

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DV-GEO

MODELING OF HYDROCARBON RESERVOIRS AND RESERVES ESTIMATION IN THE  
SOFTWARE COMPLEX DV-GEO

УДК (РАС S) 550.8.028

**БИЛИБИН С.И.  
ПЕРЕПЕЧКИН М.В.  
КОВАЛЕВСКИЙ Е.В.**

к.т.н. Отделение геоинформационных технологий, ЦГЭ  
к.т.н. Отделение геоинформационных технологий, ЦГЭ  
к.ф.-м.н. Отделение геоинформационных технологий, ЦГЭ

Москва  
dv\_perepechkin@mail.ru

**S.I. BILIBIN  
M.V. PEREPESCHKIN  
E.V. KOVALEVSKIY**

PhD, Central Geophysical Expedition  
PhD, Central Geophysical Expedition  
PhD, Central Geophysical Expedition

Moscow

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:  
KEYWORDS:**

Геологическое моделирование, подсчет запасов, DV-Geo, ЦГЭ  
Geological modeling, reserve estimation, DV-Geo, CGE

В статье представлен обзор отечественного программного комплекса геологического моделирования залежей углеводородов DV-Geo, разработанного в Центральной Геофизической Экспедиции. Рассмотрена его структура, объектная модель, список решаемых задач и используемая алгоритмическая база. Приведены иллюстрации результатов моделирования.

An overview of the domestic software geological modeling of hydrocarbon deposits DV-Geo, developed in the Central Geophysical Expedition. Consider its structure, object model, a list of tasks and used the algorithmic framework. We give illustrations of modeling results.

На мировом рынке в настоящее время представлен ряд программных продуктов, которые позволяют качественно выполнять работы по трехмерному моделированию залежей углеводородов с одновременным использованием широкого комплекса геофизических и геологических данных. Это данные сейсморазведки, исследования скважин, информация, полученная в ходе разработки моделируемого объекта. Примером таких программных комплексов могут служить PETREL (Schlumberger), IRAP RMS (ROXAR), GOCAD (Paradigm) [1]. В России, в Центральной Геофизической Экспедиции на протяжении более 10 лет также ведутся разработки аналогичного программного обеспечения [2,3,4]. Разработка собственного программного обеспечения позволяет ЦГЭ поддерживать высокий научный потенциал своих кадров, обеспечивать конкурентоспособность на рынке геофизических услуг, эффективно решать нестандартные задачи, уменьшить зависимость от западных производителей программного обеспечения. Одной из таких разработок является комплекс трехмерного геологического моделирования для подсчета запасов залежей углеводородов - DV-Geo, который в интеграции с другой разработкой ЦГЭ, системой интерпретации сейсмических данных DV-1 Discovery, решает широкий спектр задач свойственный выше перечисленной линейке программ западных разработчиков.

Основная концепция использования программного комплекса DV-Geo это – доступность всех объектов исходных данных и результатов моделирования, их комплексный анализ и полная согласованность (непротиворечивость) на всех этапах построения геологической модели. Программный комплекс DV-Geo может быть применен на протяжении всего

цикла работ, связанных с созданием трехмерной геологической модели от загрузки исходных данных, их анализа, верификации и коррекции, корреляции скважин, структурного (2D моделирования), литологического моделирования, параметрического моделирования, картирования, подсчета запасов, создания отчетной графической информации, подготовки данных для гидродинамического моделирования. При этом работы над проектом могут быть выполнены как одним специалистом, так и разбиты на технологические этапы для совместной работы группы специалистов. Такая работа выполняется в связанном информационном пространстве, где каждому специалисту доступны результаты работы любого члена его команды.

Программный комплекс DV-Geo построен на модульном принципе, основу составляет ядро системы, включающая в себя базу данных, общие инструменты визуализации и моделирования и дополнительные модули. Дополнительные модули, позволяют значительно расширить ее функциональные возможности и предлагают пользователю инструменты стохастического и объектного моделирования с учетом тектонических нарушений. Модульный принцип развития системы позволяет организовать независимую разработку различных функциональных элементов системы. Создание новых дополнительных модулей – это основное направление в дальнейшем развитии DV-Geo.

