

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АКАДЕМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Шарафутдинов В. М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, Россия (685000, Магадан, ул. Портовая, 16), e-mail: seismolog@neisri.ru

Рассмотрены возможности применения информационных технологий для использования результатов академических исследования в процессе интерактивного обучения студентов по специальностям наук о Земле. В качестве примера таких технологий по сейсмичности и петрофизике приводятся разработанные в академическом институте (СВКНИИ ДВО РАН) геоинформационная система «Сейсмичность Магаданской области» (ГИС «СейсМО») и комплексная база геолого-петрофизических данных золоторудного месторождения Наталка (КБД «Наталка»). Структура ГИС «СейсМО» представлена базовым слоем, четырьмя статическими информационными слоями, шестью статическими интерпретационными слоями и двумя динамическими блоками. КБД «Наталка» содержит координированные данные (более 8 тысяч) по 4 иерархическим уровням, включает 49 графических и текстовых приложений, обладает запросом «Образцы&Геохимия», связывающим результаты замеров петрофизических параметров и геохимического анализа. Использование разработанных в академических институтах геоинформационных продуктов в процессе обучения студентов может, с одной стороны, резко повысить уровень их знаний в изучаемых областях, а с другой стороны, привить навыки практической работы с информационными технологиями.

Ключевые слова: сейсмичность, геоинформационная система, комплексная база геолого-петрофизических данных.

A GIS UTILIZATION ON PURPOSE TO APPLY THE ACADEMIC RESEARCH RESULTS IN THE PROCESS OF TEACHING STUDENTS

Sharafutdinov V. M.

North Easter Interdisciplinary Sciences Research Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia (685000, Magadan, Portovaia, 16), e-mail: seismolog@neisri.ru

A potential of GIS utilization on purpose to apply the academic research results in the process of the interactive teaching students who attend an "Earth Science" subject. As an example of the technologies used in seismic and petrophysics, created in academic institute (NEISRI FEB RAS) a GIS databases «Seismicity of Magadan Region» (GIS «SeisMO») and a complex database which holds geological-petrophysical characteristics of the deposit Natalka (CDB «Natalka») are represented. The structure of the GIS «SeisMO» represents a row of basic layers: four static information layers, six static interpretation layers and two dynamic blocks. CDB «Natalka» contains coordinated with four hierarchical levels data (more than 8000 units), 49 graphic and text enclosures, although it has a query option "Samplers & Geochemistry" which shows a relationship between the results of the measuring of the geophysical characteristics and the results of geochemical analysis. The use of the geo-information product, designed by academic institutes, in the process of students' training, on the one hand, can dramatically increase the standard of their knowledge about the subjects they study, on the other hand, can help students to get practical skills in use of information technologies.

Key words: seismicity, geo-information system, complex geological-petrophysical database.

Введение

На международной конференции «Актуальные проблемы информатики и информационных технологий» (Тамбовский госуниверситет, сентябрь 2010 г.) в докладе д.п.н. Сысоева П. В. «Использование новых информационно-коммуникационных технологий в обучении иностранному языку» была озвучена достаточно интересная идея. В результате многолетней преподавательской деятельности был сделан вывод, что стандартное изложение

учебного материала, как правило, приводит к механическому усвоению знаний учащимися. В случае динамического изложения (когда обучающиеся сами участвуют в процессе получения знаний, например, через Интернет, или другие информационные технологии) резко увеличивается как интенсивность обучения, так и уровень получаемых знаний. Данный доклад был посвящен обучению иностранным языкам, однако, эти выводы, на наш взгляд, закономерны в процессе обучения и в других областях знаний. Конечно, при наличии в ВУЗах кафедр геоинформатики существуют определенные методики обучения студентов геоинформационным технологиям [1], однако в этом случае, как правило, используется стандартное программное обеспечение, а для интеграции высшего образования и науки все-таки желательно использовать геоинформационные продукты, разработанные непосредственно в академических институтах, и которые максимально приближены к решению конкретных научно-исследовательских задач. В статье рассматриваются возможности применения информационных технологий для использования результатов академических исследований (СВКНИИ ДВО РАН) в процессе обучения студентов на примере двух научных направлений: сейсмичность и петрофизика.

