоточечной статистики, реализованные в ПО iRMS (ExxonMobil). Для согласования запасов и геологических моделей, используемых компанией недропользователем (ЕМ) и представляемых в ГКЗ и ЦКР, авторы подсчета запасов использовали комбинированную методику моделирования, где начальный этап геометризации лопастей в дельтовых отложениях осуществляется методом функциональных форм в iRMS, а все последующие этапы выполнены в ПО Petrel согласно принятым у нас методическим указаниям.

Метод геологического моделирования с использованием функциональных форм (ММФ) обеспечивает возможность оперативного построения и уточнения геологических моделей с описательными геологическими концепциями. ММФ не предполагает на начальном этапе создание 3-х мерной сетки в каком-либо её виде. Все поверхности геологических примитивов и скелетонов задаются трехмерными действительными функциями в собственной системе координат, тоже самое относится и к распределению свойств внутри седиментационного элемента модели (геологического примитива).

Основное отличие используемой методики моделирования от принятой состоит в следующем:

Геологические примитивы (дельтовые лопасти) в виде геометрических форм экспортируются в структурный каркас, составленный из основных корреляционных поверхностей. В результате каждый пласт, содержащий дельтовые отложения, оказывается составленным из нескольких десятков лопастей, расположенных в пространстве между кровлей и подошвой пласта в зоне фронта дельты.

В каждом геологическом примитиве (лопасти) создается индивидуальная пропорциональная сетка. Учитывая среднюю вертикальную толщину отдельной лопасти, толщина одного слоя в ней оказывается равной от 0,4 до 1,5 метров, что является достаточным вертикальным разрешением для геологического моделирования.

Таким образом, в использованной схеме моделирования сначала создается геологическое тело, а потом в него вписывается индивидуальная сетка. В этом состоит одно из главных отличий ММФ от способа объектного моделирования в IRAP RMS и Petrel, где сначала создается независимая от геологических объектов сетка, а потом в неё вписываются геологические объекты.

Распределение ФЕС и подсчетных параметров в 3D модели создается по геолого-геофизическим данным с учетом геологических закономерностей в каждом отдельном геологическом примитиве (лопасти, приливном баре и т.п.), а не интерполяционными способами в целом по пласту или в целом по фациальной зоне.

С использованием предложенного метода построена геологическая модель продуктивных пластов Одопту-море: XIII, XVI, XIX-1, XXI-1, XXI-2, XXII-1-2, XIV-2А, XXIV-2, XXIV-3.

1.2. Сообщение авторов экспертных заключений: Шиманского В.В., Потемкина Г.Н., Волкова В.П.

В отзыве д.г.-м.н. В.В. Шиманского и д.г.-м.н. Н.В. Танинской высказан ряд замечаний к описанию процесса изучения дельтовых отложений. В частности, не указано количество фактического материала по керну, не приведены фрагменты литолого-седиментационных колонок с указанием текстурных, ихнофациальных и других признаков фаций дельтового комплекса, высказано сомнение в расположении отдельных конусов выноса (лопастей) на склоне, отмечено отсутствие секвенс-стратиграфической схемы отложений и обоснование секвенс-стратиграфической интерпретации на сейсмических разрезах. Но в итоге экспертиза констатировала, что, несмотря на замечания, представленная методика может быть рекомендована в качестве основы для подсчета запасов с учетом приведенных замечаний.

В отзыве к.г.-м.н. Потемкина Г.Н. отмечается, что работа имеет большое значение с точки зрения совершенствования методики геометризации сложных полихронных осадочных тел и более корректного моделирования их свойств. В некотором роде, методика

моделирования функциональных форм развивает алгоритмы объектного моделирования и, согласно представленным данным, позволяет получить адекватную геологическую модель за счет более детального учета неоднородности пластов, а также оптимизации графа моделирования, который позволяет гибко адаптировать сетку и распределение свойств. Указано, что рассматриваемая методика позволяет оптимизировать процесс моделирования, сделать его более гибким и расширяет инструментарий при адаптации геолого-гидродинамической модели. Вместе с тем указывается, что применение метода для других геологических объектов невозможно без адресной корректировки алгоритма как в части геометрических и литолого-фациальных характеристик пластов и их элементов. Кроме того, широкое внедрение методики в настоящее время осложняется отсутствием необходимого функционала в распространенных программных продуктах. В целом по мнению эксперта предложенную методику следует одобрить и рекомендовать к использованию при выполнении подсчета запасов углеводородов и составлении проектного документа на разработку.