Все объекты модели данных DV-Geo разбиты на четыре основные группы. Это:

- Скважины и связанная с ними геофизическая информация, включающая в себя: координаты скважин, инклинометрию, кривые ГИС, результаты интерпретации ГИС, данные корреляции разрезов скважин, данные керны, данные

ГИС-контроль, информацию о конструкции скважин (Рис. 2);

- Карты, структурные поверхности и поверхности нарушений, карты атрибутов и подсчетных параметров, полигоны зон и объектов, линии нарушений, изолинии (Рис. 3);
- Трехмерный структурный каркас, литологическая и параметрическая модели (Рис. 4). Это геологические кубы, включающие в себя литологическую модель и петрофизические параметры, необходимые для дальнейшего подсчета запасов, а также кубы на укрупненных сетках, готовые для передачи в пакеты гидродинамического моделирования;
- Данные добычи и результаты моделирования давлений и нефтенасыщенности во времени (Рис. 5). Кроме геолого-геофизических данных в DV-Geo могут быть использованы данные, получаемые в ходе эксплуатации месторождения. Это различные промысловые графики, сведения о работе и назначении скважин. Эти данные изменяются во времени, поэтому для их исследования в DV-Geo введена временная пространственная координата T. Это означает, что модель данных DV-Geo поддерживает четырехмерное пространство XYZT.

Объединение в едином инструментальном пространстве всей совокупности выше перечисленных данных позволяет пользователям в рамках единого проекта решать следующий спектр задач:

- Анализ и верификация загруженных данных;
- Ручная и автоматическая корреляция разрезов скважин;
- Интерпретация и увязка керна;
- Интерпретация ГИС;
- Обоснование флюидных контактов;
- Статистическое исследование данных; ►

- Построение структурного каркаса и 2D моделирование;
- Трехмерное литологическое и петрофизическое моделирование;
- Анализ и картирование трехмерных объектов;
- Подсчет запасов;
- Подготовка отчетной документации;
- Ремасштабирование трехмерной геологической модели для передачи в пакеты гидродинамического моделирования;

При построении геологической модели возможно использование детерминистского или стохастического подходов с использованием принципиальных моделей. Принципиальная модель представляет собой предварительно подготовленный набор карт эффективных толщин и свойств моделируемого объекта, составленных геологом на основе имеющейся у него объективной информации и, возможно, включающей в себя субъективные суждения о ее формировании. В процессе моделирования, принципиальная модель может быть использована как трендовая составляющая с преимущественным весом среди применяемых для моделирования исходных данных[5].

Для построения трехмерной геологической модели в DV-Geo реализован широкий набор алгоритмов двумерного и трехмерного моделирования, которые представлены далее в соответствии с основными этапами технологического процесса.

#### Структурное моделирование:

- Весовая интерполяция;
- Сплайновая интерполяция;
- 2D Крингинг;
- 2D последовательная стохастическая симуляция;

#### Литологическое моделирование:

- Весовая интерполяция;
- 3D Последовательная стохастическая симуляция;
- Индикаторная 3D симуляция;
- 3D косимуляция;
- 3D Объектное стохастическое моделирование.

#### Параметрическое моделирование:

- 3D весовая интерполяция по индикаторному кубу;
- Крингинг;
- Последовательная симуляция и косимуляция по индикаторному кубу;

Все алгоритмы разработанные в DV-Geo учитывают следующие требования:

- Возможность работы при неравномерном распределении скважин по площади;
- Возможность моделирования с учетом нарушений;
- Возможность моделирования латеральной макро анизотропии;
- Возможность учета трендовых данных;
- Надежная работа при большем числе скважин и дополнительных контрольных точек.

Разнообразие алгоритмов позволяет добиться значительной гибкости в поиске решения задачи построения геологических моделей для широкого набора исходных данных и требований геологов.

