Виртуальная ГИС-лаборатория как инструмент анализа пространственных данных[1]

А.В. Кошкарев, А. А. Медведев,Ю. С. Вишняков,
С. А. Поликарпов, А. Н. Сотников
akoshkarev@yandex.ru , a.a.medvedeff@gmail.com infom@ras.ru ,
polik@vmail.ras.ru , asotnikov@jscc.ru

Аннотация. На основе технологической платформы UniHUB (http://www.unihub.ru), разработанной в Институте системного программирования РАН, в составе Дата-центра РАН создана веб-лаборатория, нацеленная на интеграцию данных дистанционного зондирования в интересах наук о Земле.
Информационная система ориентирована на научное и образовательное сообщество и предназначена для совместной научной работы ее участников в едином рабочем пространстве, обеспечивая поиск источников пространственных данных, формирование хранилищ данных, доступ к данным, в том числе к ресурсам внешних открытых веб-сервисов, к приложениям и обучающим материалам. Облачная распределенная информационная среда UniHUB использована для решения географических задач, включая обработку космических изображений и цифровых моделей рельефа с использованием методов и технологий пространственного анализа и геомоделирования средствами ГИС с открытым исходным кодом Quantum GIS.

Ключевые слова: геоинформационная система; дистанционное зондирование; веб-лаборатория; цифровые модели рельефа; открытые ГИС.

1. Введение

Одна из основных тенденций развития геоинформационных технологий, наметившаяся еще в начале 90-х гг. прошлого века и определяющая пути их эволюции в долгосрочной перспективе — переход к новым формам организации, управления и использования пространственных данных, инфраструктурное обеспечение геоинформационной индустрии, создание национальных и иных инфраструктур пространственных данных (ИПД). С точки зрения перспектив развития информационно-телекоммуникационных

[1] Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект 11-07-12029-офи-м-2011)

технологий в их приложениях к геоинформатике развитие ИПД можно рассматривать как часть общей тенденции миграции пространственных данных, сервисов и приложений в сетевую среду, в том числе и в первую очередь в среду Интернета. Стала обычной публикация в сети данных и карт, уже давно в ней размещены веб-версии комплексных региональных и национальных атласов (Канада, Украина и др.).

Массовому распространению и использованию сетевых сервисов в повседневной жизни общества в немалой степени способствовало появление публичных картографических веб-сервисов, начало которым положено в 2005 г. проектами компании Google, включая Google Earth («Планета Земля») и Google Maps («Карты Google»), аналогами которых являются «виртуальные глобусы» World Wind (НАСА, США), Bing Maps (Microsoft Corp., США) и др. Особое место среди них занимает сервис OpenStreetMap, некоммерческие картографические ресурсы которого создаются усилиями сообщества пользователей и волонтеров и являются альтернативой аналогичным государственным и коммерческим ресурсам. Другим примером использования геоинформационных технологий широким кругом пользователей в бытовых целях могут служить мобильные и юбиквитные (доступные всюду и всегда) сервисы, основанные на определении местоположения объекта, оснащенного мобильным устройством (смартфоном, ноутбуком, автонавигатором и т.п.). В последние годы наметилась тенденция переноса ресурсоемких приложений, связанных с оперативной обработкой пространственных данных или с их экстремально большими объемами, в среду облачных вычислений. Эта тенденция, впрочем, характерна не только для рассматриваемой предметной области [1]. Технологические решения, обеспечивающие интероперабельность (взаимосовместимость) компонентов ИПД в распределенной сетевой среде, основаны на коммерческом программном обеспечении геоинформационных систем (ГИС) и на свободно распространяемых программных продуктах, в том числе с открытым исходным программным кодом. В ряде стран использование последних становится элементом государственной научно-технической политики. Растет доступность пространственных данных, значительная часть которых, включая базовые пространственные данные ИПД, архивы данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, становится открытой, то есть распространяемой безвозмездно. Это создает необходимые предпосылки для их широкого использования, в том числе научно-образовательным сообществом, в интересах решения научных и прикладных задач.

