

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ GEOPLAT PRO-G (DV-GEO)

М. В. Перепечкин

ООО «ГридПоинт Дайнамикс»
Москва, Россия
e-mail: m.perepechkin@gpd.email

Рассматривается геологическое моделирование, мощный инструмент получения качественных, глубоких и достоверных знаний о строении и свойствах природных резервуаров углеводородов. Мировая практика последних десятилетий показала, что массовое внедрение технологий построения цифровых геологических моделей привело к огромному прогрессу в названной сфере. Статья описывает структуру программного комплекса трехмерного цифрового геологического моделирования Geoplat Pro-G, его базовые характеристики, модули и алгоритмы, его место в линейке программных комплексов Geoplat.

Ключевые слова: Geoplat Pro-G, DV-Geo; геологическое моделирование; природные резервуары углеводородов.

NATURAL HYDROCARBON RESERVOIR GEOMODELING TECHNOLOGY IN PROGRAM COMPLEX GEOPLAT PRO-G (DV-GEO)

M. V. Perepechkin

«GridPoint Dynamics» JSC
Moscow, Russia

Geological modeling is a powerful tool for obtaining high-quality, deep and reliable knowledge about the structure and properties of natural hydrocarbon reservoirs. World practice of the last decades has shown that the mass adoption of digital technologies for construction of geological models has led to tremendous progress in this field. The article describes the structure of Geoplat Pro-G program complex for three-dimensional digital geological modeling, its basic features, modules and algorithms, and the place of this complex in the line of Geoplat software systems.

Keywords: Geoplat Pro-G, DV-Geo; geological modeling; natural hydrocarbon reservoirs.

Геологическое моделирование является важным этапом в формировании знаний о строении подповерхностного пространства. Мировая практика последних десятилетий показала, что массовое внедрение технологий построения цифровых геологических моделей является кардинальным решением проблемы качественного, глубокого и

достоверного изучения месторождений полезных ископаемых. Прежде всего это касается месторождений нефти и газа [1].

Являясь сравнительно новым научным направлением, технология построения цифровых геологических моделей бурно развилась в самостоятельную отрасль программного обеспечения. Произошел рост от научно исследовательских разработок небольших коллективов до интегрированных программных комплексов таких ведущих игроков нефтегазовой отрасли, как Schlumberger, Roxar (Emerson), Paradigm и др. Современные программные комплексы представляют собой решения, включающие полную линейку приложений, используемых на этапах поиска, разведки, и разработки месторождений углеводородов. Диаграмма, показывающая последовательность этапов освоения месторождений, решаемые на этих этапах задачи обработки геофизических данных и моделирования природных объектов, а также названия применяемых программных комплексов, приведена на рис. 1.

