

УДК 004.94+550.832

М. А. Сенилов, доктор технических наук, профессор;
 М. В. Данилов, кандидат технических наук, докторант
 Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

УКРУПНЕННЫЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ГЕОЛОГО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рассматриваются этапы компьютерного моделирования для создания пространственных геолого-гидродинамических моделей нефтегазовых месторождений. Описаны этапы подготовки исходной информации, геологического, структурного, литологического и гидродинамического моделирования, позволяющие обосновывать стратегию разработки нефтяных месторождений, использовать их для решения производственных задач.

Ключевые слова: геолого-гидродинамическая модель, компьютерное моделирование, нефтегазовое месторождение, постоянно действующая геолого-технологическая модель

Известно, что в основе принятия большинства успешных решений по разработке месторождений лежит глубокое понимание его строения (рис. 1). Самым эффективным способом достижения такого понимания является построение и использование компьютерных моделей месторождений [1].

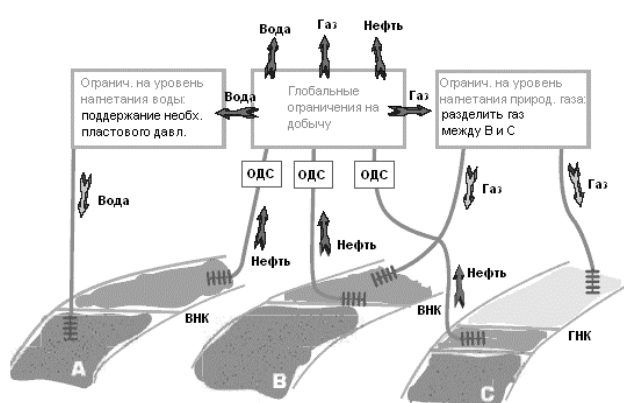


Рис. 1. Основные моделируемые течения флюидов при добыче нефти: ВНК – водонефтяной контакт; ГНК – газонефтяной контакт; ОДС – ограничения на дебит скважин

Собственно компьютерное моделирование можно разделить на геологическое моделирование – построение подробной геологической модели месторождения с использованием различных баз данных и гидродинамическое моделирование – построение адресной постоянно действующей модели месторождения на основе математических уравнений фильтрации, описывающих физические явления процессов, протекающих в пласте. Создание постоянно действующей геолого-технологической модели (ПДГТМ) диктуется временем. Центр корпоративных решений (ЦКР) по разработке не принимает к рассмотрению технологические документы без ПДГТМ. А с 2001 года создание ПДГТМ включается в лицензионное соглашение освоения и разработки месторождений.

Компьютерные технологии в области моделирования месторождений в настоящее время имеют тенденцию устойчивого роста интереса со стороны неф-

тяных компаний по внедрению их на предприятии [2]. Они позволяют обосновывать стратегию разработки нефтяных месторождений, использовать их для решения производственных задач. Основные цели создания ПДГТМ приведены на рис. 2.



Рис. 2. Цели создания моделей ПДГТМ

Для эффективного использования постоянно действующих геолого-технологических моделей месторождений в нефтяных компаниях разработаны схемы их создания и определены задачи, решаемые на каждом этапе моделирования с возможностью интеграции с различными системами БД (рис. 3), т. е., по существу, создается методология комплексной интерпретации данных при решении задач моделирования месторождений.

На этапе подготовки производят сбор, хранение и проверку достоверности исходной информации (оцифровывается весь фонд скважин, проводится переинтерпретация геолого-геофизических исследований скважин (ГИС), анализ и систематизация петрофизических данных с помощью разработанных программ логического контроля непротиворечивости) [3]. При создании постоянно действующих геолого-технологических моделей выработаны подходы моделирования. Условно процесс моделирования разделен на ряд этапов, представленных на рис. 4 [2].

