



eISSN 2311-2468  
Том 3, № 4. 2015  
Vol. 3, no. 4. 2015

электронное периодическое издание  
для студентов и аспирантов

# Огарёв-онлайн Ogarev-online

<https://journal.mrsu.ru>



**ПРИМАЧЕНКО Е. П., ГАСАНОВА А. М., СИНИЦЫНА А. О.**  
**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО МАРКЕТИНГА (НА ПРИМЕРЕ РЕГИОНОВ ПФО)**

**Аннотация.** В статье рассматриваются методы математико-картографического моделирования для пространственного анализа показателей демографического маркетинга. Применение методов геоинформационного моделирования позволяет выстраивать многопараметрические классификации для создания физических и экспериментальных моделей социально-экономических процессов, моделей поддержки принятия решений и прогноза.

**Ключевые слова:** моделирование, демографический маркетинг, дендрограмма, кластерный анализ, геоинформационные технологии.

**PRIMACHENKO E.P., GASANOVA A.M., SINITSYNA A.O.**

**SPATIAL MODELLING OF DEMOGRAPHIC MARKETING INDICATORS:  
A STUDY OF VOLGA FEDERAL DISTRICT REGIONS**

**Abstract.** The article considers the methods of mathematics and cartographical modelling for spatial analysis of demographic marketing indicators. The methods of geo-information modelling are used for multiple parameter classifications. As a result, physical and experimental models of social and economic processes, models of decision-making support and forecasting are developed.

**Keywords:** modelling, demographic marketing, dendrogram, cluster analysis, geo-information technologies.

В настоящее время существенно возросло значение прикладных исследований, направленных на изучение общих закономерностей демографических процессов, их особенностей в существующих социально-экономических условиях. Демографические процессы – сложное социальное явление. В них переплетается влияние общих тенденций демографического развития и частных особенностей тех или иных его этапов. Они протекают в рамках, определенных природой, и управляются социальными законами, испытывая сложное, а подчас, и противоречивое влияние других сфер жизнедеятельности людей, в первую очередь, экономического развития [9]. В пределах страны течение демографических процессов существенно зависит от особенностей расселения и миграции, а также от тенденций их изменения.

Все эти особенности демографических тенденций требуют приемов исследования, адекватных сложности изучаемого объекта. В современной демографии таким методом

становится моделирование либо самих процессов, либо их взаимосвязей с другими социальными явлениями [2; 5; 7]. Модели позволяют представить данный процесс или взаимосвязь в «чистом» виде, безотносительно к преходящим особенностям и случайным воздействиям, исключив влияние внешних обстоятельств. Поэтому демографические модели являются полезным средством изучения факторов демографических процессов, надежный и точный инструмент анализа тенденций роста населения и его компонентов.

Изучая взаимосвязи процессов между собой, их зависимость от различных факторов, а также социально-экономические последствия развития населения, демография раскрывает законы и закономерности движения населения. Воспроизводство населения, протекающее в конкретной общественной среде, определяется социально-экономическими условиями жизни общества.

Демографическая ситуация, изменения в численности и возрастном составе населения сказываются на динамике и структуре рынка, его территориально-географическом распределении. В социально-экономических и маркетинговых исследованиях выявляются взаимосвязи демографии с рыночными явлениями и процессами. Очевидно, что складывается самостоятельный раздел демографии, который следует называть *демографическим маркетингом*, и использовать данный термин в научном обороте [1].

Демографический маркетинг сформировался на стыке двух наук – демографии и маркетинга. Он охватывает все маркетинговые процессы и явления, каким-либо образом связанные с демографическими процессами и явлениями. Он относится к рыночной сфере и изучает как влияние демографических факторов на рыночную ситуацию, так и воздействие потребительского рынка на динамику, географию, половозрастную и семейную структуру населения, урбанистические тенденции и даже воспроизводственные функции населения.

Объектом исследования в демографическом маркетинге выступает потребительский рынок, происходящие на нем процессы и факторы, на них влияющие. Потребительский рынок можно рассматривать как социально-экономическое пространство, где в качестве продавцов выступают производители, организации и предприятия сбыта, оптовой торговли, розничной торговли, непроизводственные государственные и негосударственные учреждения, ассоциации, индивидуальные предприниматели, а также население, занимающееся перепродажей товаров или частей личной собственности. В качестве покупателей выступают, главным образом, индивидуальные потребители, к которым относятся отдельные индивидуумы и семьи, покупающие товары для последующей перепродажи или потребления. К числу покупателей относятся также различные предприятия, которым товар нужен для текущих хозяйственных нужд; предприятия, перерабатывающие товар в другой продукт; торговые посредники (дистрибьюторы);

конечные массовые потребители (социально-бытовые учреждения, учебные заведения, армия и др.)

Сопрежженным направлением в исследовании рыночной деятельности по удовлетворению потребностей населения является *социальный маркетинг*. Он представляет рыночную деятельность, ориентированную на удовлетворение личных и общественных потребностей различных слоев населения и реализацию социальных программ. Социальный маркетинг охватывает систему показателей исследования уровня жизни и социальной структуры населения, а также характеристику социальной неоднородности потребителей.

