

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Таранчук В. Б., Таранчук В. В

Кафедра компьютерных технологий и систем, Факультет прикладной математики и информатики,
Белорусский государственный университет,

НИИ прикладных проблем математики и информатики Белорусского государственного университета
Минск, Республика Беларусь

E-mail: taranchuk@bsu.by, victoria_t@tut.by

Обсуждаются вопросы использования интегрированного программного комплекса составителя цифровых геологических, геоэкологических моделей. Примерами иллюстрируются методы и инструменты оценки точности цифровых моделей, интерактивной графической визуализации, сопоставления результатов.

ВВЕДЕНИЕ

Построение цифровых геологических, геоэкологических моделей является обязательной составляющей экспертных заключений в ряде сфер деятельности ([1] – [3]). Современная геологическая модель содержит обобщенное описание состава, структуры, формы объектов, состояния изучаемого фрагмента земной коры на разных стадиях. Она включает описание геологического строения, цифровые характеристики, обеспечивающие получение и графическую визуализацию объемного распределения структурно-вещественных комплексов и компонент модели. Соответствующее программное обеспечение компьютерных геологических моделей включает загрузку из разных источников и предобработку данных, корреляцию, формирование цифровых кубов фильтрационно-емкостных свойств, интерактивный анализ данных, визуализацию с применением графики разных типов, картопостроение.

Создание цифровых геологических моделей является относительно молодым направлением. Оно активно развивается. Одной из важнейших составляющих при этом является оценка адекватности и точности предлагаемых цифровых моделей, ключевыми являются вопросы автоматизации настройки, адаптации моделей, их сопоставления и оценки точности.

Моделирование объектов геологии предполагает использование сложных математических методов; программирование, реализация алгоритмов построения и адаптации геологических, геоэкологических моделей трудоемко; для поддержания подобных программных продуктов в актуальном состоянии, отвечающем постоянно возрастающим аппаратным возможностям, нужен большой коллектив опытных программистов ([2], [3]). Учитывая текущие возможности по обеспеченности системами компьютерной математики, более эффективным будет подход, основанный на 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, 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, алгоритмов анализа и интерпретации пространственных данных.

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В [2], [3] описаны предложенные и реализованные методические и технические решения, программные компоненты, которые включены в разработанный интегрированный компьютерный комплекс «Генератор геологической модели залежи» – ГГМЗ. Назначение комплекса тестирование, оценки точности настраиваемых геологических моделей на основе применения СКА, ГИС, «умных» методов адаптации моделей в процессе их эксплуатации, «самоастройки» моделей с учетом дополняемых данных фактического развития процессов. Разработка и функциональное наполнение комплекса ГГМЗ осуществлены с использованием системы компьютерной алгебры Wolfram Mathematica ([4], [5]) и геоинформационной системы Golden Software Surfer. При программировании в системе Mathematica модулей графики реализованы технические решения, описанные в [6] – [8]. Предусмотрена возможность, когда программный комплекс в конкретной конфигурации может эксплуатироваться после сборки и сохранения в формате вычисляемых документов CDF [9]. Расчеты и работа пользователя с CDF версией приложения возможны на любом персональном компьютере. При просмотре CDF версии, размещенной на вебсервере, программа просмотра автоматически подгружается в виде плагина браузера. Автономная работа с ПК возможна после инсталляции свободно распространяемого компонента CDF Player. Варианты дополнительных настроек, обеспечиваю-

щих интерактивность CDF версии, изложены в [7], [8].