Сейсмичность

Для ознакомления студентов экологических, географических и геофизических специальностей с сейсмичностью какого-то региона (в частности, Магаданской области) можно привести статистические данные, полученные на основе каталогов землетрясений, познакомить с картами сейсмичности и сейсмического районирования – это вышеуказанный метод «механического усвоения знаний». В случае «динамического» подхода к обучению можно использовать геоинформационные технологии, применяя которые студенты смогут самостоятельно получать материалы по теме. В лаборатории геофизики СВКНИИ ДВО РАН разработана геоинформационная система «Сейсмичность Магаданской области» (Свидетельство о государственной регистрации РОСПАТЕНТ № 2011615022 от 24.06.2011), которая может быть использована в этих целях, ее описание приводится ниже.

Структура разработанной геоинформационной системы «Сейсмичность Магаданской области» (ГИС «СейсМО») представлена базовым слоем (генеральный каталог землетрясений и его графическое представление на карте в географической системе координат), пятью статическими информационными слоями (базисные слои), шестью статическими интерпретационными слоями (слои поддержки) и двумя динамическими блоками. Информация о сейсмических событиях, составляющих статические слои, выдается по ключу из базового слоя, динамические блоки имеют самостоятельный запуск из ГИС. Числовой основой ГИС являются цифровые координированные базы данных, созданные в лаборатории геофизики СВКНИИ ДВО РАН на основе каталогов Магаданского филиала Геофизической службы РАН (МФ ГС РАН) и включающие в себя информацию о 5.122 (на

декабрь 2011 г.) сейсмических событиях с энергетическими классами от 3,4 до 16,8 (Артыкское землетрясение, 1971 г.), произошедших в пределах Магаданской области и прилегающих территорий за период с 1735 по 2011 гг.

Статические интерпретационные слои ГИС представляют собой:

- Слой **оценки распределения сейсмической активности A_{10}** по территории;
- Слой **оценки распределения максимальной энергии землетрясений K_{max}** ;
- Слой **распределения сотрясаемости 6 баллов**;
- Слой **распределения сотрясаемости 7 баллов**;
- Слой **распределения палеосейсмодислокаций** (как результатов крупнейших древних землетрясений);
- Слой **распределение градиентов потенциальной энергии землетрясений** (расчет градиентных превышений рельефа по разработанной методике [2]).

Статические информационные слои представляют сейсмические события, зарегистрированные в каталогах МФ ГС РАН с энергетическими классами $K \geq 4,3$. Информация о сейсмических событиях вызывается при выборе элемента площади территории. По ключу для этого участка выводятся значения моментов событий, глубины, географических координат эпицентров, макросейсмических эффектов и энергетических классов сейсмических толчков, зарегистрированных на выбранном участке. Выбирая конкретное сейсмическое событие из списка, можно на основе ГИС получить следующие сведения для данного события:

- по слою **параметры**: дата, время, координаты, глубина и энергетический класс события;
- по слою **макросейсмических эффектов**: эффекты, занесенные в каталог МФ ГС РАН;
- по слою **сейсмостанции**: положения сейсмостанций, работавших во время толчка, и станций, чьи наблюдения вошли в обработку;
- по слою **моменты**: о моментах вступлений сейсмических волн на сейсмостанции;
- по слою **модель**: о модели данного сейсмического события [2].

Динамические блоки состоят из:

- Пространственно-временной **схемы сейсмических событий** – распределения эпицентров по территории с определенным шагом по времени с выделением энергетических классов землетрясений.
- Пространственно-временной **схемы размещения действующих сейсмостанций** на территории Магаданской области для любого периода инструментальных наблюдений.

Программное обеспечение (программа SeysMO, Малиновский С. Б., 2009 г.) написана в среде Visual Studio 6.0. Для работы с программой была разработана структура и создана база

данных формата Microsoft Access (SeysMO.mdb), включающая в себя ряд таблиц. Более подробное описание ГИС, ее программного обеспечения и возможностей приведено в [4].