Располагая всеми необходимыми данными, маркетинговые компании способны принимать решения, ориентируясь на предпочтения потребителей, их потребности и уровень жизни. Но демографический анализ необходим не только для принятия решений, касающихся объемов продаж, качества продукции, цен на товары и количества торговых точек, а также и для планирования политики распределения трудовых ресурсов внутри своей компании. Постепенно демографический анализ становится неотъемлемой частью процесса принятия решений в бизнесе, используется для исследования причин демографических изменений, а полученные результаты используются в бизнес-планировании [6].

Пространственное моделирование исследуемых процессов и явлений, также, как и любое наглядное представление данных всегда способствовало упрощению анализа сложившихся ситуаций в любой исследуемой области жизни человека и общества в целом. В настоящее время весьма продуктивным является сотрудничество не только специалистов в области демографии и маркетинга, но также географов, картографов. Все большую популярность приобретает отображение демографических, социально-экономических процессов в виде картограмм [3].

*Картограмма* принадлежит к старейшим способам изображения экономических и социальных явлений и до сих пор сохраняет свое значение. Основные причины в простоте, информативности, экономичности способа, в органичном его соответствии исходным учетно-статистическим материалам по территориальной организации картографируемых данных (по административно-территориальному делению).

Для того чтобы подчеркнуть тесную взаимосвязь демографических процессов и маркетинга, воспользуемся Геоинформационной Системой (ГИС) для построения ряда картограмм. ГИС ArcView 3.1 предоставляет возможность географически, то есть в наиболее наглядной и удобной для восприятия форме, отображать, исследовать, запрашивать и анализировать данные. Она позволяет создавать тематические карты, обладая при этом специальными инструментальными средствами. В рамках ArcView можно производить различные виды манипуляций с пространственными данными [4; 7; 10].

Все карты создавались в едином масштабе – 1:8 000 000, который является наиболее оптимальным для картографирования в данном случае, т.к. полно, подробно и наглядно изображает картографируемую территорию. В данном случае карты имеют справочный характер. В качестве основы для построения карт использовались имеющиеся электронные карты на территории регионов ПФО, содержащие границы, гидрографию, административно-территориальное деление республики и соседних субъектов.

В ходе исследования были созданы картограммы характеризующие:

- численность населения в исследуемых регионах;
- социально-экономическое положение населения;
- уровень душевого товарооборота в регионах.

При исследовании региональной дифференциации важным моментом является ее анализ по совокупности показателей. Недостаточно исследуемое явление рассмотреть в динамике и описать с помощью главных компонент. Весьма интересным представляется тот факт, что во всех видах маркетинговой деятельности анализ сегментов потребителей находит применение и оказывает влияние на результаты продвижения продукции покупателям.

Основу сегментирования составляет разбиение потребителей на осмысленные группы, которые принято называть «сегментами». Существует множество подходов к классификации объектов. Среди них достойное место занимает кластеризация как совокупность методов и технологий выделения однородных групп объектов и объяснения полученных результатов. В результате применения классифицирующих процедур создаются «кластеры», или группы очень похожих объектов. Целесообразность применения кластерного анализа к проблемам сегментирования обусловлена тем, что его вычислительные процедуры позволяют классифицировать потребителей по группам [8].

Кластерный анализ, реализуемый в пакете прикладных программ (ППП), осуществляется в несколько этапов:

- отбор и преобразование переменных для анализа;
- выбор меры расстояния между объектами;
- выбор метода кластеризации;
- определение числа кластеров;
- интерпретация и оценка достоверности кластеров.

В нашем исследовании необходимо провести классификацию 14 регионов ПФО. В разбиении на кластеры будут участвовать выделенные в начале компонентного анализа 11 показателей, характеризующих потребительский рынок с точки зрения демографического маркетинга.

Первый этап кластерного анализа заканчивается предварительной нормализацией

исходных данных, на основе которых и ведутся расчеты на всех следующих этапах.

С помощью ППП STATISTICA был проведен иерархический агломеративный кластерный анализ. Результаты кластеризации наглядно можно выразить в виде древовидной диаграммы, часто называемой дендрограммой (существуют горизонтальные и вертикальные дендрограммы). Ее можно определить как графическое изображение результатов процесса кластеризации. Дендрограмму можно рассекать на любом этапе объединения и получать соответствующее число классификационных групп. Различными методами были построены дендрограммы разбиения совокупности регионов на кластеры.

Применение разных способов кластерного анализа приводит к различному делению на кластеры одного и того же множества объектов. Некоторые классификации дают практически одинаковые результаты, что дает возможность создания обобщающих моделей, а другие различаются коренным образом, что вводит в заблуждение при анализе полученных моделей и затрудняет проведение объективного анализа. Тем не менее, анализ группировок регионов показывает, что большая их часть образует жесткие блоки, не изменяющиеся вне зависимости от алгоритма. В данной работе окончательное разбиение регионов будет проведено именно этим методом  $k$ , разделяя при этом Федеральный округ на три кластера.

Осуществив кластеризацию, мы имеем возможность ее результаты наглядно представить, показывая регионы из одного кластера определенным цветом (рис.1).