2. Задачи

Научное исследование территории предполагает анализ и оценку существующих источников информации, поиск необходимых исходных данных, включая данные дистанционного зондирования, которые в последние годы стали базовой информацией географических исследований. Их наличие и

доступность, однако, не решает проблемы их эффективного использования, порождая задачи их обработки и интерпретации. Набор дополнительных источников информации будет определяться тематикой исследования и поставленными целями и конечными задачами. Важен и уровень профессиональных знаний и умений каждого отдельного исследователя, его опыт работы и многие другие обстоятельства. Тем не менее, для исследований в области создания распределенной среды обработки данных ДЗЗ можно выделить ряд общих информационных потребностей исследователей и научных коллективов [2].

На первом этапе исследования это потребности в космических и аэроснимках района исследования; научных методиках и теории использования ДЗЗ; современных программно-технологических сервисах. Все они могут быть удовлетворены путем создания распределенной среды.

На втором этапе (непосредственного проведения исследования) часто возникает необходимость в получении дополнительных количественных данных, изучении существующих методик решения подобных исследовательских задач и обработки полученных результатов, т.е. потребности в первичных данных (например, данных измерений состояния различных природных объектов и их характеристик); аналитических и экспериментальных методиках и методах обработки этих данных.

Они удовлетворяются за счет обращения в специализированные базы и банки данных и к возможностям современных ГИС и к другим программным средствам реализации различных аналитических (расчетных) функций.

На третьем, заключительном этапе возникает информационная потребность в отыскании наилучших способов представления полученных результатов, которая может быть удовлетворена за счет обращения к полнофункциональным ГИС для моделирования и представления полученных результатов.

Таким образом, удовлетворение информационных потребностей исследователей для решения задач в области дистанционного зондирования может и должно осуществляться за счет разработки специализированной системы, реализующей все эти функции путем перераспределения поисковых заданий исследователей к соответствующим серверам.

Одна из главных предметных областей применения создаваемой системы – изменения природной среды и ее компонентов, оценка природных ресурсов и состояния окружающей среды. Ее средства могут обеспечить:

- контроль рационального использования природных ресурсов и охрану природы;

- комплексный мониторинг природной среды;

- экологическое обоснование проектов;

- оценку инвестиционной привлекательности территорий;

- информационное обеспечениеей прединвестиционных, предпроектных и проектных работ;

- разработку и государственную экспертизу региональных схем социально-экономического развития, территориального планирования, капитального строительства, проектов освоения природных ресурсов;

- подготовку и издание информационно-справочных и аналитических материалов;

- подготовку общественных слушаний.

3. ГИС-лаборатория на платформе UniHUB

Для решения поставленных задач распределенной обработки данных ДЗЗ на платформе UniHUB (http://www.unihub.ru) была создана ГИС-лаборатория. В рамках принятой терминологии ГИС-лаборатория является группой пользователей UniHUB со всей доступной группам функциональностью для организации совместной работы [3]. Совместная работа виртуальной лаборатории и ее участников организуется с помощью единого рабочего пространства и взаимодействия информационных процессов на основе портального решения и веб-служб. Она является универсальной «точкой входа» в рабочую область авторизованных пользователей с возможностью доступа к файлам и программам, формирования файловых хранилищ данных и документов, разделения прав доступа к данным, документам и программным приложениям, управления работами (рассылка заданий и контроль исполнения, ведения архива и контроля версий документов).

Пользователь лаборатории имеет возможность найти необходимую информацию в файловых хранилищах пространственных данных — каталоге данных ДЗЗ, цифровых моделей рельефа, ГИС-проектах и др., а также сохранить информацию в пользовательской рабочей области, осуществив подбор тематических данных и других картографических материалов различного масштаба.

