

Д.А. ДЕНИСОВ, преподаватель, НГПУ им. К.Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, midzhajj@rambler.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

D.A. Denisov

THEORETICAL BASIS AND METHODS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS GIS IN ENVIRONMENTAL EDUCATION

Статья посвящена анализу функциональных возможностей геоинформационных систем, выбору конкретного программного обеспечения в зависимости от решаемых задач, особенностям преподавания элементов курса «геоинформационные системы» при подготовке специалистов. В статье приводится краткая история развития геоинформационных технологий, а также современные направления и тенденции развития. Приводятся примеры междисциплинарных связей геоинформационных систем с картографией и дистанционным зондированием, а также широкого спектра задач, решаемых при помощи геоинформационных технологий. Описывается наиболее широко используемое программное обеспечение, его функциональные возможности, практика применения специалистами. Оценивается степень интуитивности интерфейса программного обеспечения ГИС и проблемы, связанные с изучением ГИС программ специалистами. Обсуждаются основные направления применения ГИС в экологических исследованиях и методики освоения прикладных программных ГИС средств.

Ключевые слова: экологическое образование, геоинформационные технологии (ГИС), средства дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)

This article analyzes the features of geographic information systems, the selection of specific software depending on the task, the peculiarities of teaching elements of the course "geographic information systems" in training. The article provides a brief history of the development of geo-information technologies, as well as modern trends and development trends. Examples of interdisciplinary connections GIS cartography and remote sensing, as well as a wide range of tasks solved with the help of geographic information technologies. It describes the most widely used software, its functionality, the practice of professionals. Assess the degree of intuitive interface and GIS software problems associated with the study of GIS software specialists. The main directions of application of GIS in environmental studies, and methods of GIS application software development tools.

Keywords: environmental education, geoinformation technologies (GIS), remote sensing (RS)

Исторически появление формальных методов пространственного анализа с использованием средств ИКТ приурочено к периоду 60-70х гг. XX в. и связано с созданием и началом использования в научных целях первых компьютеров, а затем и цифрователей, плоттеров, графических дисплеев. Географическая информационная система (ГИС) – это компьютерная технология, применяемая для картографирования и анализа объектов реального мира. В 1970-80-х гг. государственная поддержка стимулировала развитие геоинформационных систем, и теоретическая база, заложенная в 1960-х гг., позволила заложить основу мировых автоматизированных систем навигации, а также систем получения данных дистанционного зондирования поверхности земли, изначально служивших военным целям, но довольно быстро вошедших и в научный обиход. Начало 1980-х годов ознаменовалось бурным развитием коммерческих «настольных» геоинформационных

систем, расширяющих область применения геоинформационных технологий за счёт интеграции с базами непространственных данных. С конца 1980-х годов появились геоинформационные системы пользовательского уровня, поддерживающие индивидуальную работу с картографическими данными, программные и аппаратные средства ГИС стали доступны огромному количеству специалистов-прикладников. Появляются ГИС продукты, реализующие некоторые базовые функции ГИС-технологий в сетевых приложениях, объединяемых термином Веб-ГИС или web mapping services (картографические веб-сервисы). Тенденция все более широкого внедрения географических информационных систем (ГИС) в науки о Земле (география, геология, экология, почвоведение и т.д.), также как и в тесно связанные с ними социально-экономические науки (экономика, история и т.д.) в настоящее время приводит к повышению эффективности и дальнейшему развитию геоинформационных методов исследований [5].

Геоинформационные системы имеют глубокую взаимосвязь с картографией и дистанционным зондированием. Можно говорить об интеграции этих областей науки прежде всего потому, что они имеют общий объект изучения, таким образом, налицо их общая проблемная ориентация. Каждая из областей науки использует свой метод изучения геосистем: картография – на основе создания образно-знаковой модели действительности, ГИС – на основе построения цифровой информационной модели, а аэрокосмические исследования используют дистанционно полученные геоизображения – «снимковые» модели. Общим звеном здесь является географическая пространственно-определенная (или пространственно-соотнесенная) информация, представленная в той или иной форме. Результаты исследований представляются, как правило, в виде картографических изображений, получаемых на основе моделирования или дешифрирования снимков [3, 4].

ГИС технология объединяет традиционные операции работы с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий [3, 4].