Кроме всего прочего DV-Geo предоставляет пользователю возможность проведения различных вычислительных процедур с объектами исходных данных ►

## Программный комплекс DV-GEO.

### Структура.

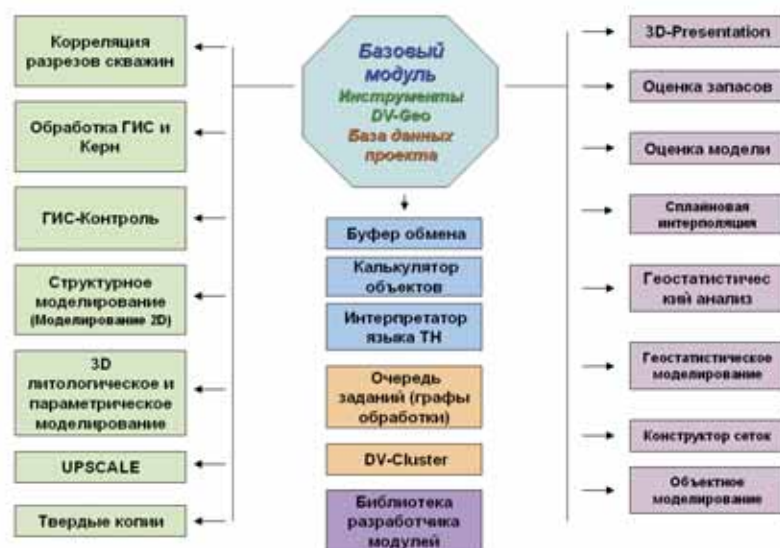


Рис.1 Структура программного комплекса DV-Geo

## Программный комплекс DV-GEO.

### Модель данных.

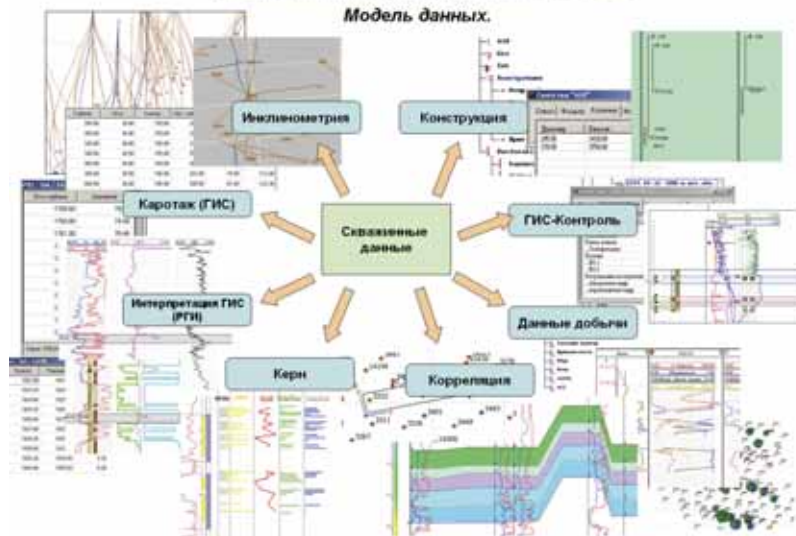


Рис.2 Скважинные данные

