

УДК 378:004.9(504.06)

© Е.Н. Черемисина, А.В. Любимова, О.А. Крейдер

Е.Н. Черемисина, А.В. Любимова, О.А. Крейдер

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

В настоящее время одним из основных требований профессиональной подготовки специалистов является включение в учебный процесс современных информационных инновационных технологий. Примером таких инновационных технологий являются ГИС-технологии, представляющие собой эффективный инструмент как для обучения, так и для решения широкого спектра прикладных задач.

Главное преимущество ГИС-технологий перед другими информационными технологиями заключается в сочетании возможностей СУБД и графических пакетов: средства создания и объединения баз данных, широкий спектр инструментов для работы с геоданными (их географический анализ, наглядная 2D- и 3D-визуализация), возможность увязки атрибутивных (описательных) и графических данных.

Возможности ГИС-технологий позволяют решать широкий спектр задач, связанных:

- с организацией хранения геоданных, в том числе в распределенных многопользовательских системах и банках данных;
- пространственным моделированием состояния территорий в различных тематических постановках (экология, природопользование, геология и пр.);
- внедрением интеллектуальных аналитических сервисов;
- использованием технологии многоуровневого доступа к пространственным объектам и информации;
- предоставлением сервисов с использованием данных ДЗЗ; и др.

Государственный университет «Дубна» совместно с отделением Геоинформатики «ВНИИГеосистем» более 20 лет участвуют в подготовке кадров в различных областях с применением современных информационных технологий. Технологическую базу для подготовки специалистов обеспечивают программно-технологические комплексы, реализуемые в отделении «ВНИИГеосистем» ФГБУ «ВНИГНИ» на основе свободно распространяемых программных средств с применением отечественных

и международных стандартов в области геоинформатики.

Следует отметить, что геоинформационные пакеты стали появляться в образовательных учреждениях в конце девяностых годов прошлого века. В силу ряда объективных причин наибольшее распространение в те годы получили зарубежные программы: линейка продуктов ESRI, GIS MapInfo (Pitney Bowes), AutoCAD (Autodesk), разработки компании Intergraph. С развитием открытого бесплатного программного обеспечения с годами все большую популярность в образовании стали приобретать такие ГИС, как QGIS, Saga, GRASS.

В настоящее время в условиях политики импортозамещения все более актуальным становится перевод образовательного процесса на отечественные ГИС-технологии. Сегодня в разделе «Геоинформационные и навигационные системы (GIS)» единого реестра российского программного обеспечения Минкомсвязи зарегистрировано около 140 программных пакетов. Среди них есть комплексные веб-решения, которые способны обеспечить самый «верхний» ознакомительный уровень обучения, например платформа РусГИС, разработка Ростелеком. Есть и профильные ГИС-пакеты для углубленного обучения специалистов в конкретной области. При этом наиболее широко представлены в реестре ГИСы, ориентированные на решение задач геодезии и картографии (например, ГИС «Панорама», ГИС «ИнГео», ГИС «Терра»), градостроения и проектирования инженерных сетей (Геофонд, ZuluGIS) [1].

На наш взгляд, для обеспечения образовательного процесса в сфере управления природопользованием необходима такая геоинформационная платформа, которая будет обеспечивать не только необходимый набор стандартных ГИС-функций, но и будет оснащена алгоритмическим аппаратом для реализации тематических задач природопользования. Кроме того, эта платформа должна быть не только инструментом образования, но и действующим программным обеспечением выполнения отраслевых работ. Только в этом случае можно будет организовать непрерывную вертикаль обучения:

студенты – специалисты профильных учреждений – лица, принимающие управленческие решения [2].

В роли такой образовательной платформы для природопользования может быть использован программно-технологический комплекс ГИС INTEGR0 (№ 4302 в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных). Сегодня ГИС INTEGR0 представляет собой полнофункциональную геоинформационную систему, оснащенную всеми необходимыми функциями для подготовки информационных проектов, обработки и анализа геоданных для решения прикладных задач и принятия управленческих решений в геологии, экологии и исследовании природных ресурсов.

Разработка тематических образовательных курсов на базе ГИС INTEGR0 проводится сотрудниками отделения геоинформатики «ВНИИГеосистем» ФГБУ «ВНИГНИ» совместно с высшими учебными заведениями и отраслевыми институтами геологического профиля (Университет «Дубна»; МГУ, геологический факультет; МГРИ-РГГРУ; ФГБУ «ВИМС» и др.). За последние годы подготовлены более 10 программ тематических спецкурсов, включающих лекционные и практические занятия. Основным подходом при создании программ обучения является использование коллекции прикладных задач.