Основные области применения спутникового дистанционного зондирования – получение информации о состоянии окружающей среды и землепользовании, изучение растительных сообществ, оценка урожая сельскохозяйственных культур, оценка последствий стихийных бедствий: наводнений, землетрясений, извержений вулканов, лесных пожаров. Средства дистанционного зондирования эффективны при изучении загрязнения почвы и водоемов, льдов на суше и на воде, в океанологии. Эти средства позволяют получать сведения о состоянии атмосферы, в том числе в глобальном масштабе. Данные зондирования поступают в виде изображений, как правило, изначально в цифровой форме или переводятся в таковую для дальнейшей обработки на ЭВМ, поэтому проблематика дистанционного зондирования тесно связана с цифровой обработкой изображений и с ГИС [2,6,7,9,14].

Невероятные возможности и многочисленные варианты применения ГИС-технологий на современном уровне развития прикладного программного обеспечения и широкая доступность актуальных и архивных данных дистанционного зондирования определяют нарастающий спрос на квалифицированные услуги специалистов со стороны государственных управляющих структур, научных и общественных организаций. Рынок программного обеспечения сегодня наполнен многими десятками ГИС, имеющих как сходные базовые функциональные возможности, так и имеющие свои уникальные инструменты геобработки и анализа. В зависимости от направления деятельности, финансовых возможностей и задач, решаемых в конкретных проектах, организации

привлекают часто привлекают ГИС специалистов, ориентируясь на их опыт работы в конкретном программном обеспечении [10,15,20].

В рамках образовательной программы высшей школы определенно невозможно не только досконально изучить, но даже ознакомиться с пользовательским интерфейсом каждой из существующих ГИС программ, однако, на самом деле в этом нет необходимости. Направленность на реализацию интуитивного интерфейса при разработке программного обеспечения, реализующего сходные базовые функциональные возможности всех ГИС по работе с геометрией векторных объектов, атрибутивной информацией, растровыми данными, покрытиями, позволяют быстро находить и использовать знакомые в одной хорошо изученной ГИС инструменты в пока незнакомых приложениях. Изучение 2-3 ГИС в институте позволяет мыслить более гибко и не привязывать искомые функции к интерфейсу конкретной программы. Производство базовых операций в программах ГИС – хорошо документированный процесс, что также облегчит задачу быстрого переключения на работу в другой программе. Наивысшей же задачей при подготовке ГИС специалиста, выходящей за рамки изучения функциональных возможностей программ ГИС и решения учебных задач, является выход его навыков на творческий уровень, позволяющий использовать комбинации знакомых функции для решения оригинальных задач, не имеющих аналогов и готовых подсказок, алгоритмов, описаний решения.

Освоение ГИС имеет исключительную практикоориентированность. Исследования, которые проводятся с использованием ГИС-технологий, предполагают использование множества методик различной сложности применения. Варьирующийся в широких пределах набор требований к конечному результату работы предполагает, в том числе, соответствующие адекватные затраты времени на выполнение задачи. В процессе обучения ГИС на нетехнических специальностях будет излишним давать на обязательное изучение материал, имеющий практическое значение только для будущих разработчиков ПО, например, формулы для вычисления площади многоугольника на сфере. ГИС позволяет использовать множество сложных операций, не обременяя простого пользователя необходимостью глубоко вникать в механизмы работы модулей, и если не предполагается, что выпускаемые специалисты непременно должны уметь оптимизировать их действие, подобный материал должен оставаться на изучение исключительно по желанию, оставляя больше времени на работу студента, которая позволит эффективно работать по специальности после получения диплома или параллельно с обучением.

Основные функциональные возможности профессиональных универсальных ГИС включают:

- ввод данных в компьютер (путем их импорта или цифрования);
- преобразование данных: конвертирование данных из одного формата в другой, трансформация картографических проекций, изменение систем координат;
- хранение и управление данными в БД: функции работы с полями, запросы к таблице (для выборки записей по значениям их атрибутов), соединение таблиц по общему полю;
- картометрические операции: вычисление координат, расстояний, длин кривых линий, периметров и площадей полигональных объектов, площадей поверхностей и объемов, заключенных между ними;
- пространственный анализ (группа функций для анализа размещения и связей пространственных объектов): выбор объектов, пространственные запросы, операции наложения, буферизация; слияние, анализ сетей, анализ близости и расстояния, анализ видимости, создание и обработка цифровых моделей рельефа и др.;
- операции «картографической алгебры» (для логико-арифметической обработки растровых слоев как единого целого);
- визуализацию данных.