## Программный комплекс DV-GEO.

### Модель данных.

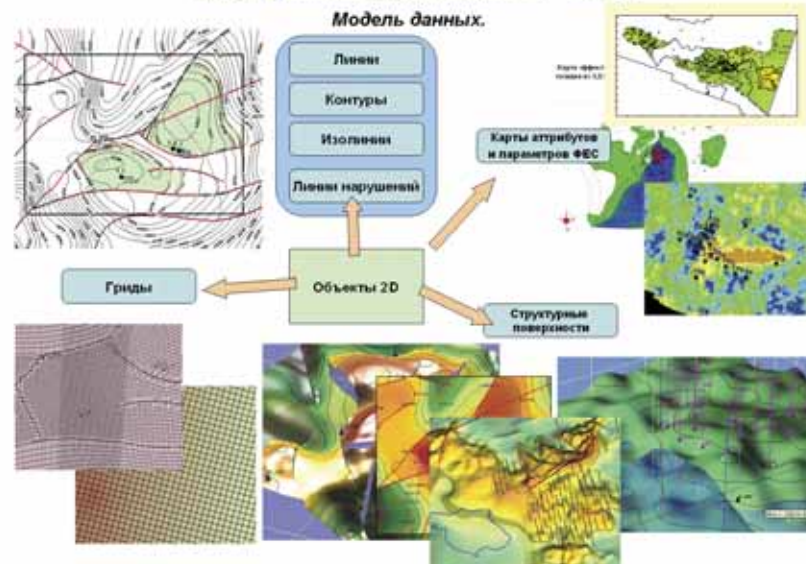
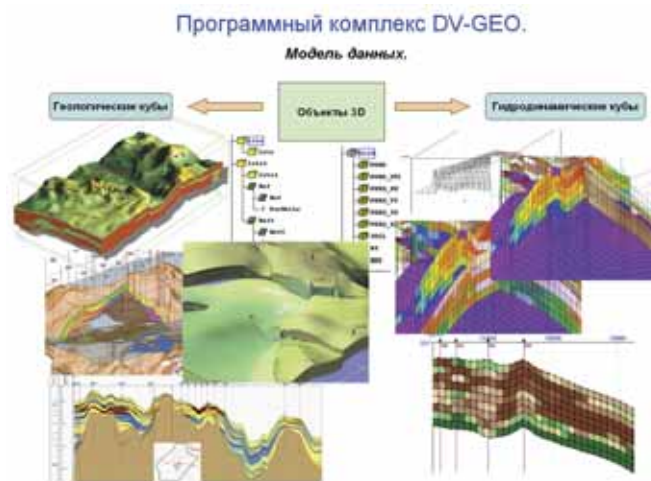


Рис.3 Двухмерные объекты





**Рис.4 Трехмерная геологическая модель**



**Рис.5 Данные добычи и результаты гидродинамического моделирования**

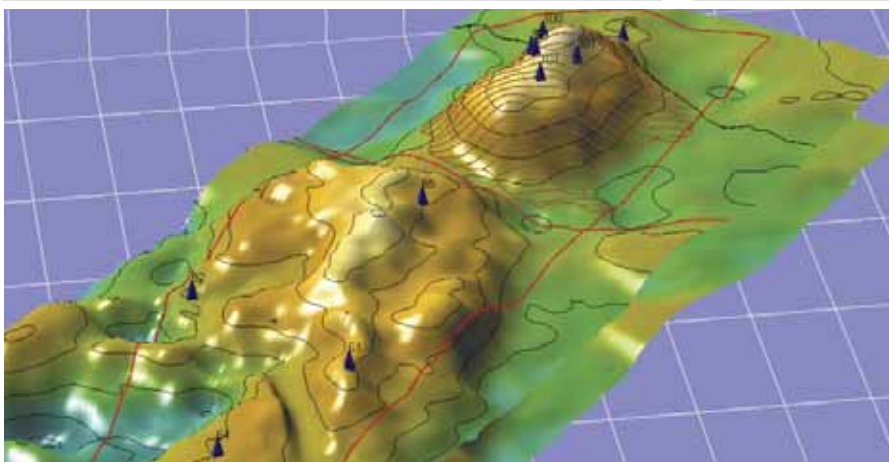
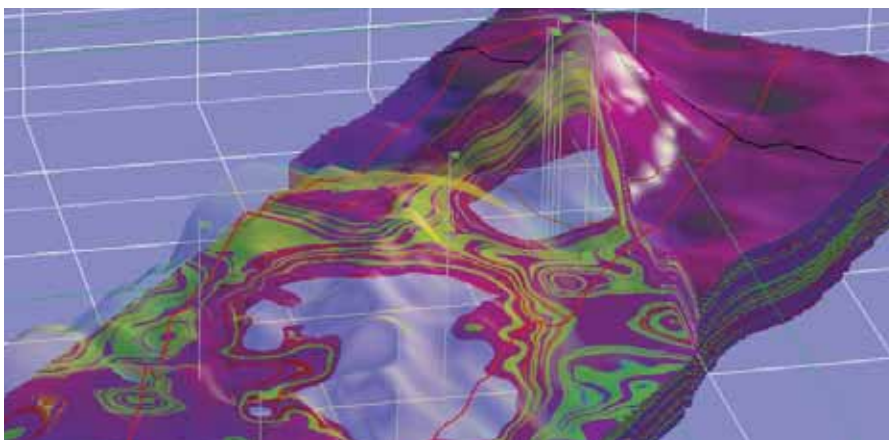
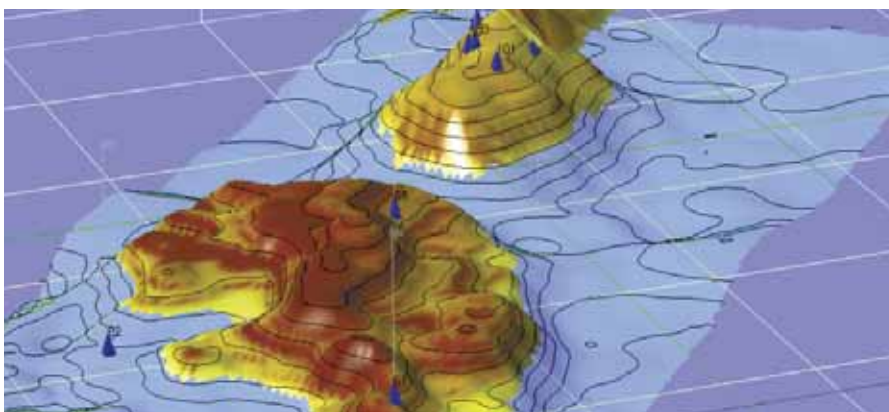