В первый кластер попали регионы с более низким уровнем исследуемых показателей: товарооборот на душу населения, среднемесячная заработная плата, пенсии. Также в этих регионах наблюдался высокий уровень безработицы. В свою очередь во второй кластер попали регионы, в которых эти показатели незначительно выше. В третий кластер попали регионы с высоким уровнем доходов, товарооборота на душу населения, с более низким уровнем безработицы.

Проведенное исследование с использованием различных методов математико-картографического моделирования позволяет сделать следующие выводы: регионы, входящие в состав ПФО, имеют различный уровень социально-экономического развития, что оказывает определенное влияние на реализацию маркетинговой программы.

Внедрение современных геоинформационных технологий дает возможность проведения пространственного анализа показателей демографического маркетинга и контроля получаемых результатов.



Рис. 1. Кластеризация регионов ПФО методом k-средних.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беляевский И. К. Демографический маркетинг: наука и практика // Вопросы статистики. – 2010. – № 4. – С. 24–34.
2. Долгачева Т. А., Бучацкая Н. В., Ивлиева Н. Г. и др. Картографическое моделирование оценки природно-экологической комфортности проживания населения в городе // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 6. – С. 16–19.
3. Ивлиева Н. Г., Долгачева Т. А., Манухов В. Ф. и др. Применение ГИС-технологий для оценки комфортности проживания населения в городе // ИнтерКарто/ИнтерГИС-16: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: мат-лы Междунар. конф. Ростов-на-Дону, Зальцбург, 3–4 июля 2010 г. – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 140–144.
4. Ивлиева Н. Г., Примаченко Е. И., Манухов В. Ф. и др. О картографическом обеспечении исследований демографических процессов (на примере Республики Мордовия) // ИнтерКарто/ИнтерГИС-15: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: мат-лы Междунар. конф. Пермь, Гент, 29 июня – 5 июля 2009 г. – Пермь, 2009. – С. 214–218.
5. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Картографическое моделирование особенностей формирования и становления мордовской автономии // Геодезия и картография. – 2012. – № 1. – С. 15–22.
6. Кашуро А. Н. Применение демографической информации в бизнесе. – М.: Издат. центр факультета журналистики МГУ им. М. В. Ломоносова, 2007. – 21 с.
7. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Пресняков В. Н. и др. Проблемно-ориентированный междисциплинарный подход в обучении географов-картографов // Геодезия и картография. – 2008. – № 11. – С. 61–64.
8. Молодецкая С. Ф. Кластерный анализ в сегментации рынка // Научно-информационный электронный журнал научных публикаций студентов и молодых ученых «ЭГО» [Электронный ресурс]. – 2012. – № 3. – Режим доступа: <http://ego.uapa.ru/issue/2012/03/04/?print>. (загл. с экрана).
9. Скворцова М. А., Долгачева Т. А., Ивлиева Н. Г. и др. К вопросу оценки социальной комфортности проживания населения в регионе // Известия Смоленского государственного университета. – 2014. – № 3. – С. 230–238.
10. Синицина А. О., Примаченко Е. И. Исследование демографических процессов с использованием ГИС-технологий // Картография и геодезия в современном мире: мат-лы 2-й Всерос. науч.-практ. конф., Саранск, 8 апр. 2014 г. / редкол.: В. Ф. Манухов (отв. ред.) и др. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 204–209.

**БУЧАЦКАЯ Н. В., ЮТЯЕВА Д. Н.**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ COREL PHOTO-PAINT**  
**ПРИ РАБОТЕ С РАСТРОВЫМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ**

**Аннотация.** Статья посвящена внедрению функциональных возможностей приложения Corel Photo-Paint в картографо-геодезические работы. Обработка картографических растровых данных является одним из основных этапов при разработке и создании электронных и компьютерных карт. Изучение CorelDRAW студентами-картографами начинается с первого курса. Поэтому приложение Corel Photo-Paint следует использовать при работе с растровыми материалами, так как студенты уже знакомы с технологиями и у них имеется определенный навык работы.

**Ключевые слова:** компьютерная графика, растровое изображение, векторное изображение, графический редактор, оформление карт.

**BUCHATSKAYA N. V., YUTYAEVA D. N.**  
**USING COREL PHOTO-PAINT APPLICATION**  
**FOR BITMAP IMAGES PROCESSING**

**Abstract.** The article considers the use of Corel Photo-Paint application for surveying and mapping. Map raster data processing is one of the major steps in the design and development of electronic and computer maps. Student-mapmakers study this program since their first year. Therefore, Corel Photo-Paint application should be used for processing bitmap data, because students are familiar with the technology and have relevant experience.

**Keywords:** computer graphics, bitmap image, vector image, graphic editor, map design.

Применение компьютерных технологий с середины XX – начала XXI вв. привело к кардинальным изменениям в технологии исследования и отображения природы и общества посредством картографических изображений [4; 5; 8]. Специализированные программные продукты успешно заменили традиционные инструменты и приспособления. На сегодняшний день в распоряжении специалиста-картографа имеется большое количество графических программ, позволяющих создавать и редактировать картографические произведения с использованием растрового и векторного форматов [1; 2; 9].

В этой связи наиболее популярными являются компьютерные графические редакторы CorelDRAW, Corel Photo-Paint, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Quark Press, Page Maker и др., в арсенале которых заложен широкий спектр возможностей работы с различными картографическими материалами.