Базовый курс предназначен для начинающих, он включает рассмотрение основных теоретических и практических аспектов применения геоинформационных технологий. Его цель – дать представление об основных возможностях этого аппарата и научить разрабатывать и компоновать ГИС-проекты (информационное сопровождение работ). Поэтому основные разделы курса включают следующие темы:

- *Модели компьютерного представления геоданных*: векторное и растровое представление пространственных данных и их разновидности (регулярная сеть, треугольная нерегулярная сеть, графы), преимущества и недостатки каждой модели, сфера применения и особенности картографического представления данных разного типа в ГИС-проекте.
- *Основы картографической привязки*: системы координат и картографические проекции (их классификация, параметры, области применения), методика и технология пространственной привязки картографических данных по опорным точкам, приемы определения проекции и оценки точности привязки.
- *Создание и оформление электронных карт*: разработка структуры тематических слоев и атрибутивных таблиц, понятие условной и масштабной визуализации для тематического слоя, динамические подписи и аннотации,

технология подготовки макета карты и ее рамочного оформления для печати.

- *Источники пространственных данных*: понятие метаданных, картографические интернет-ресурсы, веб-сервисы и их использование в ГИС-проекте.

Для профильных специалистов, в задачи которых входит системный анализ геоинформации, предусмотрены дополнительные разделы базового курса для углубленного изучения методических основ и практических инструментов пространственного анализа:

- *Приемы работы с таблицами*: атрибутивные запросы, понятие связи нескольких таблиц (один к одному, один ко многим, многие ко многим), расчеты агрегированных статистик по выборке, создание векторных слоев на основе табличных данных.
- *Решение задач на основе векторных операций*: пространственные запросы, построение буферных зон, фрагментирование, построение оверлеев тематических слоев, оценка абсолютных и относительных картометрических характеристик объектов (площади, периметры, длины и их плотности).
- *Представление поверхностей и их обработка*: способы расчета поверхности на основе векторных данных, основные операции для анализа растров и поверхностей (расчеты в скользящих и блоковых окнах, статистики, грид-алгебра), расчеты компонентов формы рельефа (уклоны, экспозиция склонов).
- *Основы трехмерного представления информации в ГИС*: методы представления трехмерных данных (вектор, поверхность, объем), создание и оформление трехмерной сцены, основные инструменты 3D-визуализации [3].

Для проведения практических занятий по базовому курсу подготовлены несколько картографических проектов, ориентированных на различные тематические аудитории слушателей. Например, обучение специалистов нефтяной отрасли проводится с помощью картографических материалов, отображающих базовые сведения по углеводородному сырью Российской Федерации: месторождения УВС, нефтегазоперспективные структуры, нефтегазогеологическое районирование, лицензии, профили и скважины на УВС. Для сотрудников геологических фондов, а также специалистов в области геологии твердых полезных ископаемых используются материалы картографического проекта по территории Центрального федерального округа: основные бассейны и месторождения твердых полезных ископаемых, контуры лицензий и геолого-геофизической

изученности территории, геологическая карта территории округа, рельеф и пр. Тренировочные материалы для проведения обучения по базовому курсу в вузах включают упрощенные наборы данных на различные российские и зарубежные регионы (Центральный федеральный округ, Северо-Кавказский регион, Таиланд, Лонг-Айланд и др.). В их состав входит открытая топографическая основа региона и набор тематических карт (векторных и растровых) для выполнения заданий.

Базовый курс является обязательным для всех, кто начинает обучение по специальностям, связанным с необходимостью работы с геоданными. Кроме того, большим успехом пользуется этот курс при повышении квалификации кадрового состава учреждений и компаний, использующих ГИСы в своей производственной деятельности. Уже сегодня обучение прошли сотрудники многих геологических научных институтов и территориальных геологических фондов, а также специалисты Московского государственного, Новосибирского государственного, а также Уральского горно-геологического университетов.

