



АКАДЕМИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

УДК 378.1:528

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С. А. Кудж, В. Я. Цветков (Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики)

Дается анализ интеграции геодезического образования на основе геоинформатики. Раскрывается связь геоинформатики с рядом учебных направлений. Показано, что интеграция геодезического образования способствует междисциплинарному переносу знаний и формированию информационного образовательного пространства.

Ключевые слова: образование; геоинформатика; интеграция образования; перенос знаний.

INTEGRATION OF GEODESIC EDUCATION

S. A. Kudzh, V. Ya. Tsvetkov (Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation)

The article examines the integration of geodesic education in respect to geoinformatics. The authors explore the relationship between geometry and geodesy as well as geoinformatics with a number of academic fields. Geoinformatics is considered instrumental in multi-disciplinary transfer of knowledge and developing information education environment. This article describes the similarities and differences between geomatics and geoinformatics where geoinformatics is a broader science, whereas geomatics aims at solving problems of land use. The article highlights the key points of the geodesic integration of education, such as terminology, the use of units of information, visual modeling, spatial information, remote sensing, navigation field. It provides the results of the integration of applications in areas such as regional management, geoinformation monitoring, transport and logistics.

Keywords: education; geoinformatics; integration of education; knowledge transfer.

Термином «геодезическое образование» обозначают блок дисциплин в области наук о Земле, который включает геодезию, фотограмметрию, дистанционное зондирование, картографию и землепользование [13]. Такое обозначение может показаться странным, однако еще более странной может считаться название всемирной организации геодезистов Federation Internationale des Geometres (FIG), которая была основана в Париже в 1878 г. Следует напомнить неискушенным читателям, что «геометрия» переводится как измерение Земли, в то время как «геодезия» – деление Земли. Этим и было обусловлено первоначальное название Federation Internationale des Geometres для международного общества геодезистов. Однако с течением времени геометрия стала разделом математики и теоретической наукой. Практической наукой, связанной с измерениями и исследованием земной поверхности, стала геодезия. Поэтому в

настоящее время в иностранных и российских источниках FIG интерпретируется как International Federation of Surveyors (Международная федерация геодезистов).

Термин «геодезическое образование» используют также для разграничения этого блока наук о Земле от других «гео» наук, таких как геология, геофизика, география, геодинамика и т. д.

Объективная потребность интеграции наук о Земле: геодезии, фотограмметрии, картографии, дистанционного зондирования Земли и землепользования – назревала давно. Преподавание этих дисциплин отличалось большим взаимопроникновением. На практике часто геодезисты работали в фотограмметрии, фотограмметристы принимали участие в геодезических работах или занимались составлением карт и т. д. Поэтому появление геоинформатики, а позже и геоматики, интегрирующей науки о Земле, явилось ответом на объективную потребность в



интеграции этих наук для решения ряда комплексных научных задач.

В настоящее время геоинформатика и геоматика используются для решения широкого круга научных и практических задач, включая образование [1], где решают важную задачу междисциплинарной интеграции. Геоинформатика стала связующим звеном, способствующим интеграции ряда дисциплин в единую систему [3]. В настоящее время она объединяет многие учебные дисциплины в сфере образования, причем не только науки о Земле. Геоинформатика – относительно молодая учебная дисциплина, что также играет положительную роль, так как наука опирается на современные образовательные технологии.

Различие между геоинформатикой и геоматикой состоит в том, что геоматика ориентирована в основном на подготовку специалистов в области землепользования, а геоинформатика – более универсальная дисциплина, интегрирующая науки о Земле. Люди, изучающие геоматику, в дальнейшем становятся землемерами, геодезистами, топографами, геометрами. Топограф раскрывается такими экзотическими специальностями, как сурвеюр, агрименсор, верменшустекик, верменшуй-инженер и геометр [4]. Человек, изучающий геоинформатику, как правило, получает специальность «геоинформатик» и работает в разных областях, включая сферу управления, транспорта, кадастра, космических исследований и т. д.

Терминология. Современная геоинформатика с ее понятийным аппаратом является обобщением многих наук: не только наук о Земле, но и информатики, САПР, обработки изображения и баз данных. Отсюда слабым местом геоинформатики следует признать несогласованность терминологии. Отдельные молодые ученые и специалисты, плохо понимающие геоинформатику и даже физику, часто применяют термины, не соответствующие принятым терминологическим отношениям [12] и даже противоречащие фундаментальным основам науки. Наиболее ярким примером будем считать употребление термина «геопространственные данные».