Канадская фирма Corel является одним из ведущих разработчиков популярного графического редактора для платформы IBM PC в среде MS Windows. За последние годы она трансформировалась в универсальное и мощное программное обеспечение для графического дизайна CorelDRAW Graphics Suite. Это надежный графический пакет, который включает среду с обширным контентом и профессиональные приложения для графического дизайна, редактирования фотографий и веб-дизайна [6; 7; 10].

В картографии графический редактор CorelDRAW широко используется и имеет удобный интуитивный пользовательский интерфейс, позволяющий быстро овладевать компьютерной технологией составления карт.

Возможности импорта файлов у программы ограничены. В основном это форматы программ, входящих в пакет CorelDRAW, например, формат CPT. В качестве основных экспортируемых форматов можно назвать AI, EPS, PDF, PFB, TTF, GIF, JPEG, PNG.

К сожалению, CorelDRAW не производит автоматическую привязку картографического изображения к географическим координатам и преобразование картографических проекций, что вполне объяснимо, так как изначально программы разрабатывались именно как графические редакторы для художников-дизайнеров [3; 7].

Corel Photo-Paint – графический редактор, предназначенный для работы с растровой графикой [6; 10]. По возможностям редактирования изображений он не уступает признанному лидеру Adobe Photoshop, а по функциям создания иллюстраций с использованием имитации традиционной техники живописи значительно превосходит его и приближается к программе Corel Painter.

В картографии широко используются растровые копии картографических материалов (отсканированные бумажные карты). Такие изображения служат картографической основой для ведения составительских и оформительских работ. Для этого после сканирования и предварительной обработки в программе Corel Photo-Paint (масштабирование, поворот, обработка фильтрами и др.) растровое изображение «перебрасывается» в векторный редактор, где производится построение картографического изображения по элементам содержания [3; 6; 9].

Процесс обработки растровых картографических материалов начинается с открытия пакета графического редактора Corel Photo-Paint, после чего следует подгрузить исходные отсканированные карты или их фрагменты (см. рис. 1а). Для этого на панели инструментов последовательно нажимаем «Файл» ⇒ «Открыть» (см. рис. 1б), выбираем папку, где хранятся отсканированные растровые карты, и нажимаем «ОК». Удерживая клавишу Ctrl, можно открыть сразу несколько файлов (см. рис. 1в).

После того как файлы открыты, выделяя один из них, последовательно нажимаем на

панели инструментов «Настройка» ⇒ «Выпрямить изображение». Далее в появившемся окне обязательно приводится изображение в ортогональный вид с помощью функции «Поворот изображения». Для удобства работы в этом окне можно настроить цвет сетки и размер.

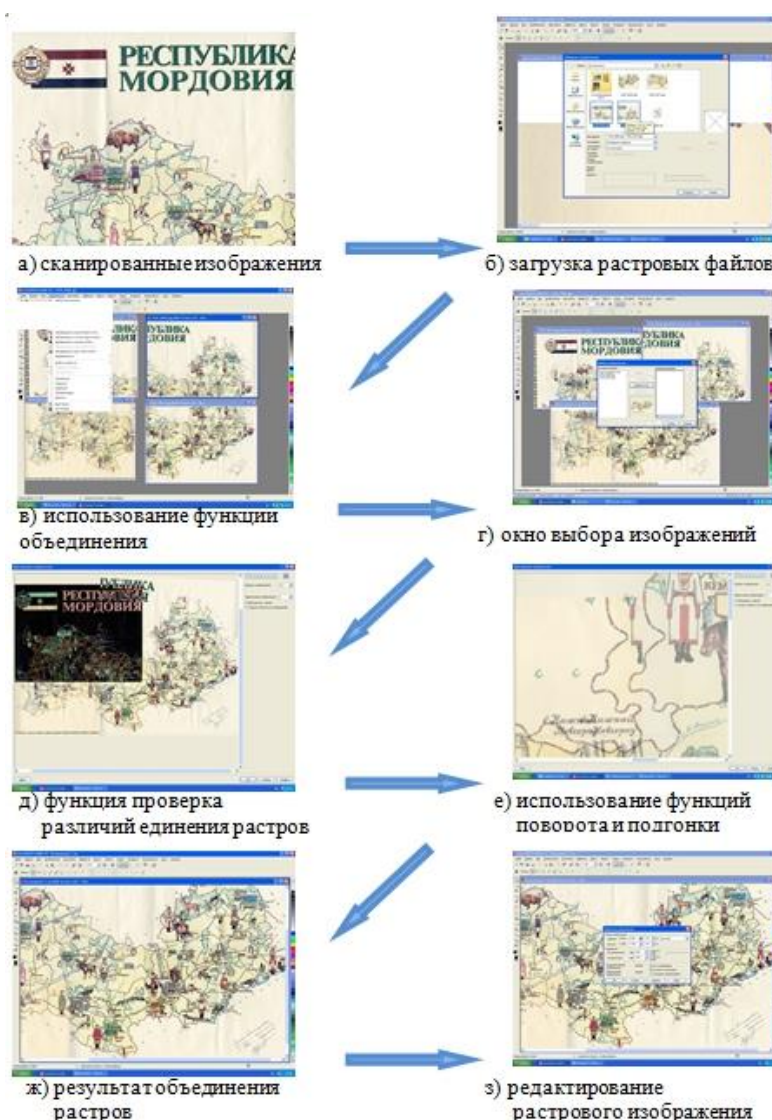


Рис. 1. Поэтапная работа с растровыми изображениями в программе Corel Photo-Paint.