Специализированный курс «Решение прогнозно-диагностических задач» обеспечивает теоретическую и практическую подготовку студентов и профессиональных кадров в области формализованного анализа и моделирования ситуаций на основе интегрирования всей имеющейся геоинформации о изучаемой территории. Программа спецкурса включает изучение методики постановки и решения прогнозно-диагностической задачи, виды формальных математических моделей, которые могут быть использованы для анализа и прогноза ситуации, технологические приемы формального анализа качества признакового пространства и алгоритмические методы решения поставленной задачи. Учитывая, что спецкурс рассчитан на обучение специалистов из различных сфер: геологов, геофизиков, экологов, а также системных аналитиков, в практическую часть спецкурса включены различные прикладные задачи, представляющие весь спектр возможных применений данной методики:

- *Тематическое районирование территорий*: оценка экологических условий освоения месторождений на территории РФ, районирование нефтегазоперспективных территорий Западной Сибири по природным условиям и уровню техногенного воздействия на экосистемы, комплексное геоэкологическое районирование территории месторождений Пангодинской группы поднятий.
- *Территориальное планирование*: выбор наилучшего расположения для проектируемого

объекта горно-перерабатывающей инфраструктуры на основе материалов по природным, социально-экономическим и транспортным условиям, а также данных по МСБ Северо-Кавказского региона, определение наилучшего положения для размещения полигона ТБО для нескольких регионов Московской и Тверской областей, планирование размещения новых объектов автомобильной промышленности на примере Калужской области и сопредельных регионов.

- *Прогнозные задачи*: прогноз золото-урановых рудных узлов на основе геологических материалов по западной части Анабарского щита, прогноз экологических рисков при расширении разработки на Пангодинском месторождении, прогноз риска возникновения засухи и наводнения по комплексу метеорологических и ландшафтных данных для территории Таиланда.
- *Дешифрирование аэрокосмических снимков*: ландшафтное дешифрирование спектрального космоснимка на территорию севера Западной Сибири (Надым), анализ изменения береговой линии и вегетационного по серии спектральных снимков (Лонг-Айланд, США).

Отдельные элементы спецкурса успешно используются в университете Дубна в рамках обучения магистров ИСАУ по специальности «ГИС в управлении территориями», в Российском геологоразведочном университете (МГРИ-РГГРУ) при обучении студентов по специальности «Геоинформатика».

Для обучения студентов геологических специальностей, а также предметных специалистов, работающих в геологии и геофизике, предназначены специализированные курсы по аналитической обработке геолого-геофизических данных и трехмерному геологическому моделированию.

Основной задачей курса аналитической обработки геофизических данных является изучение методики и технологии комплексного анализа потенциальных полей для изучения особенностей геологического строения территорий. В практическую часть курса входит изучение инструментов обработки и представления геофизических данных, решение типовых задач формализованного анализа двумерных геофизических данных (разделение полей на компоненты, расчет статистических и градиентных характеристик и др.), а также освоение методики и технологии построения геолого-геофизических моделей на основе решения прямой и обратной задачи в 2D и 3D.

Курс трехмерного геологического моделирования включает углубленное изучение приемов построения объемных слоистых и слоисто-блоковых моделей геологического строения участков недр. В ходе обучения подробно рассматриваются возможности трехмерной визуализации геоданных и основные технологические приемы построения геологических моделей:

- построение сечений и разрезов по сети профилей и их согласование в точках пересечений;
- построение структурных геологических поверхностей по построенной сети разрезов;
- загрузка и анализ данных по скважинам информации, согласование стратиграфических разбивок по скважинам и по структурным поверхностям;
- создание объемной модели по подготовленному комплексу данных и ее геологическая интерпретация.

Дополнительно в рамках специализированного курса геологической тематики могут быть рассмотрены технологические подходы к созданию и оформлению геологических карт в соответствии с установленными требованиями. Это изучение структуры комплекта геологической карты, утвержденных стандартов ее оформления и принципов компьютерной реализации цифровой модели листа. На практических занятиях слушатели осваивают инструментарий для подготовки структуры векторных слоев геологической карты, приемы создания и редактирования объектов в режиме одновременного совместного редактирования пакета слоев, изучают технологию создания цифровой легенды карты и подготовки макета геологической карты к печати.

Для проведения практических занятий специализированных геологических курсов подготовлены комплекты геолого-геофизической информации на различные территории Российской Федерации: Дальний Восток, Приладожье, Кортаихинская впадина и др. Комплекты включают все необходимые картографические материалы (геологические карты, исходные гравимагнитные поля, структурные карты чехла и фундамента), данные по профилям, а также результаты комплексного геолого-геофизического моделирования, полученные по результатам научно-исследовательских работ в этих регионах.

Специализированные геологические программы обучения успешно включены в процесс повышения квалификации сотрудников геологических институтов и предприятий (рис. 1). Повышенная заинтересованность в таком обучении обусловлена

и необходимостью перехода на импортозамещающее российское программное обеспечение. Начиная с 2015 года образовательные семинары проведены для сотрудников ФГБУ «ВНИГНИ», ФГБУ «ЦНИГРИ», ФГБУ «ВИМС», ИГЕМ РАН, ФГБУ «ВНИИОкеангеология», ФАУ «ЗапСибНИИГТ», также обучение проходили специалисты некоторых предприятий Росгеологии (например, ОАО «Урангео», АО «Амургеология»). Планируется внедрение этих спецкурсов в качестве учебных и для высших учебных заведений (Государственный университет «Дубна», МГРИ-РГГРУ, Новосибирский государственный университет).

