

виброустойчивой инструментальной системы / «Труды Международной научно-технической конференции «МТЕТ-2016». – Санкт-Петербург, 2016.

4. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1974. – 587 с. с ил.

5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. – Т.1. / А.М. Дальский [и др.] – М.: Машиностроение-1, 2001. – 912 с.

6. Уткин Н.Ф., Кижняев Ю.И. и др. Обработка глубоких отверстий. – Л.: Машиностроение Ленингр. отд-ние, 1988. – 269 с.

УДК 004.94

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕСТИРОВЩИКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

В.Б. Таранчук

Белорусский государственный университет

e-mail: taranchuk@bsu.by

Построение цифровых геоэкологических, геологических моделей является обязательной составляющей экспертных заключений в ряде сфер деятельности, в частности, при организации 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 строительства промышленных объектов. Особую роль геологические модели имеют при обосновании проектов размещения объектов энергетики. Геоэкологическое, геологическое моделирование является самостоятельным направлением, которое предполагает развитие математических методов и алгоритмов; разработку компьютерных программ, обеспечивающих цикл построения моделей, формирования, наполнения и сопровождения баз данных. Программные средства должны обеспечивать предобработку и интерактивный анализ данных, корреляцию, формирование цифровых кубов данных, визуализацию с применением графики разных типов, картопостроение. Одной из важнейших составляющих в геологическом моделировании 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 геоэкологических моделей трудоемко, предполагает использование уникальных математических методов. Представляется, что в настоящее время при создании компьютерных геологических моделей более эффективным, обеспечивающим заметно более низкие трудозатраты и 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 и алгоритмов анализа и интерпретации пространственных данных.

В работе [1] изложены предложенные и реализованные методические, технические и организационные решения создания программного комплекса ГГМЗ, описаны и проиллюстрированы примерами инструменты автоматизированного рабочего места специалиста, который в вычислительных экспериментах может выполнять подготовку эталонов, анализ и адаптацию цифровых полей применительно к задачам формирования геологических и геоэкологических моделей. Разработанная интегрированная компьютерная система дает возможности манипулирования исходными данными, сопоставления цифровых моделей, формирования библиотек эталонов, подготовки тестовых наборов данных для возможных интерпретаций экспертов, анализа получаемых разными способами результатов. В программном комплексе ГГМЗ реализованы следующие средства:

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

Следует понимать, что создание и сопровождение геоэкологической модели не предполагают нахождение единственного решения некоторой математической задачи. Субъективное мнение, квалификация эксперта – факторы, всегда присутствующие в подобной деятельности. При создании моделей приходится оперировать с данными, точность которых различна, а некоторые исходные данные вовсе противоречивы; на разных участках плотность данных наблюдений значительно различается. Поэтому для построения цифровых моделей важно иметь инструменты интерактивной обработки данных, имитации возможных ситуаций получения и коррекции входной информации, включая дополнение и прореживание, модули математической обработки и статистического анализа. Все этапы работы с данными в комплексе включают разнообразные варианты графической визуа-

лизации, протоколирование и сопоставление получаемых или помещенных в архив результатов. Инструменты разработанного и обсуждаемого в докладе комплекса ГГМЗ обеспечивают пользователя возможностями «поиграть» исходными данными и сопоставить результаты с подготовленными эталонами, возможности извлечения и дополнения библиотеки эталонов, причем, оператор системы обеспечен средствами импорта и экспорта данных и изображений, масштабирования. Широкие возможности обмена данными важны для одновременной работы в нескольких программных средах.