Следующим шагом является объединение растров. Для этого на панели инструментов выбирается вкладка «Изображения» ⇒ «Объединить» (см. рис. 1в) и появляется новое окно «Выбор изображений». Выбираем изображения, которые необходимо объединить, и нажимаем на «Добавить все» ⇒ «ОК» (см. рис. 1г).

Откроется новое окно с функциями объединения. Использование функции «Проверка различий» позволяет увидеть существующие различия между растрами при наложении и определить, насколько и в каком направлении нужно сдвинуть изображения, для того, чтобы они сошлись (см. рис. 1д). Сдвиг растров производится нажатием клавиши «Вверх», «Вниз»,

«Вправо», «Влево». Функция «Поворот изображения» позволяет повернуть изображения на необходимое количество градусов, для того, чтобы они стали доступны для объединения. В случае идеального наложения объединяемых растров происходит инвертирование цветов изображения (см. рис. 1е). После того как процедура объединения выполнена, нажимаем «ОК» и получаем сшитый растр (см. рис. 1ж). Далее для его сохранения во вкладке «Файл» выбираем «Сохранить как», папку для сохранения, а также формат файла (TIF, GIF, JPEG и др.).

Отдельные растровые изображения или полученная после сшивки карта в растровом формате подлежит обработке с использованием специальных функций. Редактирование растровых изображений заключается в изменении цвета определенной группы пикселей, тем самым достигается изменение формы объектов.

Последующее формирование изображения в векторном формате осуществляется путем ручной обводки (обрисовки) растровой подложки (линейных и площадных объектов) или построения внемасштабных условных знаков точечных объектов с помощью инструментария программы. Формирование векторного изображения производится по слоям, на каждом из которых располагается один элемент содержания карты или его часть.

В настоящее время существует целый ряд специализированных программ, позволяющих работать с растровыми изображениями, но при выборе графического редактора предпочтение, как правило, отдается уже знакомому программному продукту. Его выбор в значительной степени обусловлен привычкой пользоваться определенной программой, а именно, той, с которой была начата работа по созданию графического (картографического) изображения. Изучение CorelDRAW студентами-картографами начинается с первого курса, поэтому приложение Corel Photo-Paint предпочтительнее использовать при работе с растровыми материалами. Студенты уже хорошо знакомы с основными функциями программы и у них имеется определенный навык работы с ней.

Кроме того, Corel Photo-Paint обладает множеством разнообразных возможностей по работе с растровыми файлами, позволяя не только создавать новые, но и восстанавливать старые изношенные растры, редактировать, преобразовывать и изменять их. К основным функциям данного пакета относятся следующие растровые операции: изменение размеров, разрешения, яркости, контрастности растров; преобразование в разные палитры цветов и их коррекция, выпрямление, объединение и др. Он позволяет работать со значительными массивами данных, обрабатывая растры достаточно больших размеров. Немаловажно и то, что программа не имеет ограничений по размеру изображения. Однако скорость загрузки и обработки растров уменьшается с увеличением размера изображения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бучацкая Н. В., Тесленок С. А., Суглина А. В. и др. Источники информационных ресурсов для формирования баз данных водных объектов ГИС «Экология» и обеспечения геоинформационного геоэкологического картографирования // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат. VI (заочной) науч.-практич. конф. (Воронеж, 20 ноября 2014 г.) / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Научная книга, 2014. – С. 34–41.
2. Варфоломеев А. Ф., Коваленко Е. А., Манухов В. Ф. ГИС-технологии при изучении и оценке взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и рельефа // Геодезия и картография. – 2013. – № 7. – С. 47–53.
3. Заргарян Ю. А., Заргарян Е. В. Компьютерная графика в практических приложениях: учебное пособие. – Таганрог: Изд-во Технологического института ЮФУ, 2009. – 255 с.
4. Ивлиева Н. Г., Манухов В.Ф. Реализация прикладных исследований в области финно-угроведения с применением геоинформационных технологий // Финно-угорский мир. – 2014. – № 1. – С. 87–94.
5. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Современные информационные технологии и картографические анимации // Педагогическая информатика. – 2012. – № 1. – С. 36–42.
6. Коцюбинский А. О., Грошев С. В. Компьютерная графика: практическое пособие. – М.: ТЕХНОЛОДЖИ 3000, 2001. – 752 с.
7. Маликов Б. Н., Пошивайло Я. Г. Составление и подготовка к изданию карт и атласов с использованием компьютерных технологий: монография. – Новосибирск: СГГА, 2002. – 92 с.
8. Манухов В. Ф., Ивлиева Н.Г., Варфоломеев А. Ф. и др. Реализация компетентностного подхода в выпускных квалификационных работах студентов картографо-геоинформационного направления // Геодезия и картография. – 2015. – № 1. – С.60–64.
9. Ютяева Д. Н., Тесленок С. А., Бучацкая Н. В. и др. Подготовка растровых картографических материалов для геоинформационного картографирования и моделирования // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат. VI (заочной) науч.-практич. конф. (Воронеж, 20 ноября 2014 г.) / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Научная книга. – 2014. – С. 119–130.
10. Официальный сайт технической поддержки корпорации Corel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.corel.ru](http://www.corel.ru).