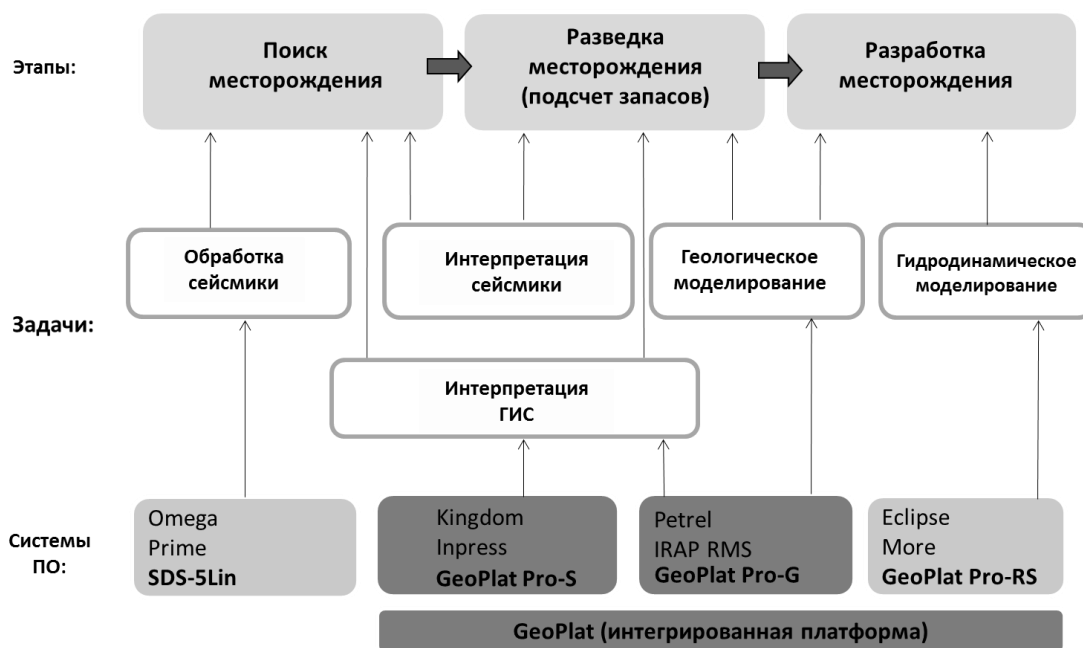


Рис. 1. Последовательность этапов и задач обработки геофизических данных, программные комплексы

В показанный ряд входят российские комплексы Geolpat, разработка которых ведется в компании «ГридПоинт Дайнамикс». В состав линейки Geolpat входят комплексы интерпретации данных сейсморазведки Pro-S, геологического моделирования Pro-G и гидродинамический симулятор Pro-RS. Необходимо отметить, что комплексы геологического моделирования Pro-G и сейсмической интерпретации Pro-S созданы на основе известных программных систем DV-Geo и DV-Discovery, разработка которых велась в Центральной геофизической экспедиции (ЦГЭ) с 1995 по 2015 г. [2]. В данной статье рассматривается комплекс Pro-G, предназначенный для построения трехмерных геологических моделей залежей углеводородов на основе данных интерпретации сейсморазведки, данных геофизических исследований скважин, данных керна, априорных данных о принципиальной модели.

Цель любой технологии заключается в том, чтобы разложить процесс достижения результата на составные элементы. Объектная модель, состав алгоритмов, исполь-

зубые методики содержат множество элементов, в результате применения которых полученная цифровая трехмерная геологическая модель согласуется с исходными данными и фундаментальными научными принципами. Затем такого рода модель используется для подсчета объемных характеристик запасов, а также для моделирования процесса разработки месторождения.

Построение геологической модели включает ряд взаимосвязанных этапов: сбор и анализ исходных данных, интерпретацию ГИС, корреляцию разрезов скважин, структурное, литологическое, параметрическое моделирование, палеотектонический анализ, обоснование межфлюидных контактов, оценку и подсчет запасов, создание отчетной документации и т. д. В процессе геологического моделирования могут быть задействованы результаты интерпретации данных сейсморазведки в виде структурных карт и прогнозных кубов параметров пласта. Также могут использоваться данные предыдущих этапов моделирования объекта, данные, полученные в процессе эксплуатации месторождения, а также данные гидродинамического моделирования. Цель программного комплекса – увязать все составляющие в единую интегрированную гибко управляемую среду разработки, которая помимо прочего дополнительно предоставляла бы возможности расширения базового набора процедур и давала возможность проведения научно-исследовательской работы. Понимание этого процесса и задач, возникающих в процессе моделирования, в конечном итоге определило общую технологическую структуру программного комплекса Geoplat Pro-G (рис. 2).

База данных проекта предназначена для одновременного хранения и манипуляции большим числом разнородных исходных данных и данных, полученных в результате интерпретации и моделирования. Все данные строго типизированы и отображены в объектную модель. Задача объектной модели – связать физические наборы данных с их логическим образом в пользовательской среде программы, встроенном языке программирования и инструментах визуализации.

Технология программного комплекса включает в себя развитую подсистему встроенного языка программирования. Язык программирования дает возможность решать различные задачи, от загрузки данных из нестандартных источников до организации различных алгоритмов обработки данных. Множество процедур обработки данных внутри пакета реализовано непосредственно с использованием встроенного языка программирования.

Следующим важным компонентом любой системы интерпретации геофизических данных является подсистема интерактивных инструментов визуализации. Инструменты обеспечивают динамическую связь таким образом, что вносимые пользователем изменения данных посредством одного из инструментов (или алгоритмов обработки) адекватным образом отображаются на всех одновременно используемых пользователем инструментах интерпретации. Так как разные инструменты интерпретации могут отображать данные в разном виде, т. е. показывать их различные свойства, их согласованная работа многократно усиливает возможности интерактивной обработки данных программы.