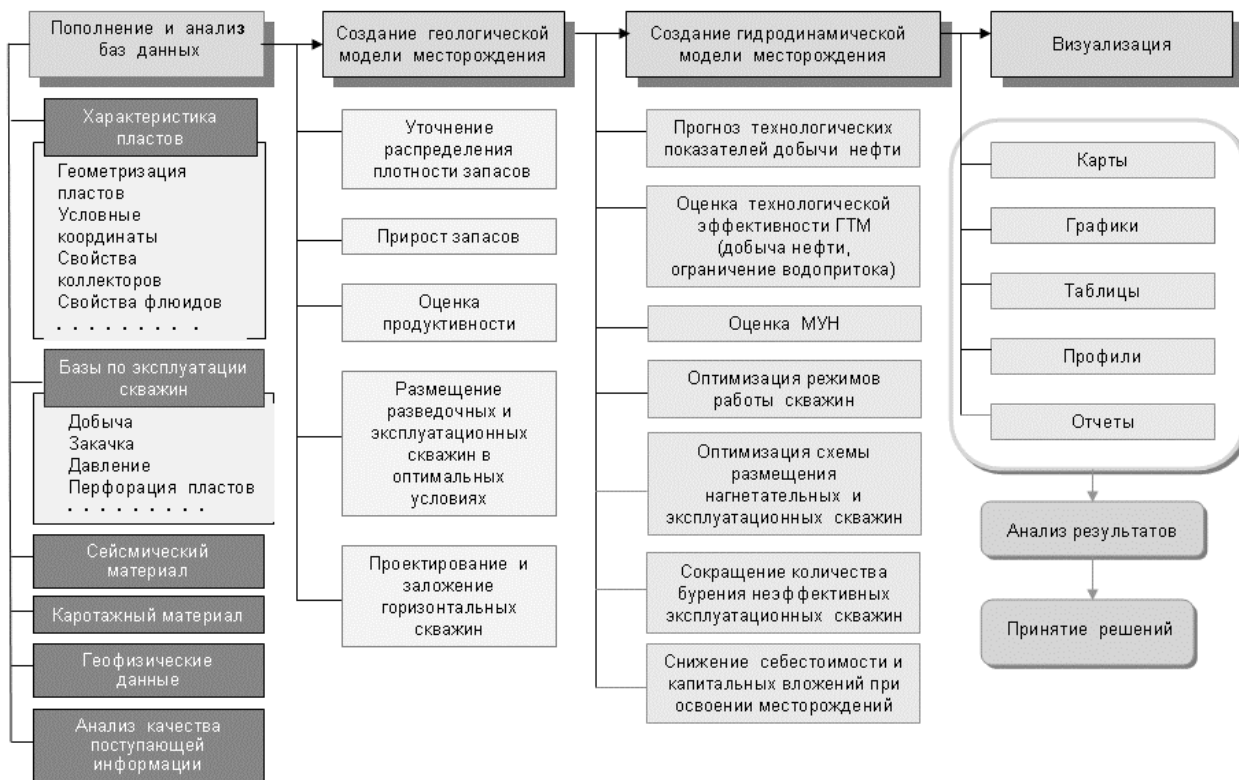


Рис. 3. Схема создания и область применения компьютерных моделей месторождений

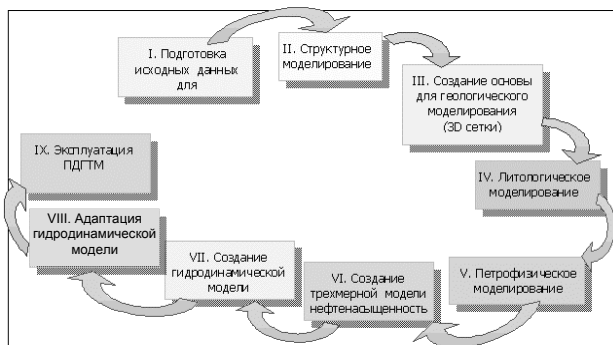


Рис. 4. Этапы создания ПДГТМ

Кроме того, уже на этом этапе осуществляют подготовку и импорт скважинных данных в программное обеспечение (ПО), результаты обработки данных инклинометрии, геофизические кривые, результаты интерпретации геофизических кривых, результаты геологической корреляции пластов.