Из курса физики известно, что «пространство» и «время» – разные категории. Термин «геопространственные» является подмножеством множества «пространственные данные». Разумеется, к временным данным он не имеет отношения, но в ряде случаев его используют как синоним термина «геоданные», которые включают три группы данных: «время», «пространство» и «тема».

Применение информационных единиц. Одна из особенностей современной интеграции наук о Земле заключается в применении специальных информационных единиц [9] для построения интегрированных моделей. Информация в произвольной форме не используется в обработке, для этого применяют только структурированную информацию на основе информационных единиц. Для хранения, описания, визуального представления и передачи также используют специальные информационные единицы, изучение которых способствует развитию у студентов системного подхода к анализу окружающего мира.

Визуальное моделирование. В геодезии и других науках о Земле одной из основных задач становится задача визуального представления пространственной информации. Основу учебной информации в этой области составляют цифровые модели и карты [11]. Это обуславливает необходимость работы с визуальными моделями, что приводит к применению методов обучения с использованием визуальных моделей. Использование визуальных моделей возможно только с применением компьютерных технологий. Следовательно, подготовка в области компьютерной графики предшествует изучению геоинформатики и закрепляет у студентов знания в этой области.

Пространственная информация. Современная пространственная информация – новый информационный ресурс и инструмент управления [10]. Универсальным средством описания пространственной информации и интегрирующим эту информацию с временной и любой другой (тематической) информацией считаются геоданные. Кроме того, предметом изуче-



ния геоинформатики являются такие понятия, как пространственные отношения и геореференция, которые в других науках не изучаются, но используются. Например, для анализа пространственной информации и получения знаний на этой основе в геоинформатике и других науках о Земле широко применяют геореференцию [8].

Дистанционное зондирование. В настоящее время имеет место интегрированное применение методов дистанционного зондирования Земли в геоинформатике. Наиболее эффективно методы дистанционного зондирования применяются за счет использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Применение спутниковой навигации в инженерных изысканиях не ограничивается технологией определения местоположения объектов (локализацией положения), так как ГНСС создают навигационное поле для измерений и навигации.

Навигационное поле – новое понятие, возникшее как пример результата интеграции наук о Земле. Оно задается космическим сегментом, наземным сегментом и фиксируется аппаратной пользователем. Пользователем может быть геодезист, картограф, транспортник, изыскатель, землемер. Также все автолюбители могут использовать навигатор – специализированную мобильную геоинформационную систему, которая может работать только в навигационном поле.

Навигационное поле можно интерпретировать как непрерывное информационное поле, в каждой точке которого с помощью специальной приемной аппаратуры можно определять не только *местоположение*, но и *время определения* этого местоположения. Таким образом, навигационное поле представляет собой пространственно-временной континуум. Такая связь пространства и времени создает условия для оперативного управления подвижными объектами и является основой интеллектуальных транспортных систем.

Региональное управление. Региональное управление опирается на интегрированные технологии в сфере управления, картографии, геодезии. Включение в управ-

ленческие технологии данных дистанционного зондирования позволяет оперативно отслеживать существенные изменения в регионах и даже организовывать новые методы управления. Следует отметить появление новой науки – пространственная экономика (Spatial Economics), которую не следует путать с региональной экономикой. Первую датируют 2000 г. возникновения, а вторая существует уже около 100 лет. За рубежом вопросы пространственной экономики освещает журнал Networks and Spatial Economics (NETS), а обязательным предметом изучения этой дисциплины там считаются геоинформационные системы [14]. Это дает основание говорить о том, что интеграция учебных дисциплин на основе геоинформатики шире, чем геодезических дисциплин.

Геоинформационный мониторинг. Мониторинг на основе интеграции наук о Земле приобрел новые свойства [7]. Глобальный мониторинг использует геоинформационный подход и развивается на этой основе. Общие принципы организации геоинформационного мониторинга включают использование семантических информационных единиц, информационных моделей объектов, информационных моделей ситуаций. Параметрическое описание в геоинформационном мониторинге решает задачи логики первого рода, т. е. описывает прямые (видимые) причинно-следственные связи. Коррелятивный анализ решает задачи логики второго рода, т. е. описывает сложные цепочки причинно-следственных связей, которые по существу являются латентными. Визуальное моделирование снижает информационную нагрузку на ЛПР и представляет результаты геоинформационного мониторинга в виде, удобном для принятия решений.