Используемый вариант организации информационной среды — клиент-серверная архитектура: пространственные данные хранятся на сервере, и многие пользователи имеют возможность обращаться к одному массиву данных. Упрощается администрирование данных, появляется возможность параллельного совместного редактирования и ведения нескольких версий. Вместе с тем, в соответствии с архитектурой UniHUB, ГИС и ДЗЗ-инструментарий выделены и доступны как самостоятельные клиентские приложения вне ГИС-лаборатории (рис. 1).

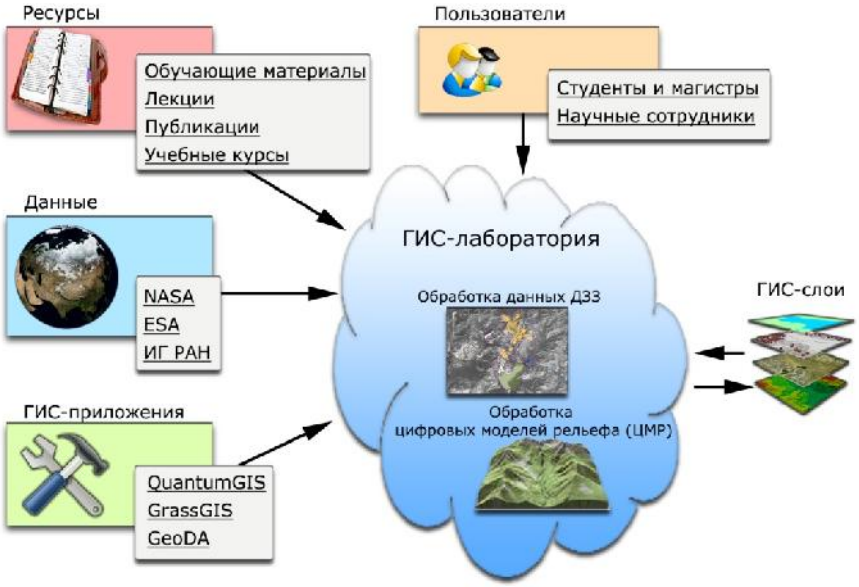

Рис. 1. Схема организации ГИС-лаборатории

Лаборатория базируется не только на программных приложениях, но и обучающих материалах и исходных данных, что позволяет использовать ресурсы лаборатории в образовательных целях.

Преимуществами такого решения являются:

- универсальность — приложение может быть легко настроено в соответствии с задачей и набором необходимых пользователю функций;

- простота использования — пользователи самостоятельно способны освоить приложение в короткий срок.

Все данные, необходимые пользователю, извлекаются не только из файловых хранилищ лаборатории, но и из открытых распределенных веб-сервисов, распространяющих данные ДЗЗ. Соответствующие данные направляются на обработку в соответствии с выбранными процедурами, на анализ или для поиска новых дополнительных данных.

4. Организация пользовательского доступа к пространственным данным

Принципиальной проблемой, определяющей успех работы лаборатории, в целом является вопрос обеспечения полноты покрытия данными, которые

доступны пользователям, обращающимся к системе с запросами на выполнение некоторых конкретных действий.

С точки зрения самих данных, в хранилище лаборатории и на распределенных серверах, подключенных к ней, находятся принципиально два разных типа данных, но полученных на основе дистанционного зондирования Земли. Первый тип — цифровые модели рельефа местности разного пространственного разрешения и охвата. Ко второму типу относятся космические снимки, а также каталог аэрофотоснимков.

Для работы в ГИС-лаборатории доступны глобальные и семиглобальные цифровые модели рельефа:

- глобальная ЦМР ASTGTM (ASTER GDEM), созданная в результате стереофотограмметрической обработки снимков космического аппарата ASTER (США) (шаг сетки ок. 30 м);
- семиглобальная ЦМР SRTM, полученная в результате съемки земной поверхности многоразовым транспортным космическим кораблем NASA «Индевор» (Endeavour) в феврале 2000 г. (3 угловые секунды или ок. 100 м в низких широтах, в пределах области от 60° с.ш. до 60° ю.ш.);
- глобальная ЦМР GTOPO30, созданная Геологической съемкой США USGS (30 угловых секунд или около 1 км в низких широтах), а также подобные ей GTOPO5, GTOPO2 и GTOPO1;
- ETOPO5 (5 угловых минут или ок. 10 км).