Преимущество данного подхода – это минимум дублирования данных, возможность редактирования ГИС, инклинометрии, работа с измеренными глубинами, оптимальная интеграция результатов геологической корреляции.

Основу структурного моделирования (рис. 5) составляют сейсмические поверхности, полученные в результате интерпретации 2D или 3D сейсмике, геологическая корреляция. Результатом структурного моделирования являются поверхности кровли и подошвы продуктивных горизонтов.

Далее моделирование проводится на трехмерной сетке, описывающей внутренний объем месторождения (рис. 6). Организация слоев сетки должна отражать седиментологические и тектонические эффекты, имеющиеся на месторождении.

Цель этапа литологического моделирования (рис. 7) – получение представления о пространственном распространении пород различных литотипов, встречаемых на месторождениях, и создание трехмерного параметра литологии, который соответствовал бы этим представлениям.

Основываясь на результатах литологического моделирования, проводится моделирование пространственного распределения коллекторских свойств и насыщения (рис. 8). Коллекторские свойства моделируются для каждого типа пород.

Основу построения параметра нефтенасыщенности составляют данные, полученные из геолого-геофизического каталога и трендовые зависимости, а также обоснование плоскости ВНК. Результатом является трехмерное распределение нефтенасыщенности (рис. 9).

И, наконец, проводят этап гидродинамического моделирования (рис. 10), цель которого состоит в детальном подсчете начальных балансовых запасов, локализации остаточных запасов в разрабатываемых залежах, обосновании коэффициента извлечения нефти и проектировании разработки. Важно и то, что при построении трехмерных трехфазных гидродинамических моделей проводится адаптация по истории разработки с достаточно высокой точностью [1].