Кроме того, в число функциональных возможностей ГИС могут входить: цифровая обработка изображений (ДДЗ); встроенный язык программирования, позволяющий

расширить возможности ГИС, настроить ее на требования пользователя (настраивать интерфейс пользователя, изменять стандартные инструменты и добавлять новые, создавать собственные приложения для решения специфических задач).

Описанные выше функциональные возможности ГИС реализуются в коде основной программы или в виде подключаемых модулей расширений (Extension). Расширения позволяют, не изменяя основной код программы, использовать самые совершенные в настоящее время инструменты ГИС анализа, разрабатываемые не только программистами компании создателя программы, но и членами огромного ГИС сообщества.

Даже без бесконечно расширяющихся возможностей ГИС расширений объем информации, который должны освоить будущие специалисты для начала полноценной работы, довольно велик. Для того чтобы поднять мотивацию обучающихся к освоению сложных ГИС (ArcGIS, ArcView, MapInfo, QGIS, GRASS, ENVI, ERDAS, SAGA), рационально начинать обучение с более простых для освоения Веб-ГИС: Google Maps, GeoMixer; настольных приложений: Google Earth, SASGIS; и чуть более сложных в освоении: OziExplorer, Global Mapper. Используя эти приложения с меньшим количеством опций и как следствие простым, интуитивно понятным интерфейсом, можно в кратчайшие сроки получать картографическую продукцию пользовательского уровня, данные о геометрических характеристиках объектов и использовать их в учебных экологических и биологических исследованиях (например расчет плотности на учетных площадках или маршрутные учеты различных видов живых организмов) [12,13].

Веб-ГИС и простые настольные приложений позволяют отработать навыки: оцифровки с использованием космоснимков, работы с геометрическими примитивами (точками, линиями, полигонами), изменения их стилей отображения и добавление атрибутивной информации, работы с географическими координатами и знакомство с их возможными форматами (десятичные градусы, градусы десятичные минуты, градусы минуты секунды), измерение длин и площадей, систематизации и упорядочивания ГИС слоев, систематизации данных внутри программы), хранения и обмена данных между этими приложениями (импорт и экспорт данных) через формат KML, работы с серверами ГИС данных WMS (растровая информация) и WFS (векторная информация), получения данных и работы on-line с навигаторами GPS внутри программы (настольные приложения), печати упрощенных карт или вывод в pdf файл через принтер PDF (BullZip PDF Printer, PDFCreator), публикации интерактивных карт в интернете (веб-ГИС), работы с некоторыми специфическими инструментами этих программ и сервисов.

Для научного планирования мероприятий по охране и рациональному использованию природной среды необходимы материалы, характеризующие всю территорию в целом. Материалы дистанционного зондирования Земли из космоса представляют исследователю большой объем оперативной информации о природной среде в виде данных мультиспектральной съемки в оптическом диапазоне, данных радарного сканирования, а также мультиспектральной съемки, лазерного сканирования и стереопар фотоснимков, производимых с пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов. Имея большую обзорность и высокое разрешение на местности, они позволяют в короткий срок изучать и картографировать значительные по площади территории. Материалы космических фотосъемок используют, в том числе, для комплексного картографирования регионов, т. е. создания серий сопряженных карт [1]. Для решения подобных сложных исследовательских задач нужно не только подходящее программное обеспечение ГИС (ArcGIS, ArcView, MapInfo, QGIS, GRASS, ENVI, ERDAS, SAGA), освоение которого требует много времени, но и соответствующая задачам крепкая база естественнонаучных знаний, владение аппаратом математического анализа и статистики, без которых невозможно использовать инструменты ГИС анализа и обработки ДДЗ в решение реальных исследовательских задач. В то же время навыки, полученные в работе с более простыми ГИС, позволяют сосредоточиться на продумывании использования инструментов ГИС анализа как части

сложного алгоритма действий, необходимого для выполнения исследования [8,11,16,17,18,19].