Волков В.П. отметил, что при 3D геологическом моделировании используемые подходы всегда должны соответствовать уровню изученности месторождения и пониманию геологических процессов и условий седиментации месторождения Одопту-море. Непрерывное накопление знаний о геологическом строении залежей и систематизация накопленных данных в компании ExxonMobil происходит на постоянной основе. В отзыве отмечается также глубокая проработка вопроса, связанного с оценкой форм и размеров элементов дельтовых систем, в том числе на основе физического седиментационного моделирования. Вместе с тем высказано замечание, связанное с используемым авторами технологическим приемом реформатирования данных, полученных методом MMF, в стандартные сетки Petrel, а также с отсутствием разъяснения принципиальных отличий стандартного объектно-ориентированного метода от метода MMF. В заключении отмечено, что представленный подход не противоречит существующим методикам создания 3D геологических моделей и может быть использован при создании геологической модели месторождения Одопту-море при подсчете запасов УВ.

1.3. В обсуждении приняли участие: Шпуров И.В., Курамшин Р.М., Дьяконова Т.Ф., Гутман И.С., Соколов А.В., Атяшева Е.П., Шандрыгин А.Н., Билибин С.И., Потемкин Г.Н., Волков В.П., Шиманский В.В., Закревский К.Е., Бриллиант Л.С., Афанасьев В.С.

2. Члены секции углеводородного сырья ЭТС ФБУ «ГКЗ» отметили:

2.1. Дьяконова Т.Ф. отметила своевременность и актуальность рассмотрения вопроса моделирования сложных отложений, высказала мнение, что открывается новое направление в 3D моделировании, которое поможет детально рассматривать и представлять геологическое строение продуктивных пластов, выразила благодарность авторам за глубокую проработку вопроса геологического моделирования дельтовых отложений. Сделала заключение, что рассмотренные методические вопросы должны быть использованы при подсчете запасов УВ на месторождении Одопту-море.

Гутман И.С. отметил высокую роль корреляции разрезов скважин при построении моделей, высказал мнение, что детальная корреляция – основной этап при моделировании месторождений. Отметил, что при доказательстве строения дельтовых отложений авторам необходимо тщательнее увязывать корреляцию разрезов по ГИС и по временным сейсмическим разрезам. В представленной работе и в докладе этому вопросу по его мнению не было уделено достаточного внимания. Отметил, что в отчете по подсчету запасов детальное строение дельтовых отложений должно быть показано как на схемах корреляции разрезов скважин, так и на данных 3D сейсморазведки.

Соколов А.В. высказал мнение, что в настоящем докладе и материалах представлена наиболее продуктивная методология для сложных осадочных отложений, которыми и являются дельтовые и приливные отложения. Отметил, что такие разработки необходимо приветствовать и развивать в отечественной практике. Считает, что 3D геологическое

моделирование на основе метода функциональных форм должен быть использован при подсчете запасов месторождения Одопту-море.

Шандрыгин А.Н. считает, что рассмотренная методология, созданная на основе математического метода функционального представления отдельных элементов строения продуктивных пластов – геологических примитивов, позволяет создать детальную геологическую модель и использовать её как для подсчета запасов так и при гидродинамическом моделировании при обосновании КИН. Отметил важность моделирования сложных седиментационных объектов при подсчете запасов шельфовых месторождений. Считает, что детализация строения, отраженная в геологической и гидродинамической моделях, позволит выработать наиболее приемлемые проектные решения при разработке месторождений. Предложенная работа может быть использована при подсчете запасов месторождения Одопту-море.