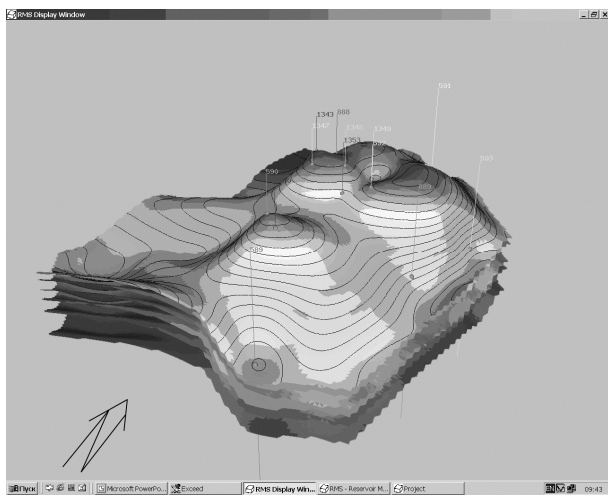


Рис. 5. Структурное моделирование

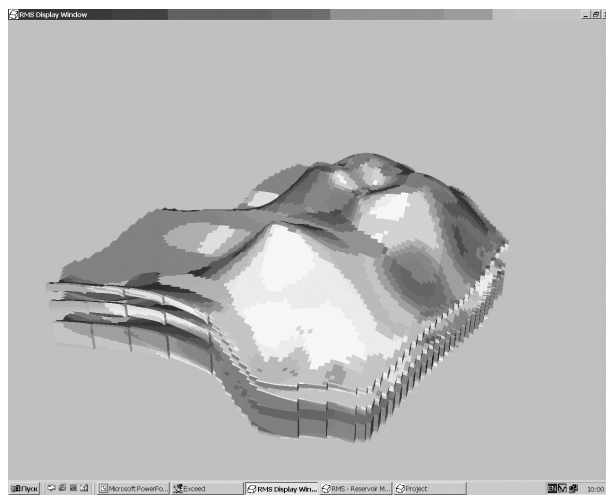


Рис. 7. Литологическое моделирование

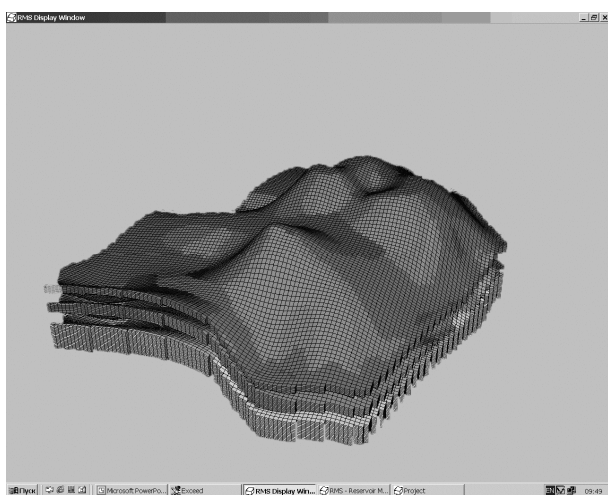


Рис. 6. Создание основы для геологического моделирования (3D-сетки)