В целях оперативности доступа в хранилище ГИС-лаборатории доступны данные космической и аэрофотосъемки:

- Космические снимки Landsat глобального охвата с разрешением 150 м.;
- Синтезированные космические снимки Landsat за 1990 г. глобального охвата с разрешением 30 м.;
- Синтезированные космические снимки Landsat за 2000 г. глобального охвата с разрешением 30 м.;
- Каталог аэрофотоснимков (метаданные) ИГ РАН;

Для удобства пользовательского доступа к хранимым данным дистанционного зондирования был реализован механизм, позволяющий осуществить поиск данных посредством задания местоположения на географической карте. Программная реализация пользовательского интерфейса выполнена на базе Flash-приложения (рис. 2).

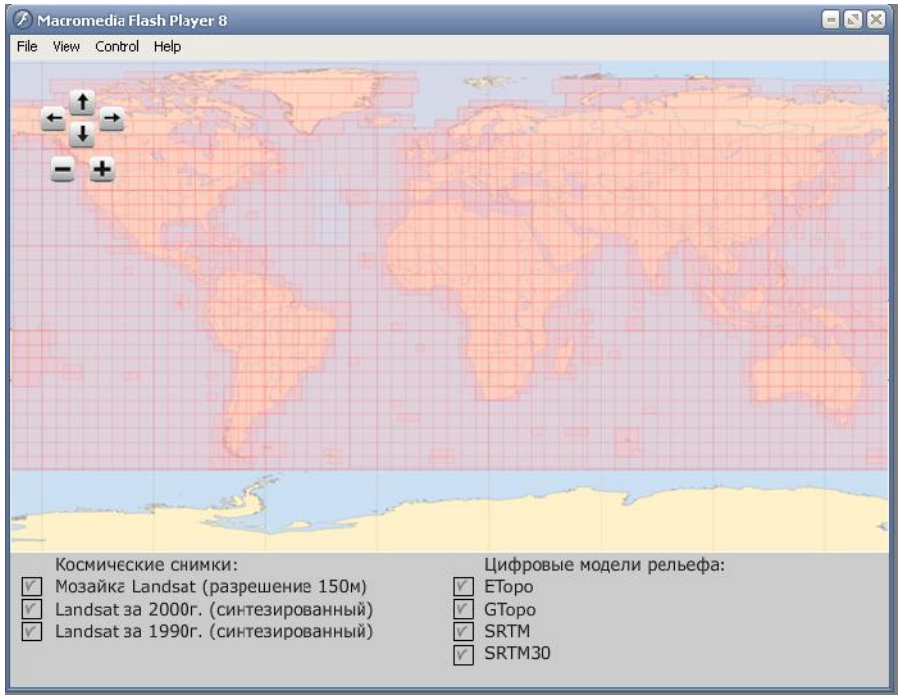

Рис. 2. Программное приложение для загрузки данных

Пользователь, воспользовавшись интерактивной картой, может легко выбрать соответствующие данные, а также необходимый ему пространственный охват загружаемых ресурсов.

С технологической точки зрения, загружаемые данные попадают из единого хранилища в рабочую область пользователя, в так называемую «пользовательскую сессию». После этой процедуры необходимые наборы данных доступны для последующей обработки.

