

МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ, ИНСТРУМЕНТАРИЙ ТЕСТИРОВЩИКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Таранчук В. Б.

Кафедра компьютерных технологий и систем, Факультет прикладной математики и информатики,
Белорусский государственный университет
Минск, Республика Беларусь
E-mail: taranchuk@bsu.by

Обсуждаются вопросы проектирования, разработки, инструментального наполнения, использования интегрированного программного комплекса тестировщика цифровых геологических и геоэкологических моделей. Отмечены преимущества предложенной технологии сборки компонент комплекса путем синтеза программных модулей систем компьютерной алгебры и географических информационных систем. Излагаются методические и технические решения задач обработки исходной информации, построения, анализа эталонных и аппроксимирующих реальные объекты цифровых полей распределений параметров, характеризующих геологические тела, с возможностями имитации типичных элементов и особенностей таких распределений. Иллюстрируются несколько вариантов одномерной, двумерной и трехмерной интерактивной визуализации изучаемых моделей, сопоставления результатов и оценки точности.

ВВЕДЕНИЕ

Построение цифровых геологических, геоэкологических моделей стало в настоящее время обязательной составляющей экспертных заключений в ряде сфер деятельности, в частности, при ведении государственного мониторинга состояния окружающей среды, недр, в задачах рационального использования минерально-сырьевой базы, в проектах защитных мероприятий, связанных с описанием рельефа и инженерно-геологического строения местности, при планировании подземных хранилищ газа. Особую роль геологические модели имеют при обосновании проектов разработки месторождений углеводородов. Современная геологическая модель содержит обобщенное описание состава, структуры, формы изучаемых объектов, состояния изучаемого фрагмента земной коры на разных стадиях. Она включает не только описание, рисунок геологического строения, но и цифровые характеристики, обеспечивающие получение с необходимой точностью и графическую визуализацию объемного распределения в пространстве структурно-вещественных комплексов модели. Геологическое моделирование является самостоятельным направлением, которое предполагает развитие математических методов и алгоритмов; разработку компьютерных программ, обеспечивающих цикл построения моделей, наполнения и сопровождения баз данных. Соответствующее программное обеспечение включает загрузку из разных источников и предобработку данных, корреляцию, формирование цифровых кубов фильтрационно-емкостных свойств, интерактивный анализ данных, визуализацию с применением графики любого типа, картопостроение. Построение цифровых геологических моделей является в странах СНГ относительно моло-

дым направлением, оно активно развивается, но пока крупные государственные и частные компании потребители соответствующих программных комплексов предпочитают разработки мировых лидеров. Актуальной является задача разработки и внедрения альтернативных компьютерных геологических моделей. Одной из важнейших составляющих при этом является задача оценки адекватности и точности предлагаемых цифровых моделей, ключевыми являются вопросы автоматизации настройки, адаптации моделей с учетом постоянно поступающих дополнительных данных, а также ревизии результатов обработки исходной информации с использованием новых методов интерпретации.

Программирование, реализация алгоритмов построения и адаптации геологических моделей трудоемко, предполагает использование уникальных математических методов. Представляется, что в настоящее время при создании геологических моделей эффективным, относительно быстрым по времени будет подход, основанный на сочетании и интеграции в единый программный комплекс модулей современных версий систем компьютерной алгебры (СКА) и географических информационных систем (ГИС). При этом следует понимать, что для решения задач обработки исходных данных, в частности, результатов дистанционного зондирования, сейсмо- и магниторазведки, моделирования, никакая конкретная ГИС не является полным набором пространственно-аналитических методов и средств анализа. Во многих случаях приходится комбинировать инструменты ГИС с программами статистического анализа данных, средствами для математически сложных вычислений, включающих реализации современных методов, алгоритмов анализа и интерпретации пространственных данных.

Следует констатировать, что до настоящего времени обсуждаются разные концепции, алгоритмы обработки и интерпретации данных, методы создания и адаптации компьютерных геологических моделей.