Базовые модули пакета представляют наборы различных алгоритмов для решения задач технологической цепочки построения геологической модели. Некоторые базовые модули глубоко интегрированы в инструменты визуализации. Это модули для решения задач корреляции и интерпретации ГИС, обработки ГИС и керна, статистического исследования данных, структурного и литологического моделирования, параметрического моделирования, картопостроения, подсчета запасов, ремасштабирования, ГИС-контроля скважин.

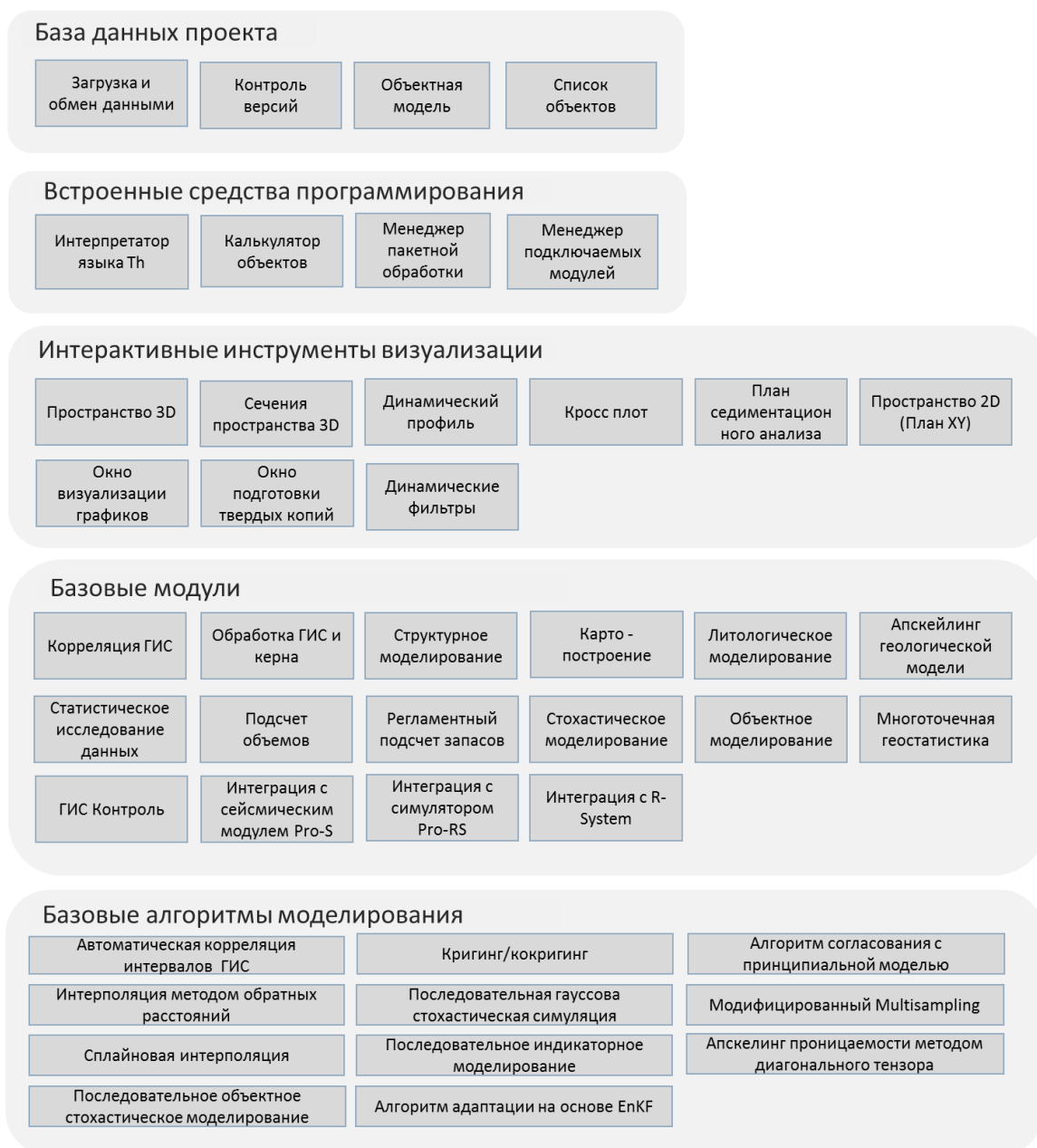


Рис. 2. Технологическая структура программного комплекса Geoplat Pro-G

Например, детальная корреляция ГИС может выполняться в ручном или полуавтоматическом режиме на профиле скважин с привлечением только каротажного материала. Также для решения этой задачи может быть использован алгоритм автоматической корреляции интервалов скважин по данным ГИС, результатом которого является «трехмерная визуальная среда» [3]. Использование при детальной корреляции трехмерной визуальной среды значительно улучшает качество получаемого результата. Для построения структурной, литологической и параметрической модели залежи предусмотрен набор модулей, соответствующий базовым стандартам отрасли. Данный инструментарий дает возможность создавать как детерминированные, так и стохастические модели.