5. Инструменты ГИС-лаборатории по работе с пространственными данными

Одним из основных программных приложений, установленных в лаборатории для обработки пространственных данных, является Quantum GIS (http://www.qgis.org), которое является программным обеспечением с открытым исходным кодом, созданное в мае 2002 года, а с июня того же года ставшее проектом на площадке SourceForge. В настоящее время Quantum GIS (QGIS) работает на большинстве платформ: Unix, Windows, и OS X. QGIS легок в использовании, имеет приятный и простой графический интерфейс, поддерживает множество растровых и векторных форматов данных,

выпускается на условиях лицензии GNU General Public License (GPL). Это означает, что пользователь всегда будет иметь доступ к программному обеспечению ГИС, которое является бесплатным и может свободно адаптироваться [4].

QGIS позволяет использовать множество распространенных функций ГИС, обеспечиваемых встроенными инструментами и модулями; среди них:

- просмотр данных,
- оформление и компоновка карт,
- управление данными: создание, редактирование и экспорт,
- анализ данных,
- публикация карт в сети Интернет,
- расширение функциональности Quantum GIS с помощью модулей расширения.

QGIS во многом основана на GRASS GIS, но имеет более понятный для неискушенного пользователя интерфейс. GRASS GIS был также установлен в рабочем пространстве ГИС-лаборатории в целях более глубокой обработки пространственных данных. GRASS GIS включает инструменты для пространственного моделирования, визуализации растровых и векторных данных, управления геоданными и их анализа, обработки спутниковых снимков и аэрофотоснимков.

GRASS GIS включает более 400 встроенных модулей для анализа и около 100 дополнительных модулей, поддерживаемых сообществом, а также справочные материалы, которые можно свободно загрузить с основного веб-сайта GRASS http://grass.osgeo.org, или с многочисленных «зеркал» по всему миру. GRASS GIS в настоящее время используется по всему миру в академических и коммерческих кругах, а также многих правительственных учреждениях и экологических консалтинговых компаниях. Она работает на различных популярных аппаратных платформах и является свободным программным обеспечением с открытым исходным кодом, распространяемым на условиях GPL.

Для расширения функциональных возможностей ГИС-лаборатории по работе с пространственными данными был также установлен кросс-платформенный программный пакет с открытым исходным кодом OpenGeoDa. Это бесплатный программный пакет, который дает возможность производить пространственный анализ данных, визуализацию, пространственную автокорреляцию и пространственное моделирование. Пакет специализируется на анализе пространственных данных и их визуализации, основываясь на методах динамического связывания и пространственных выборках.

