УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор ФГУ «ГКЗ»
Подтуркин Ю.А.
16 марта 2010 г.

**ПОЛОЖЕНИЕ**
**«О порядке приемки и экспертизы трехмерных цифровых геологических и гидродинамических моделей, создаваемых при подсчете и пересчете запасов месторождений углеводородного сырья»**

**Общие положения**

1. Настоящее Положение определяет требования к видам и форматам информации по созданию трехмерных (3D) цифровых геологических и гидродинамических моделей нефтяных, газовых, нефтегазовых, газонефтяных месторождений, к процедуре передачи этих моделей на экспертизу, а также к их экспертизе.

2. Цель Положения - повышение качества создания и экспертизы моделей, а также унификация представления моделей.

3. Трехмерные (3D) геологические и гидродинамические модели месторождений углеводородов, созданные сервисными организациями и проектными институтами по договорам с недропользователями в составе работ по подсчету (пересчету) геологических и извлекаемых запасов, передаются на экспертизу вместе с отчетом по подсчету запасов на цифровых носителях.

4. Настоящее Положение разработано в соответствии с Законом Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. №2395-1 «О недрах» с учетом последующих изменений отдельных его статей вплоть до 31 декабря 2009 г. Передаваемые на экспертизу геологические и гидродинамические модели должны удовлетворять требованиям Регламента по созданию постоянно-действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяньгх месторождений (РД 153-39.0-047-00), Методических рекомендаций по проектированию разработки нефтяных и газонефтяных месторождений (приказ МПР РФ 21.03.2007), а также настоящему Положению, расширяющему область применения трехмерных геологических и гидродинамических моделей для целей подсчета геологических и извлекаемых запасов.

5. Создание 3D геологических и гидродинамических моделей в составе работ по подсчету (пересчету) геологических и извлекаемых запасов углеводородов в обязательном порядке осуществляется для месторождений углеводородов с остаточными извлекаемыми запасами более 1 млн.т условного топлива (с учетом категории С2) и долей запасов высших категорий более 20%.

6. Создание 3D геологической модели осуществляется на основе геологического обоснования процессов осадконакопления и выделения продуктивных пластов по сейсмическим данным и результатам корреляции разрезов скважин. Возможны два целевых назначения трехмерной геологической модели:

* трехмерная геологическая модель используется для подсчета начальных геологических запасов и как цифровая основа для гидродинамического моделирования, то есть по 3D модели определяются площади залежей, объемы нефте и газонасыщенных пород, поровые объемы нефте и газонасыщенных пород, объемы углеводородов в пластовых условиях, средние подсчетные параметры получают путем последовательного деления последующих объемов на предшествующие;
* трехмерная геологическая модель используется как геологическая основа для гидродинамического моделирования и соответствует подсчету запасов, выполненному по двухмерным моделям согласно действующей Инструкции ГКЗ по подсчету запасов УВ.

**Виды и форматы информации по построению моделей месторождений УВ**

1. Цифровые геологические и гидродинамические модели должны сопровождаться главами в отчетах по подсчету геологических и извлекаемых запасов и пояснительными записками. В пояснительных записках описывается содержание проектов моделирования - структура и состав электронного варианта передаваемых моделей или их отдельных фрагментов (схема индексации каталогов и файлов, идентификация представляемых параметров модели, с указанием типа и единиц измерения).

2. По геологической модели в отчете приводятся:

* систематизация и подготовка исходной геолого-геофизической информации;
* таблицы поправок в инклинометрию скважин,
* обоснование выбора границ модели месторождения в целом и отдельных подсчетных объектов;
* обоснование типа и размерности сетки;
* описание принятой модели тектонических нарушений и увязка тектонических нарушений по объектам моделирования;
* описание структурно-тектонического каркаса в случае моделирования многопластовых месторождений;
* описание принятой модели флюидных контактов, моделей переходных зон;
* обоснование принятой технологии построения объемных сеток параметров, также указывается версия программного комплекса, использованного для моделирования,
* авторская оценка достоверности и точности построения трехмерной геологической модели. В данном разделе рекомендуется привести следующие сведения:
	+ отражение особенностей геологического строения (врезы, клиноформы, бары, биогермы, палеорусла, нарушения и т.д.) в трехмерной модели;
	+ соответствие принятой модели флюидонасыщения объемным сеткам фильтра-ционно-емкостных параметров и использованным трендовым закономерностям;
	+ табличные и графические сопоставления исходных геолого-геофизических данных с параметрами модели (распределения параметров по скважинам и по сеткам трехмерной модели, сопоставление средних, максимальных и минимальных значений параметров по скважинам и по сеткам трехмерных моделей, ГСР по скважинам и по отдельным фациальным зонам в геологической модели, а также другие материалы, подтверждающие достоверность и точность трехмерных моделей);
	+ сопоставление карт параметров, полученных из трехмерной модели, и карт подсчетных параметров, представленных в отчете по подсчету запасов;
	+ таблицы сопоставления величин запасов и средних значений подсчетных параметров в 3D модели и в отчете по подсчету запасов.