Использование ГИС «СейсМО» в процессе обучения студентов позволяет оперативно, без всякой дополнительной обработки получить информацию о землетрясениях, произошедших на расстоянии 50, 73, 112 км (произвольное расстояние, задаваемое оператором) от любого населенного пункта, промышленного (ГЭС, аэропорт и т.д.) или природного (озеро, гора и т.д.) объекта, либо выделенной оператором определенного участка на территории Магаданской области. Причем, получить не просто пространственное распределение эпицентров землетрясений с их глубиной и мощностью (цвет и размер символов) как на обычных сейсмических картах, но и их точное время, картографическое распределение сейсмостанций (зарегистрировавших каждое из этих землетрясений), первые вступления, макросейсмические эффекты этих землетрясений и т.д. В итоге, вместо обычной двумерной карты мы получаем многомерный пакет сейсмической информации, причем в числовом виде и полностью готовый для дальнейшей компьютерной обработки: построение графиков, гистограмм, схем и т.д. Таким образом, в процессе обучения на основе ГИС «СейсМО» студенты могут самостоятельно не только получать численную сейсмическую информацию по заданным объектам, но и проводить на ее основе дальнейшую математическую или графическую обработку, что, несомненно, будет развивать у них исследовательские способности.

Петрофизика

В настоящее время в практике геологических исследований очень широко используются результаты изучения физических свойств горных пород и руд, в частности, петрофизические разделы являются обязательной составной частью как отчетов по ГДП-200, так и отчетов по геологоразведочным работам, защищаемым в ГКЗ. Однако, как правило, молодые специалисты, выпускники ВУЗов по геологическим специальностям, имеют довольно поверхностные знания по петрофизическим аспектам геологических исследований, а чаще эти знания вообще отсутствуют. В первую очередь, это связано с небольшим объемом курса «Геофизические методы поиска и разведки МПИ» среди геологических дисциплин. Но даже в рамках этого небольшого курса петрофизика представлена весьма фрагментарно в связи с тем, что в стандартной геофизике она рассматривается только в качестве источника вспомогательных данных при интерпретации гравимагнитных аномалий. Во-вторых, в процессе обучения студенты не знакомятся с реальными базами, геолого-петрофизическими данными конкретных геологических объектов, которые используются при практических геолого-геофизических исследованиях. Для повышения уровня петрофизических знаний, которые могут быть востребованы при производственной деятельности, возможно использование в процессе обучения студентов геологических специальностей комплексной

базы геолого-петрофизических данных месторождения Наталка, разработанной в лаборатории геофизики СВКНИИ, описание которой приводится ниже.

Золоторудное месторождение «Наталка» расположено примерно в 400 км от Магадана и является одним из крупнейших в России по количеству защищенных запасов золота (более 1500 тонн). Петрофизические исследования месторождения Наталка проводятся в СВКНИИ ДВО РАН с 1996 года по настоящее время. Всего за весь период изучения были выполнены 8.040 замеров плотностных, магнитных (остаточная намагниченность, магнитная восприимчивость) и электрических свойств горных пород и руд.

В ходе обработки результаты всех этих петрофизических измерений сводились (минимальное, максимальное, среднее) в таблицы по образцам, а затем по точкам наблюдений. В процессе интерпретации строились петроплотностные, петромагнитные и петроэлектрические схемы по поверхности и в разрезах, гistogramмы распределения петрофизических параметров по зонам различной рудной минерализации и по вертикали, корреляции ПФП между собой и т.д. Затем на основе этих материалов создавались интерпретационные схемы и графики. Наличие такого большого объема фактического и интерпретационного материала (как цифрового, так и картографического) потребовало разработки и создания программного обеспечения петрофизических исследований в виде управляемой комплексной Базы геолого-петрофизических данных Омчакского рудного узла и месторождения Наталка (КБД-Наталка). В процессе этих работ была разработана структура Базы, ее программное обеспечение и инструкция пользователя.

Комплексная база геолого-петрофизических данных по Омчакскому рудному узлу и Наталкинскому месторождению создана в СУБД MS Access и содержит координированные данные по:

- лабораторным замерам петрофизических свойств кубиков горных пород,
- осреднённым замерам петрофизических свойств образцов горных пород,
- осреднённым замерам петрофизических свойств горных пород в точках наблюдения,
- результатам геохимических исследований образцов горных пород.

Также КБД-Наталка включает 49 графических и текстовых приложений, содержащих карты и схемы отбора образцов, распределения петрофизических параметров по Омчакскому рудному узлу, распределения ПФП по месторождению (на поверхности и по штольневые горизонты), графики изменения петрофизических параметров по скважинам, разрезы ПФП по профилям +20, +70, -70 и др. Кроме того, к основным элементам КБД-Наталка относится запрос «Образцы&Геохимия», связывающий результаты замеров петрофизических параметров и геохимического анализа. Связи по ключевым и индексированным полям позволяют присоединять любые из основных таблиц друг к другу в качестве подтаблиц для синхронного просмотра и редактирования.