**ДОЛГАНИНА М. Ю.**  
**ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ**  
**КОМПЕТЕНТНОСТИ: ОПЫТ ПРОХОЖДЕНИЯ**  
**ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

**Аннотация.** Обобщен опыт прохождения производственной практики на современном картографо-геодезическом предприятии ИТЦ «СканЭкс» (г. Москва), которое занимается внедрением космических снимков в области сельского хозяйства, предварительной обработкой, расширенным анализом и тематической интерпретацией спутниковых снимков.

**Ключевые слова:** снимок, профессия, векторный слой, дистанционное зондирование, компетентность.

**DOLGANINA M. YU.**  
**FORMATION OF INFORMATION-SPATIAL COMPETENCE:**  
**AN EXPERIENCE OF PRACTICAL TRAINING**

**Abstract.** The article presents a report of practical training experience at ITC "Scanex", a modern cartographic and geodetic centre in Moscow. The company specialises in satellite pictures for agriculture. Particularly, it deals with preliminary processing, expanded analysis and thematic interpretation of satellite pictures.

**Keywords:** picture, profession, vector layer, remote sensing, competence.

Переход к рыночной экономике, реконструкция общественного производства и перспективы развития важнейших отраслей народного хозяйства выдвигают новый социальный заказ на подготовку специалиста [4]. Современное общество породило новый тип экономики и образования, базирующихся на информатизации образования и на знаниях, которые способствуют формированию интегрированного информационного пространства поддержки междисциплинарных исследований, связанных с пространственными данными [1; 2; 5; 6].

Важным приоритетом в современных образовательных условиях становится развитие информационной компетентности [3; 5; 7–10]. «Информационная компетентность студента определяется как качество личности, представляющее собой совокупность знаний, умений и ценностного отношения к эффективному осуществлению различных видов информационной деятельности и использованию новых информационных технологий для решения социально-значимых задач, возникающих в реальных ситуациях профессиональной и повседневной

жизни человека в обществе» [10]. Проблема формирования компетентности обучаемых выступает главной целью при подготовке квалифицированного специалиста соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда.

В учебном плане специальности 020501 «Картография» на старших курсах предусмотрена производственная практика. Это неотъемлемая часть учебного процесса, помогающая студенту сориентироваться в многообразии дисциплин и попытаться найти себя в профессии. Общеизвестно, что теоретический материал осваивается более осознанно при наличии качественной базы для прохождения производственной практики и хорошей ее организации. Чтобы извлечь из практики максимум пользы, необходимо иметь соответствующий настрой, а также понимать, что практика – это не только новая среда для общения, но и уникальная возможность знакомства и погружения в определенный процесс своей будущей профессии. По направлению кафедры геодезии, картографии и геоинформатики Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева (где большую роль сыграл ее заведующий, доцент В. Ф. Манухов) мне выпала возможность пройти производственную практику в Москве в ИТЦ «СканЭкс». В план прохождения производственной практики, наряду с учебными, были включены и научно-исследовательские задачи.

Инженерно-технологический центр «СканЭкс» – лидирующая в своей области российская фирма, представляющая полный комплекс услуг от приема до тематической обработки изображений Земли из космоса. Коммерческий архив данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) имеет общий объем около 200 Терабайт и постоянно обновляется. Фирма имеет возможность и выполняет тематические проекты в области картографии, кадастра и землеустройства, лесного и сельского хозяйства, охраны природы чрезвычайных ситуаций, прогноза погоды, ледовой обстановки. Таких наукоемких и комплексных предприятий в нашей республике не существуют. В ИТЦ «СканЭкс» можно работать со снимками в реальном времени, что возможно далеко не во всех компаниях.

Предприятие «СканЭкс» имеет собственную линейку программных продуктов для предварительной обработки, расширенного анализа и тематической интерпретации спутниковых снимков. При прохождении практики я получила возможность детально изучить программное обеспечение SCANEX IMAGE PROCESSOR, что позволило углубить свои теоретические знания в работе с данными дистанционного зондирования Земли.

ИТЦ «СканЭкс» внедряет применение космических снимков в области сельского хозяйства. Одним из проектов компании является онлайн-сервис «КосмосАгро». В ходе

практики была предоставлена возможность поучаствовать в проекте создания векторных картографических слоев для обеспечения этого сервиса в программном обеспечении Scanex WebGeoMixer.

Одна из целей проекта – внедрение современных космических технологий в РФ для ведения эффективной сельскохозяйственной деятельности. Сервис способствует внедрению так называемого точного земледелия, дает возможность проводить инвентаризацию сельскохозяйственных угодий и выявлять неиспользуемые земли, производить мониторинг посевов и контролировать мелиоративные системы.

В настоящее время многие сельскохозяйственные предприятия опираются на бумажные схемы полей, возраст которых может превышать 20 и более лет. Внедрение «КосмосАгро» позволяет вывести бизнес на новый уровень, где оперативный мониторинг и точность данных станут основными инструментами принятия управленческих решений.