В заключение необходимо отметить перспективность продолжения разработки дистанционной формы вышеперечисленных образовательных программ. Уже сегодня проводятся работы по созданию видеоуроков, электронных учебных пособий, тренировочных онлайн-ресурсов. Все это позволит повысить эффективность обучения специалистов за счет расширения территориального охвата и возможности проведения занятий без отрыва от производства.

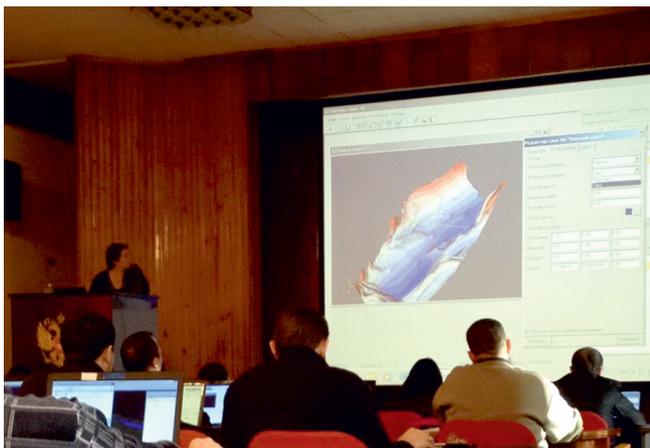
Ключевые слова: ГИС, геоинформатика, тематический тренинг, дистанционное обучение.

ЛИТЕРАТУРА

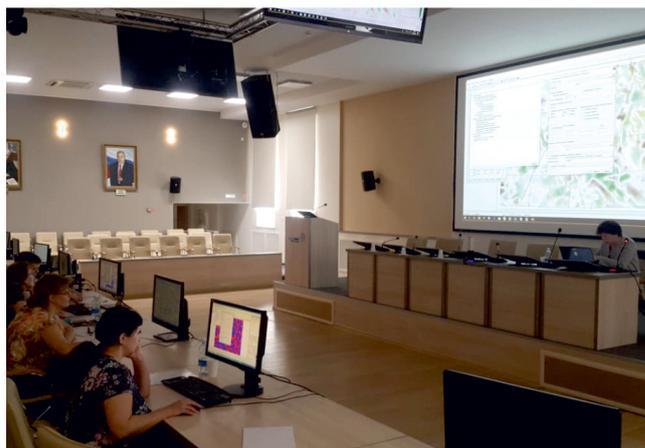
1. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [Электронный ресурс]. – URL: <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/> (дата обращения: 11.08.2018).
2. Крейдер О.А., Черемисина Е.Н., Токарева Н.А. Подготовка кадров в сфере информационных технологий для нужд цифровой экономики [Электронный ресурс] // Современное педагогическое образование. – 2018. – № 4. – С. 120-124. – URL: <http://spo.ucoz.site/load/> (дата обращения: 06.08.2018).
3. Е.Н. Черемисина, А.А. Никитин. Геоинформационные системы и технологии : учебник для вузов. – М. : ВНИИГеосистем, 2011. – 376 с.

REFERENCES

1. The unified register of the Russian programs for electronic computers and databases [Electronic resource]. – URL: <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/> (date of access: 11.08.2018).
2. Kreider O.A., Cheremisina Ye. N., Tokareva N.A. Training of personnel in the field of information technologies for the demands of digital economy [Electronic resource] // Modern pedagogic education. – 2018. No. 4. P. 120-124. URL: <http://spo.ucoz.site/load/> (date of access: 06.08.2018).
3. Cheremisina Ye.N., Nikitin A.A. Geoinformation systems and technologies: textbook for higher education. Moscow : VNIIGeosystem, 2011. 376 p.



ОАО «Урангео», Иркутск, 2016 г.
URANGEO, Irkutsk 2016



ФАУ «ЗапСибНИИГГ», Тюмень, 2018 г.
ZapSibNIIGG, Tumen 2018



Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск, 2017 г.
Geological Institute of Karelian Scientific Center RAS



Рис. 1. Обучающие семинары по ГИС INTEGR0 для сотрудников геологических организаций

Fig. 1. Training on GIS INTEGR0 for geological institutes staff