Транспорт и логистика. В направлениях транспорта и логистики возникает необходимость пространственного и топологического анализа. Это требует применения методов геоинформатики, в которой топологическое описание геоанных является обязательным. Геоинформационный мониторинг применяется на транспорте как дополнение к оперативному управлению подвижными объектами. Приме-



нительно к логистике геоинформационный мониторинг включает использование глобальных навигационных спутниковых систем, динамических моделей геоданных, информационного пространства в реальном времени, баз геоданных для хранения информации об объектах мониторинга, топологических логистических моделей, организацию геоинформационного пространства. Это приводит к необходимости интеграции соответствующих учебных дисциплин с геоинформатикой

Единая координатная среда. Одной из особенностей геоинформатики является использование единой координатной среды [5]. Это позволяет организовывать практические занятия с использованием современных спутниковых навигационных систем как в реальном пространстве, так и в виртуальном. В целом в геоинформатике достаточно много используется моделирование и виртуальное обучение.

Иноватика. В том случае, когда речь идет об инновационных проектах, связанных с объектами большой протяженности или с геотехническими системами, необходим обязательный учет пространственных факторов. Это влечет применение геоинформатики [2], которая в качестве одного из объектов исследований рассматривает пространственные отношения. При этом геоинформатика, с одной стороны, интегрирует различные направления в иноватике, с другой – создает возможность междисциплинарного переноса знаний иноватики в другие прикладные области.

Изыскания. Применительно к инженерным изысканиям можно выделить следующие основные концепции применения геоинформатики: геоинформационный подход, интегрированное применение методов дистанционного зондирования Земли, применение методов искусственного интеллекта в геоинформатике, геоинформационный мониторинг, применение информационных единиц хранения и обмена, геоинформационная логистика.

Применение методов искусственного интеллекта в геоинформатике. Одна из

основных задач геоинформатики – получение новых знаний. Известно, что пространственные знания изучаются методами искусственного интеллекта уже более 50 лет, а с появлением геоинформатики работы в этой области интегрировались в единое направление [4]. Отметим также, что важное значение в этой области имеет развитие методов ситуационного моделирования [6].

Итак, в настоящее время существует тенденция интеграции геодезического образования, ядром которой служит геоинформатика. Интеграция геодезического образования способствует формированию информационного образовательного пространства, опирающегося на методы информатики и служащего средством междисциплинарного переноса знаний. Изучение геоинформатики как интегрирующего ядра наук о Земле формирует интегрированный и системный подход к познанию окружающего мира. В целом интеграция образования в области наук о Земле способствует междисциплинарному переносу знаний и повышает качество образования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Майоров, А. А.* Состояние и развитие геоинформатики / А. А. Майоров // Науки о Земле. – 2012. – Вып. 3. – С. 11–16.
2. *Маркелов, В. М.* Иноватика и геоинформатика / В. М. Маркелов, И. А. Романов // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2012. – № 12. – С. 53–57.
3. *Савиных, В. П.* Геоинформатика как система наук / В. П. Савиных, В. Я. Цветков // Геодезия и картография. – 2013. – № 4. – С. 52–57.
4. *Савиных, В. П.* Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике / В. П. Савиных, В. Я. Цветков // Транспорт Российской Федерации. – 2010. – № 5. – С. 41–43.
5. *Савиных, В. П.* Система получения координатно-временной информации для решения задач мониторинга / В. П. Савиных // Науки о Земле. – 2012. – Вып. 3. – С. 5–10.
6. *Соловьев, И. В.* Применение модели информационной ситуации в геоинформатике / И. В. Соловьев // Науки о Земле. – 2012. – № 1. – С. 54–58.

7. Цветков, В. Я. Геоинформационный мониторинг / В. Я. Цветков // Изв. высш. учеб. заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2005. – № 5. – С. 151–155.

8. Цветков, В. Я. Геореференция как инструмент анализа и получения знаний / В. Я. Цветков // Науки о Земле. – 2011. – № 2. – С. 63–65.

9. Цветков, В. Я. Информационные единицы сообщений / В. Я. Цветков // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12. – С. 123–124.

10. Цветков, В. Я. Пространственная информация как ресурс управления / В. Я. Цветков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 12. – С. 32–34.

11. Цветков, В. Я. Цифровые карты и цифровые модели / В. Я. Цветков // Изв. высш. учеб. заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – № 2. – С. 147–155.

12. Frank, St. Professional Education for Surveyors [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fig.miigaik.ru/papers/02_steven_frank_full_text.pdf.

13. Ozhereleva, T. A. Geodetic Education / T. A. Ozhereleva // European Researcher. – 2013. – Vol. 40, № 2–1. – P. 268–272.