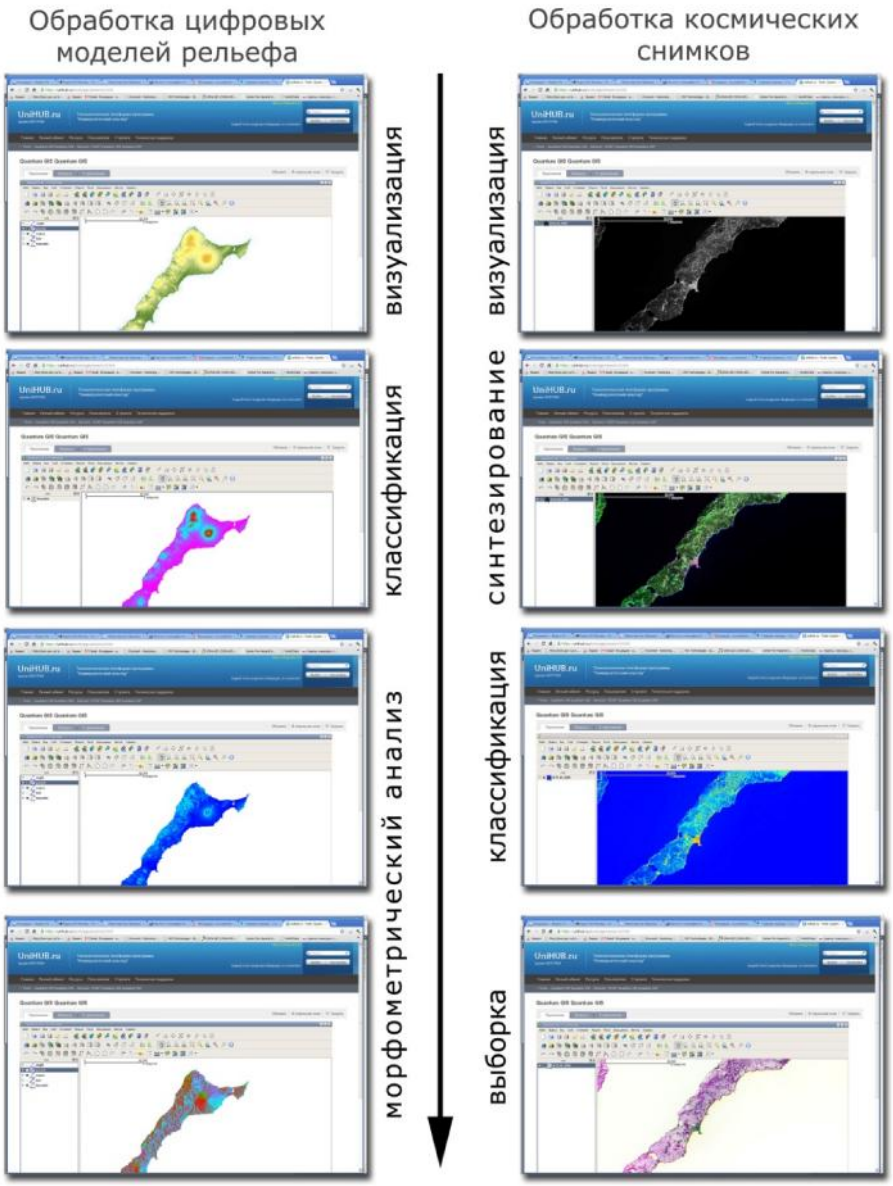

Рис. 3. Процессы и результаты обработки данных

Результаты работы с пространственными данными OpenGeoDa способна представлять не только в виде карт, но и в виде гистограмм, графиков

распределения, точечных диаграмм. OpenGeoDa имеет преимущества по функциональным возможностям в сравнении с аналогичными программными продуктами в инструментах пространственного анализа, многомерного анализа данных и др.

В результате работы на кроссплатформенных геоинформационных системах участниками ГИС-лаборатории созданы карты экспозиций склонов, общей кривизны, индекса пересеченности, углов наклона, визуализированы цифровые модели рельефа. В лаборатории были также обработаны космические снимки с различных платформ, в результате чего были получены данные о современном использовании земель (рис. 3).

6. Заключение

За время работы ГИС-лаборатории в ее использовании приняли участие и прошли обучение студенты и магистры Географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. Занятия по работе в лаборатории внедрены в учебный процесс и присутствуют в учебном плане студентов 3-его курса. В работе лаборатории также приняли участие студенты Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) в рамках прохождения производственной практики в Институте географии РАН. В ходе прохождения практики и обучения на базе лаборатории студентами получены навыки обработки цифровых моделей рельефа, а в частности получения морфометрических характеристик рельефа местности.

В процессе работы ГИС-лаборатории получен ряд новых результатов в формировании стыкующихся информационных потоков данных дистанционного зондирования от разных источников, «конструировании» новых знаний на основе хранилищ массивов и организации информационного интерфейса для ученых и студентов по конкретным направлениям прикладных исследований в области наук о Земле.

В рамках лаборатории реализована концепция построения распределенной информационной системы. Пользователи ГИС-лаборатории обеспечены различными наборами данных, в том числе из внешних узлов, различными инструментами их обработки, и, главное, экспертной информационной поддержкой.

Список литературы

[1] Гайсарян С. С., Самоваров О. И., Аветисян А. И., Иванников В. П. «Университетский кластер»: интеграция образования, науки и индустрии // Открытые системы. — № 5. — 2010. — http://www.osp.ru/os/2010/05/13003059/ .