Бриллиант Л.С. высказал мнение, что такое усложнение оправдано лишь в том случае, если оно позволит существенно скорректировать проектные решения и увеличит нефтеотдачу. Отметил, что представленные материалы являются лишь заявкой на применение данной методологии и требуют дальнейшего развития и доказательств целесообразности применения. Предложил отразить в разделе отчета по подсчету запасов, посвященному извлекаемым запасам, те преимущества, которые даёт детальное моделирование дельтовых отложений отдельными лопастями или конусами выноса.

Атяшева Е.П. отметила решающую роль сейсморазведки при изучении строения месторождения. Отметила, что в настоящем докладе недостаточное внимание уделено сейсмическим доказательствам приведенного детального строения пластов, в будущем отчете по подсчету запасов месторождения Одопту-море посоветовала авторам обратить повышенное внимание не только на седиментационную модель, но и на структурно-тектонический фактор при обосновании строения залежей. Считает, что при дальнейшем развитии используемого подхода необходимо провести математическое моделирование разрезов дельтовых отложений путем решения прямых задач сейсморазведки.

Закревский К.Е. в целом поддержал предложенный подход к 3D моделированию на основе метода функциональных форм для дельтовых отложений продуктивных пластов месторождения Одопту-море. Предложил изучить и оценить возможность аналогичного моделирования с похожими результатами в ПО GOCAD, отметив, что там есть похожая опция «вложенных сеток».

Афанасьев В.С. считает, что предложенная методика моделирования для подсчета запасов – путь в правильном направлении и является шагом вперед в цифровом представлении реального геологического строения. Выразил сожаление, что подобные подходы еще не нашли применения в отечественной практике и программном обеспечении и призвал быстрее разрабатывать и внедрять рассмотренный метод геологического моделирования в производственный процесс.

Ершов А.В. отметил, что их научное подразделение разрабатывает похожее ПО, направленное на моделирование седиментационных процессов. Отметил возникающие на этом пути сложности, в частности вопросы привязки к данным скважин. Считает, что данное направление является актуальным.

3. По результатам голосования членов ЭТС «ГКЗ» по вопросу повестки дня:

«За» - 33 голоса

«Против» - 0 голосов

«Воздержался» - 0 голосов

Члены секции углеводородного сырья ЭТС «ГКЗ» приняли решение:

3.1 Поддержать предложенные методологические подходы, как один из методов по созданию седиментационных и геологических моделей в отложениях продуктивных пластов нутовской свиты месторождения Одопту-море.

3.2 Отметить, что модели продуктивных пластов месторождения Одопту-море, включающие отложения фронта дельты, построенные на основе метода функциональных форм, позволят выполнить распределение ФЕС в объеме пласта и рассчитать запасы не только по пласту в целом, но и по зонам седиментации, отдельным седиментационным элементам («геологическим примитивам»), фаціальным зонам.

3.3 Отметить актуальность авторских подходов к цифровому геологическому моделированию дельтовых отложений на основе метода функциональных форм, позволяющих учитывать геометрию и распределение свойств сложных полихронных осадочных тел.

3.4 Авторам учесть замечания выступивших экспертов по представленной методике при подготовке материалов по подсчету запасов месторождения Одопту-море.

Приложения к протоколу:

- 1) Список присутствующих на заседании ЭТС ГКЗ (1 экз. на 5 л.);
- 2) Презентация Билибина С.И. «Седиментационное и 3D геологическое моделирование месторождения Одопту-море на основе метода функциональных форм при подсчете запасов УВ» (1 экз. на 41 л.);
- 3) Экспертные заключения по рассматриваемым материалам.

**Заместитель руководителя секции
углеводородного сырья ЭТС ГКЗ**

Р.М. Курамшин

Ученый секретарь ЭТС ГКЗ

О.В. Трофимова