Следует понимать, что создание и сопровождение геологической модели не предполагают нахождения единственного решения некоторой математической задачи. Субъективное мнение, квалификация эксперта – факторы, всегда присутствующие в подобной деятельности [1]. При создании моделей приходится оперировать с данными, точность которых различна, а некоторые исходные данные вовсе противоречивы; на разных участках плотность данных с замерами значительно различается. Поэтому для построения цифровых моделей важно иметь большой набор инструментов интерактивной обработки данных, имитации возможных ситуаций получения и коррекции входной информации, модули математической обработки данных. Система Mathematica обеспечивает пользователей широким набором встроенных функций численного анализа [10], методов и функций статистического анализа [11]. Требуемые функции подключаются в ГГМЗ простыми обращениями. Все этапы работы с данными в комплексе включают разнообразные варианты графической визуализации, протоколирование и сопоставление получаемых или помещенных в архив результатов [12], [7], [8]. Инструменты комплекса обеспечивают пользователя возможностями «поиграть» исходными данными и сопоставить результаты с подготовленными эталонами, причем, с возможностями импорта и экспорта данных и изображений, масштабирования. Широкие возможности обмена данными важны для одновременной работы в нескольких программных средах.

II. МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА ПОГРЕШНОСТЕЙ

В комплексе ГГМЗ для визуализации моделей и их сопоставления реализованы более десяти вариантов 1D, 2D и 3D графики, в том числе модули получения и оформления карт и вставок на них, графиков на профилях, 3D визуализации возможных разрезов (вертикальные, горизонтальные), простых и сложных отсечений. Основные возможности программных модулей визуализации для нескольких типичных примеров описаны в упомянутых выше статьях [2], [3]. В настоящей работе в дополнение иллюстрациям, которые дают только общее представление об отличиях форм поверхностей, описаны инструменты получения и визуализации на формируемых картах невязки различий рассчитываемых разными способами или по отличающимся исходным данным восстанавливаемых пространственных цифровых полей. Из карт распределения невязки хорошо видно, какие участки воспроизводятся с превышением, какие с понижением. Также описаны инструменты получения числовых значений отклонений для интегральных оценок по выделяемым областям и участкам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе будут изложены и проиллюстрированы примерами предложенные и обоснованные методические и технические решения, рекомендации анализа погрешностей создаваемых и сопровождаемых цифровых геологических моделей. Акцентируется внимание на необходимости при компьютерном моделировании и оценке его качества, как визуального, так и числового сопоставления результатов, расчета и выявления интегральных и локальных характеристик ошибок.

III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Халимов, Э. М. Детальные геологические модели и трехмерное моделирование, Нефтегазовая геология. Теория и практика / Э. М. Халимов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. –2012. –№ 3 (7). –С. 1–10.
2. Taranchuk, V. V. The integrated computer complex of an estimation and adapting of digital geological models / V. V. Taranchuk // *Studia i Materialy*. Volume 14. –2017. –№ 2. –С. 73–86 (in Engl.)
3. Таранчук, В. Б. Интегрированный программный комплекс тестировщика геологических моделей / В. Б. Таранчук // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. –2017. –№ 16 (265). –С. 148–159.
4. Таранчук, В. Б. Введение в язык Wolfram : учеб. материалы для студентов фак. прикладной математики и информатики спец. 1-31 03 04 «Информатика» / В. Б. Таранчук // Минск: БГУ, 2015. – 51 с.
5. 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.
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. 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.
8. Taranchuk, V. V. Methods and tools of development of interactive teaching materials on the computer mechanics / V. V. Taranchuk, M. A. Zhuravkov // *Studia i Materialy*. –2016. –№ 11. –С. 69–83 (in Engl.).
9. 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.
10. Морозов, А. А. Программирование задач численного анализа в системе Mathematica : учеб. пособие / А. А. Морозов, В. Б. Таранчук // Минск : БГПУ – 2015. – 145 с.
11. Таранчук, В. Б. О возможностях и инструментах реализации вероятностно-статистических методов в системе Mathematica / В. Б. Таранчук // Теория вероятностей, случайные процессы, математическая статистика и приложения : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию проф., д-ра физ.-мат. наук Г.А. Медведева, Минск : РИВШ, 2015. –С. 320–325.
12. Таранчук, В. Б. Графический сервис вычислительного эксперимента : учеб.-метод. пособие / В. Б. Таранчук // Минск : БГУ –2009. – 124 с.