[2] Поликарпов С. А., Вишняков Ю. С., Жижченко А. Б., Сотников А. Н., Кошкарев А. В., Медведев А.А. Распределенная система для интеграции данных дистанционного зондирования в интересах наук о Земле // Тезисы Совещания APN (MAIRS/NEESPI/SIRS) «Экстремальные проявления глобального изменения климата на территории Северной Азии». — SCERT, 2012. — С. 49-51.

[3] Самоваров О. И. «Концепция Web-лабораторий (ИСП РАН)», Семинар «Облачные сервисы», 2011. — http://unicluster.ru/23-report-seminar-cloud-services.html .
[4] Кошкарев А. В., Медведев А. А., Серебряков В. А. Данные и сервисы Академической ИПД. — ИнтерКарто-ИнтерГИС-18: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы международной конференции / Редкол.: С. П. Евдокимов (отв. ред.) [и др.]. Смоленск, 26-28 июня, 2012 г. — Смоленск, 2012. . — С. 153-156.

Virtual GIS laboratory as a tool for spatial data analysis

Koshkarev A. V., Medvedev A. A. - Russian Acad Sci, Inst Geog, Moscow, Russia
Vishnyakov Yu. S., Polikarpov S. A. - Russian Acad Sci, Dorodnicyn Comp Ctr, Moscow, Russia
Sotnikov A. N. - Russian Acad Sci, Joint Supercomp Ctr, Moscow, Russia

Abstract: Based on UniHUB technology by ISP RAS, Web-laboratory (hub) for remote sensing data integration is currently being deployed. Huge amount of remote sensing data is currently available. Data are being gathered by separate researchers and scientific projects as well as by complex global databases of major international programs and information centers. Thus we observe broad migration of geographic data, services and applications to network environment, particularly to Internet. But our information system focuses not only on data collecting but mainly on creating problem-oriented community of scientists (i.e. experts, researchers, students) online. It provides a search mechanism for sources of spatial data via graphical interface, data access, web applications and training materials. In context of UniHUB our Web-laboratory exists as a user group. Anyone can easily contribute new materials to it as well as take advantage of assistance from competent colleagues. Cloud environment of UniHUB is used to solve geographic problems, such like handling of satellite images and digital elevation models by methods and techniques of spatial analysis and geomodeling in open source Quantum GIS. Currently our Web-laboratory is widely used among students. But we expect it to have much more applications such like assessments in the field of natural resources, state of environment etc.

Keywords: Geographic Information System; remote sensing; Web Laboratory; Digital elevation models; open GIS

References:

[1]. Gajsaryan S. S., Samovarov O. I., Avetisyan A. I., Ivannikov V. P. «Universitetskij klaster»: integratsiya obrazovaniya, nauki i industrii [“University Cluster”: education, science and industry integration]. Open Systems, 2010, no. 5, http://www.osp.ru/os/2010/05/13003059/ (in Russian).

[2]. Polikarpov S. A., Vishnyakov Yu. S., ZHizhchenko A. B., Sotnikov A. N.,Koshkarev A. V., Medvedev A. A. Distributed system for remote sensing data integration in the interest of Earth sciences. Proceedings of MAIRS/NEESPI/SIRS APN Workshop “Climate Change Induced Extremes in Nothern Asia”, 2012, p. 49.

[3]. Samovarov O. I. Kontseptsiya Web-laboratorij (ISP RAN) [Web-laboratory idea (ISP RAN)]. “Cloud Services” Workshop, 2011, http://unicluster.ru/23-report-seminar-cloud-services.html (in Russian).

[4]. Koshkarev A. V., Medvedev A. A., Serebryakov V. A. Dannye i servisy Akademicheskoj IPD [Data and services for academic spatial data infrastructure]. Proceedings of International Conference “InterCarto-InterGIS 18. Sustainable development: GIS theory and practice”, 2012, pp. 153-156 (in Russian).