3. Геологическая модель передается в виде файлов с данными (или в виде проекта), содержащих геометрию трехмерных сеток, поля параметров и результаты обработки геолого-геофизической информации. Ниже приведен перечень исходных данных и результатов моделирования, обязательных для передачи:

* наблюденные траектории скважин. При использовании траекторий скважин как «псевдовертикальных» в отчете по построению модели приводится обоснование невозможности использования наблюденных траекторий;
* кривые ГИС оптимальные для корреляции разрезов скважин (например, для Западной Сибири - ПС, ИК, БК, ГК, НК). Для крупных месторождений с числом скважин более 300 допускается загрузка кривых ГИС по тому количеству скважин, по которому приведенная информация обеспечивает возможность проверки правильности принятой модели осадконакопления;
* кривые результатов интерпретации ГИС - дискретные кривые литологии и характера насыщения, непрерывные кривые пористости, проницаемости, нефте(газо)насыщенности, песчанистости (в случае тонкой слоистости);
* стратиграфические разбивки (маркеры) в скважинах;
* структурные поверхности по стратиграфическим границам;
* отбивки положения флюидных контактов в скважинах;
* поверхности флюидных контактов;
* трендовые сейсмические поверхности и кубы свойств;
* полигоны зон глинизации, контуров нефтеносности (газоносности), категорий запасов;
* цифровые двумерные карты эффективных нефтенасыщенных (газонасыщенных) толщин из отчета по подсчету запасов;
* кубы объемных сеток параметров (литологических, фильтрационно-емкостных, насыщенностей) по продуктивным пластам, использованных при построении модели:
	+ дискретный куб фаций и/или литологии; дискретный куб флюида (характера насыщения) - вода, нефть, газ;
	+ дискретный куб регионов - зон и категорий запасов;
	+ непрерывный куб песчанистости (если есть в технологии);
	+ непрерывный куб пористости;
	+ непрерывный куб проницаемости;
	+ непрерывный куб нефтенасыщенности (при наличии газа - нефтенасыщенности, газонасыщенности и водонасыщенности).

4. По гидродинамической модели в отчете приводятся:

* краткое описание исходной геолого-геофизической и промыслово-технологической информации, использованной для построения геолого-технологической модели;
* вид модели, версия программного комплекса, использованного для моделирования,
* схема фрагментации месторождения (расположение участков, их индексация, перечень моделируемых объектов);
* результаты контроля качества исходных данных (истории разработки);
* обоснование выбора типа фильтрационной модели, вида и размерности гидродинамической сетки с указанием времени численных расчетов;
* описание процедуры ремасштабирования геологических моделей на гидродинамическую сетку;
* схема соответствия слоев гидродинамической сетки моделируемым пластам и объектам разработки;
* обоснование принятых в модели  физико-химических свойств пласта и пластовых флюидов;
* обоснование выбора начальных и граничных условий, способа моделирования водоносного горизонта;
* обоснование для принятых в расчетах относительных фазовых проницаемостей (ОФП), кривых капиллярного давления, остаточных насыщенностей;
* описание используемой методики адаптации модели на историю разработки, и способов моделирования геолого-технических мероприятий (ГТМ);
* описание модельных параметров вариантов для прогноза показателей разработки.
* краткий анализ расчетов по настройке модели и результатов прогнозных расчетов;
* результаты контроля качества гидродинамической модели.

5.          Гидродинамическая модель передается в электронном виде. Модель должна включать в себя следующие данные, позволяющие повторить расчет на другом компьютере:

* входные данные для гидродинамического моделирования, получаемые в результате трансформации полей параметров из геологической модели с описанием алгоритмов ремасштабирования (upscaling);
* входные данные, осредненные из показателей технологических режимов работы скважин в соответствии с выбранным временным шагом расчетов;
* результаты расчетов по адаптации модели и прогнозные расчеты по вариантам разработки, в том числе поля коллекторских свойств и насыщенностей, распределение текущих и прогнозных запасов по всему объекту разработки и выделенным элементам геологической неоднородности (в том числе Restart файлы и файлы постпроцессора);
* комментарии по изменениям, внесенным в результате адаптации модели, при моделировании ГТМ и при использовании специальных приемов для оптимизации расчетов.