Основные инструменты визуализации моделей. В комплексе ГГМЗ реализованы более десяти вариантов 1D, 2D и 3D графики, соответствующие инструменты описаны в [2 - 4]. В частности, в комплексе есть модули получения и оформления карт и вставок на них (выкопировок), графиков на профилях, 3D визуализации возможных разрезов (вертикальные, горизонтальные), простых и сложных отсечений. При рассмотрении и анализе эталонные распределения контролируемых характеристик модели могут искажаться добавлением разных возмущений, в том числе с имитацией погрешностей измерений, регулярных и случайных шумов. Важно, что рассматриваемые распределения на первом этапе имеют полное математическое описание (графическая визуализация может быть сделана с любой требуемой точностью, в любом масштабе).

Визуализация профилей. Поясняются возможности получения в комплексе графиков геологических профилей. Отмечены основные варианты интерфейса. В приведенных примерах детализация распределения контролируемых характеристик осуществляется визуализацией с использованием 2D и 1D графики, показан вариант визуализации с использованием 3D и 1D графики.

Визуализация разрезов, сечений. В комплексе ГГМЗ есть интерактивные модули с панелями указания значений координат для 3D визуализации возможных разрезов (вертикальные, горизонтальные), отсечений (простые и сложные). Средства комплекса позволяют, зафиксировав какую-либо конфигурацию секущих плоскостей, просматривать 3D модель объекта интерактивно, меняя ракурс, масштаб, относительное положение; примеры соответствующих настроек приведены в [3, 4].

Конечно же, в число инструментов визуализации моделей входят карты изолиний и зон (плотности), примеры которых приведены в докладе.

Инструменты имитации сбора данных и картопостроения. При создании геоэкологических, геологических моделей основными источниками данных являются результаты дистанционного зондирования, сейсморазведки, грави- и магниторазведки. Направлением совершенствования технологии дистанционного зондирования является разработка и обоснование метода адресного уплотнения сейсмических профилей, трасс наблюдений. В докладе проиллюстрированы примерами средства генератора профиля наблюдения комплекса, которые могут использоваться при оценках эффектов оптимизации сети сейсморазведочных профилей, трасс наблюдений.

Рассматриваются варианты «ручной» работы (эксперт интерактивно определяет схему), и в автоматическом режиме, когда исполняющий модуль компонента «Адаптация», обрабатывая определенную исходную информацию, предлагает на выбор несколько вариантов схем наблюдений.

Резюмируя результаты можно отметить, что разработанная интегрированная компьютерная система дает возможности манипулирования исходными данными, сопоставления цифровых геологических моделей, формирования эталонов, подготовки наборов данных для возможных интерпретаций экспертов, анализа получаемых разными способами результатов.

Список использованных источников

1. Таранчук В.Б. Интегрированный программный комплекс тестирования геологических моделей / В.Б. Таранчук // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2017. – № 16 (265) том 43. – С. 148-159.

2. Таранчук В.Б. Графический сервис вычислительного эксперимента: учеб.-метод. пособие / В.Б. Таранчук. – Минск: БГУ, 2009. – 124 с.

3. 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.

4. 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. – No. 3. – P. 97-107 (in Engl.).

УДК 621.039(083.75)

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПАССИВНОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО РЕКОМБИНАТОРА ВОДОРОДА

В.В. Сорокин

Белорусский национальный технический университет

Для повышения противоаварийной устойчивости и безопасности современной АЭС с ВВЭР решающим элементом оказывается четвертый барьер – локализирующая система безопасности, с основным элементом – герметичным объемом. Для защиты барьера необходимо решить проблему, связанную с выходом большого количества водорода под оболочку при тяжелой аварии с возможностью воспламенения и взрыва [1–4].

Водород удаляют при помощи пассивных рекомбинаторов водорода [5, 6]. Для экспериментальной проверки работоспособности устройств невозможно создать среду адекватную аварийной, поэтому моделирование приобретает исключительно важное значение [3, 5, 7].

В качестве конкретного объекта моделирования выбран рекомбинатор с катализатором нанесенный на пластины фирмы Арева [5, 6]. Рекомбинатор состоит из металлического корпуса и кассеты. В кассете установлен ряд параллельных пластин, покрытых слоем платинового катализатора.