В процессе выполнения задач практики занималась созданием векторов для расчета статистики NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности – простой количественный показатель фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). Один из самых распространенных индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова. В программном обеспечении Scanex WebGeoMixer создавался векторный слой, состоящий из квадратов 2,5 км на 2,5 км (может лучше 2,5х2,5 км). Визуально анализировался каждый из них и выявлялось преобладающее явление (см. рис. 1).

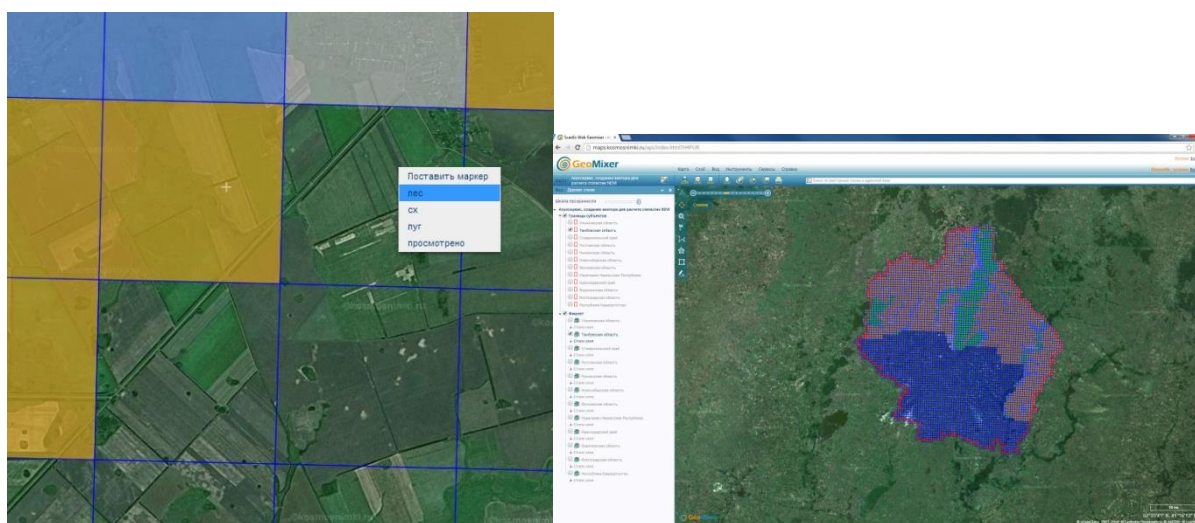


Рис. 1. Векторный слой в ScanexWebGeoMixer.

Обобщая результаты прохождения производственной практики, можно указать на следующие виды работ, которые были направлены на формирование пространственных компетенций:

- ознакомление в отделе департамента производства тематических продуктов «СканЭкс» с методическими материалами по составлению тематических карт, техническими характеристиками применения различных систем ДЗЗ, общей технологической цепочкой и порядком ведения проектов;
- освоение программного обеспечения Scanex WebGeoMixer;
- сбор и частичная обработка материала по научно-исследовательской части дипломного проекта, связанного с дешифрированием космоснимков;
- коммуникация с профессиональным сообществом по поводу продуктов «СканЭкс» для более качественного анализа различных аспектов работы.

Прохождение практики в ИТЦ «СканЭкс» позволило реализовать теоретические знания, приобретенные в университете, обобщить и систематизировать знания в области ДЗЗ, развить профессиональные умения и навыки, расширить кругозор, что привело к убеждению в правильности сделанного мной выбора профессии. Благодаря практике сформировались навыки работы в коллективе и профессионального общения с коллегами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Картография и геодезия в современном мире: мат-лы Всеросс. науч.-практич. конф., посвященной 50-летию кафедры геодезии, картографии и геоинформатики Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева. Саранск, 1 декабря 2010 г. [ред. кол.: В. Ф. Манухов (отв. ред.) и др.]. – Саранск, 2011.
2. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Современные информационные технологии и картографические анимации // Педагогическая информатика. – 2012. – № 1. – С. 36–42.
3. Манухов В. Ф. Непрерывная подготовка специалиста по общепрофессиональным и специальным дисциплинам // Интеграция образования. – 2009. – № 2. – С. 88–92.
4. Манухов В. Ф. Развитие и совершенствование подготовки инженера-картографа в новых экономических условиях // Геодезия и картография. – 2006. – № 7. – С. 35–37.

5. Манухов В. Ф., Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф. Использование космической информации в процессе учебно-исследовательской деятельности студентов // Геодезия и картография. – 2009. – №7. – С. 46–50.
6. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Пресняков В. Н. и др. Проблемно-ориентированный междисциплинарный подход в обучении географов-картографов // Геодезия и картография. – 2008. – № 11. – С. 61–64.
7. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Тюряхин А. С. Непрерывное образование применительно к картографо-геодезической специальности // Геодезия и картография. – 2009. – № 8. – С. 58–63.
8. Манухов В. Ф., Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – № 2. – С. 27–33.
9. Манухов В. Ф., Тесленок С. А., Тесленок К. С. Алгебра карт в геоинформационной подготовке географов картографов // Педагогическая информатика. – 2014. – № 1. – С. 43–50.
10. Манухов В. Ф., Щевелева Г. М. Формирование компетенций в профессиональном образовании картографо-геоинформационного направления // Интеграция образования. – 2014. – № 3. – С. 39–45.