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Предлагаемые и реализованные методические и технические решения, программные компоненты, которые включены в интегрированный компьютерный комплекс «Генератор геологической модели залежи» (ГГМЗ) изложены в [1]. Назначение комплекса – создание и оценки точности настраиваемых геологических моделей на основе применения СКА, ГИС, «умных» методов адаптации моделей в процессе их эксплуатации, «самонастройки» моделей с учётом дополняемых данных фактического развития процессов. Платформа разработки комплекса – система компьютерной алгебры *Mathematica* [2], язык *Wolfram Language* [2, 3], геоинформационная система *Golden Software Surfer* [4]. При программировании на языке *Wolfram Language* реализованы технические решения, описанные в [5 – 8], причем программный комплекс в конкретной конфигурации может эксплуатироваться после сборки и сохранения в формате вычисляемых документов *CDF* [9]. Расчеты, работа пользователя с *CDF* версией приложения возможна на любом персональном компьютере. При работе с *CDF* версией, размещенной на вебсервере, программа просмотра и взаимодействия с пользователем автоматически подгружается в виде плагина браузера. Автономная работа с ГГМЗ на персональном компьютере возможна после инсталляции свободно распространяемого *CDF Player*. Варианты дополнительных настроек, обеспечивающих интерактивность *CDF* версии, изложены в [10, 6].

II. КОМПОНЕНТЫ КОМПЬЮТЕРНОГО КОМПЛЕКСА ГГМЗ

В программном комплексе ГГМЗ реализованы следующие компоненты и средства:

- инструменты и шаблоны для подготовки эталонной модели цифрового поля, отвечающего оговоренным свойствам;
- средства и несколько вариантов модулей «искажения» эталонной модели;
- инструменты имитации «съема» данных, которые используются в практике;
- модули расчета, визуализации, сопоставления аппроксимирующих цифровых полей несколькими разными методами;
- инструменты и модули адаптации («доводки») формируемой цифровой модели.

Этапы подготовки типовой эталонной модели, инструменты визуализации моделей, инструменты имитации сбора данных и картопостроения, результаты работы предложенного и запро-

граммированного алгоритма адресного уплотнения сейсмических профилей описаны в [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе будут изложены и проиллюстрированы примерами инструменты автоматизированного рабочего места специалиста, который в вычислительных экспериментах может выполнять анализ и адаптацию цифровых полей применительно к задачам формирования геологических моделей. Разработанный многофункциональный интегрированный компьютерный комплекс дает возможности манипулирования исходными данными, сопоставления цифровых геологических моделей, формирования эталонов, подготовки наборов данных для возможных интерпретаций экспертов, анализа получаемых разными способами результатов.

III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таранчук, В. Б. Программный комплекс адаптации геологических моделей. Концепция, решения, примеры реализации / В. Б. Таранчук // Проблемы физики, математики и техники. –2017. –№ 3 (32). –С. 81–90.
2. Wolfram *MATHEMATICA*. Наиболее полная система для современных технических вычислений в мире [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.wolfram.com/mathematica>. – Дата доступа: 9.09.2017.
3. Таранчук, В. Б. Основы программирования на языке Wolfram : учеб. материалы для студентов фак. прикладной математики и информатики спец. 1-31 03 04 «Информатика» / В. Б. Таранчук // Минск: БГУ, 2015. – 49 с.
4. SURFER [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.goldensoftware.com/products/surfer>. – Дата доступа: 9.09.2017.
5. Таранчук, В. Б. Возможности и средства Wolfram Mathematica для разработки интеллектуальных обучающих систем / В. Б. Таранчук // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика: –2015. –№ 1 (198) том 33. –С. 102–110.
6. Таранчук, В. Б. Особенности функционального программирования интерактивных графических приложений / В. Б. Таранчук // Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия, раздел Математика: –2015. –№ 6 (128). –С. 178–189.
7. Таранчук, В. Б. О подготовке и распространении на базе системы Mathematica интерактивных графических приложений / В. Б. Таранчук, В. А. Куликович // Информатизация образования: –2015. – № 1 (75). –С. 3–13.
8. Taranchuk, V. B. Development of interactive teaching materials for computer mechanics / V. B. Taranchuk, M. A. Zhuravkov // Vestnik BGU. Ser. 1, Fiz. Mat. Inform. –2016. –№ 3. –С. 97–107 (in Engl.).
9. *CDF*. Формат вычисляемых документов – Документы оживают благодаря возможностям вычислений [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.wolfram.com/cdf>. – Дата доступа: 9.09.2017.
10. Таранчук, В. Б. О создании интерактивных образовательных ресурсов с использованием технологий Wolfram / В. Б. Таранчук // Информатизация образования. –2014. –№ 1 (73). –С. 78–89.