Рис.6 Пример структурного каркас геологической модели



**Рис.7 Пример литологической модели**



**Рис.8 Пример куба одного из подсчетных параметров (нефтенасыщенности)**

и результатами геологического моделирования. Для этого в системе реализован мощный, функционально расширяемый калькулятор объектов и встроенный интерпретатор языка программирования.

В заключении хочется отметить, что с использованием программного комплекса DV-Geo в ЦГЭ выполнено более сотни проектов по построению и поддержке 2D и 3D геологических моделей и подсчета запасов. Среди них и трехмерная модель уникального Самотлорского месторождения в западной Сибири. А также ряд месторождений в республиках Казахстан, Узбекистан, Вьетнам, Алжирской Республики, Китайской Народной Республики (Ин-Дай), Республики Ирак. Этот программный комплекс, является базовым инструментом на большинстве рабочих мест геологов интерпретаторов нашей организации. Более 100 лицензий программного комплекса установлено в различных сервисных компаниях отрасли. Кроме ОАО «ЦГЭ» система DV-Geo используется в НК «Роснефть», ОАО «ВНИИнефть», ОАО «Самаранипинефть» и других организациях. ■

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Заревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. – Москва: ООО ИПЦ «Маска», 2009.
2. Новые технологии при построении цифровых геологических моделей месторождений углеводородов Кашик А.С., Билибин С.И., Гогоненков Г.Н., Кириллов С.А. журнал «Технологии ТЭК», № 3 2003
3. Гогоненков Г.Н., Ковалевский Е.В. DV-Geo, DV-Discovery, DV-Seisgeo - системы геологического моделирования, разработанные в России «Недропользование XXI век», № 4, 2007.
4. Гогоненков Г.Н., Ковалевский Е.В. Системы геологического моделирования семейства DV «Нефтяное хозяйство», № 10, 2007.
5. Перепечкин М.В., Билибин С.И. Технологии использования принципиальных моделей при проведении этапа литологического моделирования залежи углеводородов в программном комплексе DV-Geo.:МГНЦ, ВНИИ Геосистем, Геоинформатика. №1. 2007.