Особое место занимает возможность интеграции с программами сторонних разработчиков. Существует целый пласт разработок, относящихся к сегменту свободного программного обеспечения. Некоторые из них являются мощными инструментами анализа и интерпретации разнообразных массивов данных, нашедшими применение для решения задач, связанных с изучением и моделированием месторождений полезных ископаемых [4].

Для примера рассмотрим систему статистического анализа данных R-System. Задача интеграции с ней реализуется следующим образом – на встроенном языке пакета Geoplat Pro-G создается модуль пост-пре процессинга данных к расчетному модулю, реализованному на языке программирования системы R. Сам расчетный модуль и модуль пре-пост процессинга распространяется среди пользователей системы Geoplat Pro-G в исходных кодах, а система R-System скачивается и устанавливается пользователем самостоятельно на условиях лицензии свободного ПО. Данный подход очень гибок и позволяет как разработчикам, так и пользователям системы геологического моделирования получить значительные преимущества от возможности совместного использования двух систем, несмотря на то что одна из них базируется на коммерческой лицензии, а другая на лицензии свободного ПО.

Несколько слов необходимо сказать про алгоритмическую базу. Набор алгоритмов включает как общепринятые в отрасли, так и оригинальные разработки авторов программного комплекса. Среди оригинальных разработок стоит отметить уже упоминавшийся выше алгоритм автоматической корреляции интервалов ГИС, модифицированный метод многоточечного статистического моделирования [5] и алгоритм согласования трехмерной литологической модели объекта с его априорной двухмерной принципиальной моделью [6].

В итоге ключевые особенности программного комплекса Geoplat Pro-G можно охарактеризовать следующим образом. Это возможности использования огромного количества данных одновременно с работой стандартных и нестандартных алгоритмов построения трехмерных моделей. Это наличие большого программного инструментария, широкого круга вспомогательных опций и подпрограмм, эвристических алгоритмов, уже созданного, а также непрерывно пополняемого в интерактивном режиме, когда геолог (геофизик) выступает как программист. Это возможность постоянного возврата к ранее выполненным работам по корреляции, обработке ГИС и прогнозу свойств при появлении новых скважин. И так далее, и тому подобное. Основная концепция использования программного комплекса Geoplat Pro-G – доступность всех исходных данных и результатов моделирования, их комплексный анализ и полное согласование на всех этапах [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Билибин С. И. Технология создания и сопровождения трехмерных цифровых геологических моделей нефтегазовых месторождений: автореф. дис. ... доктора техн. наук: 25.00.10. Москва : РГГУ, 2010. 46 с.
2. Система геологического моделирования DV-Geo как пример российского инновационного бизнеса / А. С. Кашик [и др.] // Экспозиция «Нефть Газ». 2011. № 5/Н. С. 11–15.
3. Кашик А. С., Гогоненков Г. Н., Перепечкин М. В., Ковалевский Е. В. Корреляция скважин в трехмерной визуальной среде // Первая международная научно-практическая конференция для геологов и геофизиков. Проблемы геологии и геофизики нефтегазовых бассейнов и резервуаров. Сочи–2011, 3–7 мая 2011 г.

4. Дегтерев А. Ю. Проблемы и перспективы использования свободного программного обеспечения (СПО) при решении геолого-геофизических задач // Экспозиция «Нефть Газ». 2011. № 4. С. 55–60.
5. Волкова М. С. Стохастическое моделирование на основе многоточечной статистики с применением сейсмических атрибутов в качестве обучающих образов // Геофизика. 2016. № 6. С. 68–73.
6. Билибин С. И., Перепечкин М. В. Технологии использования принципиальных моделей при проведении этапа литологического моделирования залежи углеводородов в программном комплексе DV-Geo // Геоинформатика. 2007. № 2.