В результате использования КБД-Наталка выявлена и доказана двухуровневая петрофизическая зональность Наталкинского рудного поля [5, 6]. Первым уровнем является монотонное площадное изменение физических свойств горных пород в определенном направлении, связанное с насыщением пород халькофильными и сидерофильными группами металлов, и может быть обусловлено влиянием глубинного разлома, который фиксируется выявленной субвертикальной зоной проводимости. Второй уровень находит отражение в локальных аномалиях и градиентных изменениях петрофизических параметров (ПФП) в экзоконтактах рудной залежи и рудных зон, что, вероятно, связано с физико-химическими процессами их формирования. Оба уровня выявленной петрофизической зональности прослежены в пределах рудного поля по простиранию на 4 км и по падению на 800 м.

Конечно, в настоящее время ведется достаточное количество разработок в области создания баз изученности. Так, в журнале «ГИС-обозрение» опубликована статья с описанием ГИС геологической изученности нефтяных месторождений [3]. Однако все эти базы, как правило, создаются на основе дорогостоящих лицензионных программ, так, например, указанная ГИС разработана на основе программных продуктов Arc-GIS, стоимость которых составляет десятки тысяч долларов. В то время как разработанная в лаборатории геофизики СВКНИИ «КБД-Наталка» создана на основе MS Access, которая является составной частью MS Office и по своей цене доступна практически любому высшему учебному заведению.

Заключение

Использование описанной ГИС «СейсМО» в процессе обучения студентов экологических, географических, геофизических и других специальностей может, с одной стороны, резко повысить уровень их знаний в области сейсмичности территории, а с другой стороны, привить навыки практической работы с информационными технологиями.

Применение КБД «Наталка» в процессе обучения студентов геологических специальностей может позволить ознакомить их с работой на базе геолого-петрофизических данных реального геологического объекта. Также, за счет своей универсальности и дешевизны, она может быть использована как при изучении иных золоторудных объектов, так и в других направлениях исследований, где применяются массовые замеры, в том числе и множества элементов одного объекта.

Таким образом, студенты в процессе обучения с использованием информационных технологий на базе конкретных ГИС-продуктов, разработанных в академическом институте, могут самостоятельно создавать управляемые базы реальных координированных данных, проводить на их основе дальнейшую математическую или графическую обработку, что, несомненно, будет развивать у них исследовательские способности. Причем получаемые ими

результаты могут найти применение в реальных научных исследованиях, что бесспорно будет содействовать интеграции науки и высшего образования.

Исследования (результаты которых изложены в данной статье) частично выполнены в рамках интеграционного проекта № 12-П-СО-08-025.

Список литературы

1. Лурье И. К., Самсонов Т. Е. Развитие геоинформационного образования на географическом факультете МГУ имени М. В. Ломоносова // ARCREVIEM Современные геоинформационные технологии. – 2009. – №3. – С. 12-13.
2. Мишин С. В., Шарафутдинов В. М. Параметры процесса землетрясения // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2007. – № 1. – С.64-70
3. Родионов Г. П., Паршуков С. Ю. Корпоративная ГИС геологической изученности месторождений // ARCREVIEM Современные геоинформационные технологии. – 2009. – №3. – С. 8-9.
4. Шарафутдинов В. М. Разработка и формирование геоинформационной системы «Сейсмичность Магаданской области», возможности ее применения // Геоинфоматика. – 2009. – № 3. – С.52-56.
5. Шарафутдинов В. М., Хасанов И. М., Михалицына Т. И. Петрофизическая зональность Наталкинского рудного поля // Тихоокеанская геология. – 2008. – Т. 27, № 5. – С. 89-103.
6. Шарафутдинов В. М., Хасанов И. М. Рудное минералообразование и петрофизические свойства Омчакского рудного узла // Материалы Всероссийской конференции «Физико-химические факторы петро- и рудогенеза: новые рубежи». – Москва: ИГЕМ, 2009. – С. 408-411.

Рецензенты:

Борходоев Владимир Яковлевич, доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией рентгеноспектрального анализа СВКНИИ ДВО РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Магадан.

Седов Борис Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геофизики СВКНИИ ДВО РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Магадан.