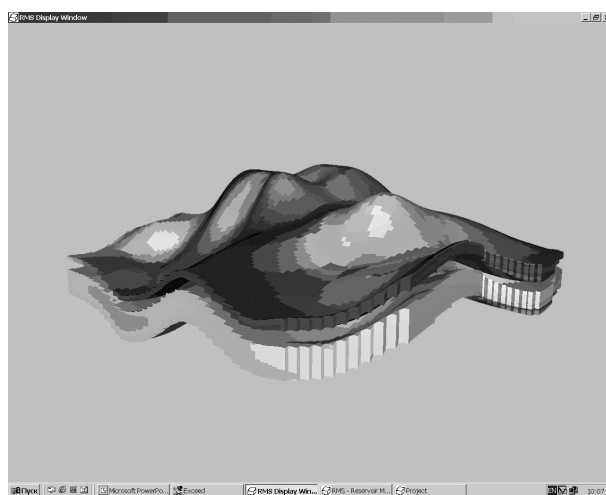


Рис. 8. Петрофизическое моделирование

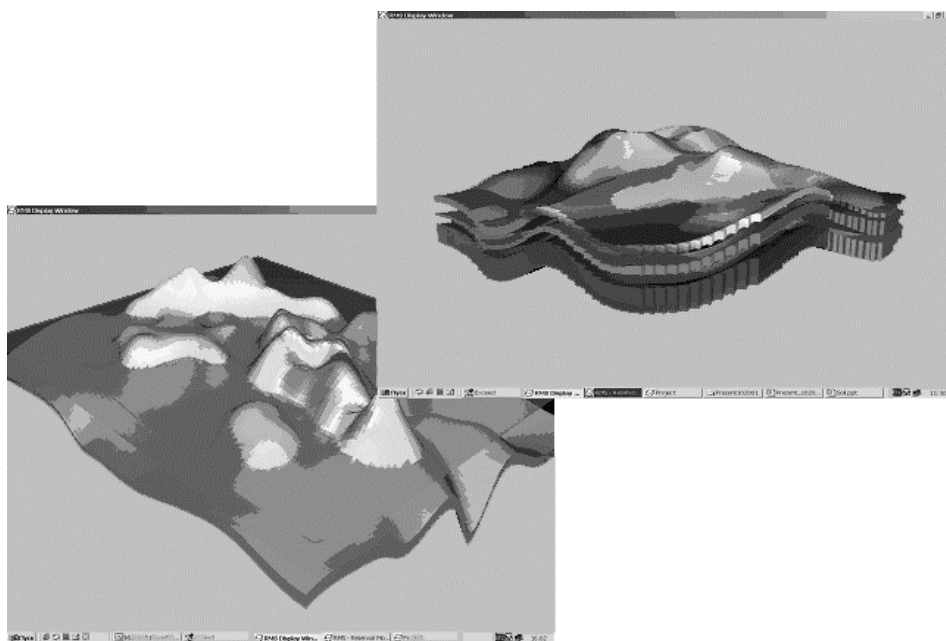


Рис. 9. Создание трехмерной модели нефтенасыщенности

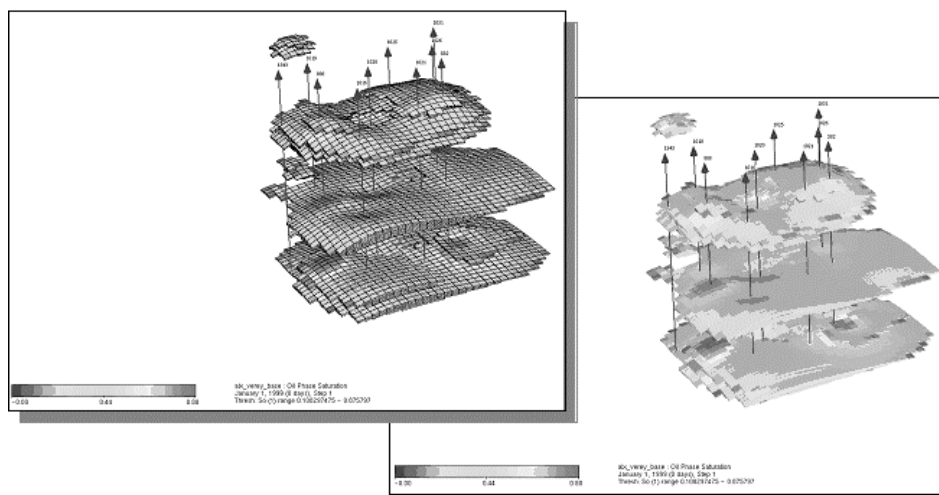


Рис. 10. Создание гидродинамической модели

Имеющиеся комплексы построения моделей ориентированы на построение крупных месторождений, залежи которых вскрыты большим количеством разведочных скважин, по которым имеется сопутствующая геофизическая информация.

Моделирование ориентировано изначально на залежи нефти в мощных пластах песчаников, значительных по площади простирания, разбуренных плотной сеткой скважин, при фонде скважин от нескольких сотен до нескольких тысяч скважин. Соответственно информативность исходных данных таких крупных месторождений достаточно высока [2].

Вывод

Компьютерные технологии в области моделирования месторождений в настоящее время имеют тенденцию устойчивого роста интереса со стороны нефтяных компаний по внедрению их на предприятии. Они позволяют обосновывать стратегию разработки нефтяных месторождений, использовать их для ре-

шения производственных задач. Моделирование ориентировано изначально на залежи нефти в мощных пластах песчаников, значительных по площади простирания, разбуренных плотной сеткой скважин, при фонде скважин от нескольких сотен до нескольких тысяч скважин. Соответственно информативность исходных данных таких крупных месторождений достаточно высока.

Библиографические ссылки

1. Тришин Ф. В. Реальность виртуальная, польза реальная // Нефть и жизнь. – 2004. – № 1. – С. 22–24.
2. Васильев А. В., Лялин В. Е. Анализ применения трехмерных геолого-гидродинамических моделей нефтяных месторождений // Надежность и качество : тр. Междунар. симпозиума / под ред. Н. К. Юркова. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – С. 201–204.
3. Итенберг С. С. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. – М. : Недра, 1972. – 312 с.

M. A. Senilov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

M. V. Danilov, PhD in Engineering, Doctor's degree applicant, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Consolidated stages of three-dimensional geological and hydrodynamic models of oil and gas fields

The paper deals with the stages of computer modeling to create spatial geological and hydrodynamic models of oil and gas fields. It describes the stages of the initial information preparation, geological, structural, lithological and hydrodynamic simulation allowing to justify the strategy of oil field development and to apply them when solving the production problems.

Keywords: geological and hydrodynamic models, computer modeling, oil and gas field, permanent geological-technological model

Получено: 21.11.12