ЛИТЕРАТУРА

1. Востокова, Е.А. Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды / Е.А. Востокова, Л.А. Шевченко, В.А. Сушеня и др. – М.: Недра, 1982. – 251 с.
2. Кашкин, В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учебное пособие / В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
3. Лурье, И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / И.К. Лурье. Часть 1. под ред. А.М. Берлянта. М.: ИНЕКС-92, 2002. – 140 с.
4. Лурье, И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. / И.К. Лурье, А.Г. Котков. под ред. А.М. Берлянта. – М.: Научный мир, 2003. – 168 с.
5. Полшков, Е.А. Особенности ГИС-технологий при математическом моделировании геоэкологических объектов/ Е.А. Полшков // Материалы 5 всероссийского форума ГИС-Ассоциации: Геоинформационные технологии, управление, природопользование, бизнес–Москва, 1998.
6. Han, G., Chen, J., He, C., Li, S., Wu, H., Liao, A., & Peng, S. (2015). A web-based system for supporting global land cover data production. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, in press.
7. Chen, J., H. Wu, S. Li, A. Liao, C. He & D. Chen (2013) “Temporal Logic and Operation Relations based Knowledge Representation for Land Cover Change Web Service”, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 83(2013): 140-150
8. Butt, M. & S. Li (2012) “Developing a web-based, collaborative prototype to support public participation”, *Applied Geomatics* 4(3): 197-215
9. Li, S., C. Xiong & Z. Ou (2011) “A Web GIS for Sea Ice Information and an Ice Service Archive”, *Transactions in GIS*15(2): 189-211
10. Chang, Z. & S. Li (2008) “Architectural Design and Prototyping of a Web-based Synchronous Collaborative 3D GIS”, *Cartography and Geographic Information Science* 35(2): 117-132
11. Li, S. & D.J. Coleman (2003) “A Web-based Collaboration System for Managing Distributed GIS Data Production”, *Geomatica* 57(1): 59-67
12. Li, S., S. Dragicevic & B. Veenendaal, eds. (2011) *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*. Volume in *ISPRS Book Series*, CRC Press, Taylor & Francis Group
13. Li, S., B. Veenendaal & S. Dragicevic (2011) “Advances, challenges and future directions in web-based GIS, mapping services and applications”, In *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*, Li, S., S. Dragicevic & B. Veenendaal, (eds.), pp.3-12, CRC Press, Taylor & Francis
14. Li, S. (2008) “Web Mapping/GIS Services and Applications”, In *Advances in Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences: ISPRS Book 2008*, Li, Z. Chen, J., & Baltsavias, M. (eds.), pp.335-354, CRC Press, Taylor & Francis Group
15. Li, S. (2006) “Web-based Collaborative Spatial Decision Support Systems: A Technological Perspective”, In *Collaborative Geographic Information System*, Dragicevic, S. & Balram, S. (eds.), pp. 285-315, Idea Group, Inc. (Chapter Sample Pages)
16. Chang, Z. & S. Li (2005) “VRML-Based 3D Collaborative GIS: A Design Perspective”, In *Web and Wireless Geographical Information Systems – Lecture Notes in Computer Science*, Volume 3428, Apr 2005, pp. 232–241, Springer Berlin / Heidelberg
17. Huang, W., M. Sun & S. Li (2011) “Augmented-reality GIS for interactions during emergency rescue”, *Proc. the 2nd ISPRS Workshop on Pervasive Web Mapping, Geoprocessing and Services*, 10-12 August 2011, Burnaby, Canada

18. Li, S., C. Xiong & Z. Ou (2010) “Development of web-based ice information system”, Proc. 1st International Workshop on Pervasive Web Mapping, Geoprocessing & Services (ISPRS Archives XXXVIII-4/W13), 26-27 August, 2010, Como, Italy
19. Li, S. & J. Gong (2008) “Mashup: a New Way of Providing Web Mapping and GIS Services”, Proc. XXI ISPRS Congress, Commission IV, XXXV-B4, pp. 639-648, 3-11 July 2008, Beijing, China
20. Chang, Z. & S. Li (2004) “VRML-based 3D Collaborative GIS: A Design Perspective”, Proc. the 4th International Workshop on Web & Wireless Geographical Information System, 26-27 November 2004, Korea, pp. 344-355

© Денисов Д.А., 2015