6. Вышеуказанные материалы представляются в бумажной и электронной форме. Объемы и детальность проработки отчетов определяются авторами в зависимости от сложности строения залежей, количества эксплуатационных объектов.

**Экспертиза геологических и гидродинамических моделей**

**I.**Экспертное заключение по геологической модели месторождения должно содержать пять основных разделов:

* экспертиза исходных данных для построения геологической модели,
* экспертиза технологии создания ЗД модели,
* экспертиза достоверности ЗД геологической модели,
* экспертиза точности построения 3Д геологической модели,
* выводы и заключения.

Краткое содержание разделов экспертизы.

**1. Экспертиза исходных данных для построения геологической модели.**В этом разделе оценивается:
1.1. достаточность исходных данных;
1.2. точность исходных данных (координат пластопересечений, результатов интерпретации ГИС, сейсмических структурных поверхностей и тектонических нарушений, результатов определения межфлюидных контактов).

**2. Экспертиза технологии создания ЗД модели.**Вданном разделе оценивается адекватность принятой технологии, методики, алгоритмов, созданной объемной сетки и т.д. реальному геологическому строению и модели осадконакопления. Указанные ниже пункты относятся как к модели единичного объекта (объекта подсчета) так и всего месторождения в целом:
2.1. обоснование выбора границ модели;
2.2. обоснование типа и размерности сетки с выбором схемы нарезки слоев;
2.3. корректность технологии и алгоритмов построения структурно-тектонического каркаса модели месторождения;
2.4. оценка параметров осреднения скважинных данных на сетку;
2.5. обоснование метода моделирования литологических разностей и параметров ФЕС (детерминированный или стохастический);
2.6. обоснование метода моделирования нефтегазонасыщенности в 3Д сетке;
2.7. обоснование метода построения куба «газ - нефть - вода - неколлектор» с учетом поверхностей межфлюидных контактов.

**3. Экспертиза достоверности геологической модели.**В экспертизе необходимо отразить достоверность:
3.1. структурных построений;
3.2. пространственного распределения литологии и параметров (по кубам параметров или по картам, полученным из трехмерных сеток параметров), их соответствия представлениям о геологическом строении месторождения;
3.3. параметров, характеризующих геологическую неоднородность продуктивных пластов (прерывистость, связность, расчлененность, песчанистость);
3.4. отметок межфлюидных контактов в скважинах и поверхностей межфлюидных контактов;
3.5.  априорных параметров при стохастическом моделировании (вариограммы, распределения параметров, тренды, ГСР и т.п.).

**4. Экспертиза точности построения ЗД геологической модели.**Рекомендуется использовать набор таблиц из «Методических рекомендациях по проектированию разработки нефтяных и газонефтяных месторождений» (приказ МПР РФ 21.03.2007). Количество таблиц, рекомендованных в данных Методических рекомендациях, можно сократить, заменив их контролем данных в графической форме, в частности:

* сопоставление карт из ЗД модели и приведенных в отчете по подсчету запасов;
* сопоставление распределений ФЕС по скважинам и по модели;
* сопоставление средних, минимальных и максимальных значений по скважинам и по модели;
* сопоставлением ГСР по скважинам и по модели;
* сопоставлением запасов и средних подсчетных параметров, предлагаемых к утверждению, и полученных в ЗД модели.

**5. Выводы и заключения.**Экспертиза должна завершаться выводом о целесообразности использования трехмерной геологической модели для: а) подсчета геологических запасов, б) использования в качестве основы для гидродинамического моделирования. В заключении должны быть даны четкие рекомендации по устранению замечаний, повышению достоверности и точности построения геологической модели месторождения.

**II.** Экспертиза гидродинамической модели месторождения должна содержать следующие основные разделы:

* оценка полноты и качества представленных на экспертизу материалов;
* оценка корректности обоснование типа, размерности сетки и параметров гидродинамической модели;
* оценка степени представления в модели выполненных на месторождении геолого-технологических мероприятий;
* оценка качества ремасштабирования геологических моделей на гидродинамическую сетку;
* оценка корректности начальных и граничных условий, способа моделирования водоносного горизонта;
* оценка корректности принятых в расчетах ОФП, кривых капиллярного давления, остаточных насыщенностей;
* заключение о точности воспроизведения истории разработки и корректности подходов использованных при адаптации модели;
* заключение об обоснованности расчетных прогнозных уровней добычи нефти и газа на основе комплексного анализа представленной геолого-технологической модели, с учетом планируемых на месторождении ГТМ и развития системы разработки;
* оценка согласованности материалов 3D моделирования и материалов ТЭО КИН;
* выводы о достоверности модели, целесообразности ее использования для подсчета извлекаемых запасов и обоснования КИН.