14. Spatial Economic Science. A new Frontiers in Theory and Methodology 2000 Springer 457h. ISBN 978-3-642-64125-1.

Поступила 10.01.14.

Об авторах:

Кудж Станислав Алексеевич, ректор ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики МГТУ МИРЭА» (г. Москва, Россия), доктор технических наук, профессор, mireagecl@yandex.ru

Цветков Виктор Яковлевич, профессор кафедры автоматизированной обработки аэрокосмической информации ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА)» (г. Москва, Россия), доктор технических наук, svj2@mail.ru

Для цитирования: Кудж, С. А. Интеграция геодезического образования / С. А. Кудж, В. Я. Цветков // Интеграция образования. – 2014. – № 1 (74). – С. 25–30.

REFERENCES

1. Mayorov A. A. Sostoyaniye i razvitiye geoinformatiki [Status and development of Geoinformatics]. *Nauki o Zemle* [Earth Science]. 2012, issue 3, pp. 11–16.

2. Markelov V. M., Romanov I. A. Innovatika i geoinformatika [Innovatics and Geoinformatics]. *Distsionnoye i virtualnoye obucheniye* [Distance and virtual learning]. 2012, no. 12, pp. 53–57.

3. Savinykh V. P., Tsvetkov V. Y. Geoinformatika kak sistema nauk [Geoinformatics as a system of Sciences]. *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and Cartography]. 2013, no 4, pp. 52–57.

4. Savinykh V. P., Tsvetkov V. Y. Razvitiye metodov iskusstvennogo intellekta v geoinformatike [The development of artificial intelligence methods in Geoinformatics]. *Transport Rossyskoy Federatsii* [Transport of the Russian Federation]. 2010, no 5, pp. 41–43.

5. Savinykh V. P. Sistema polucheniya koordinatno-vremennoy informatsii dlya resheniya zadach monitoringa [System for obtaining coordinates and time information for current monitoring]. *Nauki o Zemle* [Earth Sciences]. 2012, issue 3, pp. 5–10.

6. Solovyov I. V. Primeneniye modeli informatsionnoy situatsii v geoinformatike [Application of the information situation model in Geoinformatics]. *Nauki o Zemle* [Earth sciences]. 2012, no 1, pp. 54–58.

7. Tsvetkov V. Ya. Geoinformatsionny monitoring [Geoinformation monitoring]. *Izv. vyssh. ucheb. zavedeny. Geodeziya i aerofototsyemka* [Bulletin of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography]. 2005, no 5, pp. 151–155.

8. Tsvetkov V. Ya. Georeferentsiya kak instrument analiza i polucheniya znany [Georeference as a tool of analysis and knowledge acquisition]. *Nauki o Zemle* [Earth Sciences]. 2011, no 2, pp. 63–65.

9. Tsvetkov V. Ya. Informatsionnye edinitzy soobschcheny [Information Communication Units]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental research]. 2007, no 12, pp. 123–124.

10. Tsvetkov V. Ya. Prostranstvennaya informatsiya kak resurs upravleniya [Spatial information as a management resource]. *Mezhdunarodny zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovany* [International Journal of applied and fundamental research]. 2013, no 12, pp. 32–34.

11. Tsvetkov V. Ya. Tsifrovye karty i tsifrovye modeli [Digital maps and digital models]. *Izv. vyssh. ucheb. zavedeny. Geodeziya i aerofototsyemka* [Bulletin of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography]. 2000, no 2, pp. 147–155.



12. Frank St. Professional Education for Surveyors. Available at: http://fig.miigaik.ru/papers/02_steven_frank_full_text.pdf.

13. Ozhereleva T. A. Geodetic Education. *European Researcher*. 2013, vol. 40, no 21, pp. 268–272.

14. Spatial Economic Science. A new frontiers in Theory and Methodology 2000 Springer 457h. ISBN 978-3-642-64125-1.

About the authors:

Kudzh Stanislav Alekseyevich, Rector of Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation (MIREA) (Moscow, Russia), Doctor of technical sciences, Professor, mirearecl@yandex.ru

Tsvetkov Viktor Yakovlevich, professor, Chair of automated processing of aerospace information, Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation (MIREA) (Moscow, Russia), Doctor of technical sciences, cvj2@mail.ru

For citation: Kudzh S. A., Tsvetkov V. Ya. Integracija geodezicheskogo obrazovanija [Integration of geodesic education]. *Integracija obrazovanija* [Integration of Education]. 2014, no. 1 (74), pp. 25–30.