ГУСЕВ И. А.

## СОЗДАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ В ГИС ARCGIS

**Аннотация.** В данной статье выявлены особенности конструирования реалистичных изображений на основе интеграции трехмерных компьютерных моделей и ГИС ArcGIS. Для создания 3D-моделей пространственных объектов использовалась программа Google SketchUp 2013.

**Ключевые слова:** трехмерное моделирование, 3D-модель, ГИС, ArcGIS, SketchUp, пространственная модель местности.

GUSEV I. A.

## DESIGNING 3D SURFACE MODEL IN ARCGIS GIS

**Abstract.** The article considers the features of designing realistic images based on three-dimensional computer models and ArcGIS GIS. The authors used Google SketchUp 2013 program for designing 3D models of spatial objects.

**Keywords:** three-dimensional modelling, 3D model, GIS, ArcGIS, SketchUp, 3D surface model.

Развитие информационных и геоинформационных технологий оказывает существенное влияние на современную подготовку специалиста высшей квалификации. В научных исследованиях студентов-картографов широко применяется компьютерное картографирование, характеризующееся высокой степенью автоматизации, интерактивностью, применением мультимедиа и компьютерного дизайна, созданием новых видов изображений и т.д. [7].

Стоит отметить, что в настоящее время в связи с развитием компьютерных технологий наряду с традиционными картами самого разного направления и тематики широко применяются и другие модели действительности. Все множество карт, трехмерных моделей, снимков, анимаций и других подобных моделей, используемых в науках о Земле и обществе, можно обозначить общим термином – «геоизображения». Под геоизображением понимают любую пространственно-временную, масштабную, генерализованную модель земных (планетных) объектов или процессов, представленную в графической образной форме [1].

Одним из основных видов геоизображений являются трехмерные модели. Источниками их создания могут служить результаты полевых геодезических измерений и лазерного сканирования местности, карты и планы, аэро- и космические снимки, цифровые модели рельефа, видеосъемки объектов местности, фотографии и т.п. Часть данных

используется для непосредственного конструирования объектов и поверхностей, другая – в качестве дополнительного справочного материала.

Современный уровень развития геоинформационных систем (ГИС) способствует все более широкому применению пространственных моделей местности в геоинформационном картографировании. Сочетание трехмерного моделирования и ГИС значительно повышает наглядность отображаемой информации, упрощает ее понимание и восприятие.

В данной статье описан опыт создания пространственной модели местности в ГИС-пакете ArcGIS, где специализированными приложениями для трехмерного отображения данных являются ArcScene и ArcGlobe.

Пространственные (трехмерные) модели местности вместе с электронными картами являются составной частью картографического обеспечения имеющихся и создаваемых систем управления, информационно-расчетных систем [3]. Пространственные модели местности обеспечивают наглядное представление трехмерного образа местности, читаемость и распознаваемость элементов и объектов местности, визуальную оценку их взаимного пространственного расположения. Трехмерные городские модели могут быть полезными информационными ресурсами, которые могут использоваться в самых разнообразных областях [2].

В ГИС-пакете ArcGIS можно наложить на поверхность векторные и растровые данные, вытянуть пространственные объекты по высоте, создавая эффект трехмерных фигур, и т.п. В настоящее время широкое развитие получают картографические анимации, основанные на ГИС-технологиях [8]. Реалистичные 3D-сцены легко преобразуются в анимации.

Чтобы трехмерная модель местности была яркой и реалистичной, в ArcGIS можно внедрить созданные в других приложениях 3D-объекты, поскольку они обеспечивают максимально возможное соответствие отображаемой модели реальной местности, наглядность и распознаваемость элементов содержания модели местности [6]. Для зданий и сооружений разрабатываются специальные условные знаки – трехмерные. Они бывают двух типов. Первый тип сохраняет характерные очертания реальных объектов, второй тип их обобщает (используется для типовых многоэтажных жилых домов). Виртуально-реальностные представления местности часто содержат 3D-объекты с наложенными на них текстурами с изображениями стен и крыш зданий. Текстуры создаются на основе фотографий конкретных объектов, космических снимков высокого разрешения или выбираются библиотеки текстур, демонстрирующих материал покрытия.

Основной проблемой трехмерных моделей является сложность и трудоемкость их создания. В нашей работе для создания 3D-модели пространственных объектов была выбрана программа Google SketchUp 2013.

Программа SketchUp имеет достаточно простой и удобный интерфейс, поэтому освоить работу с ней очень легко. Программа реализует концепцию прямого моделирования геометрии [9]. Сначала из имеющихся графических примитивов необходимо построить плоскую фигуру, служащую основанием объекта. Затем проводится его вытягивание с целью придания объема. Далее посредством перетаскивания отдельных элементов с помощью указателя мыши конструируют окончательную форму здания.

На втором этапе производится детальное оформление здания, добавляются балконы, колонны, оконные и дверные проемы, примыкающие постройки, что позволяет сформировать неповторимый и узнаваемый внешний вид здания (см. рис. 1).

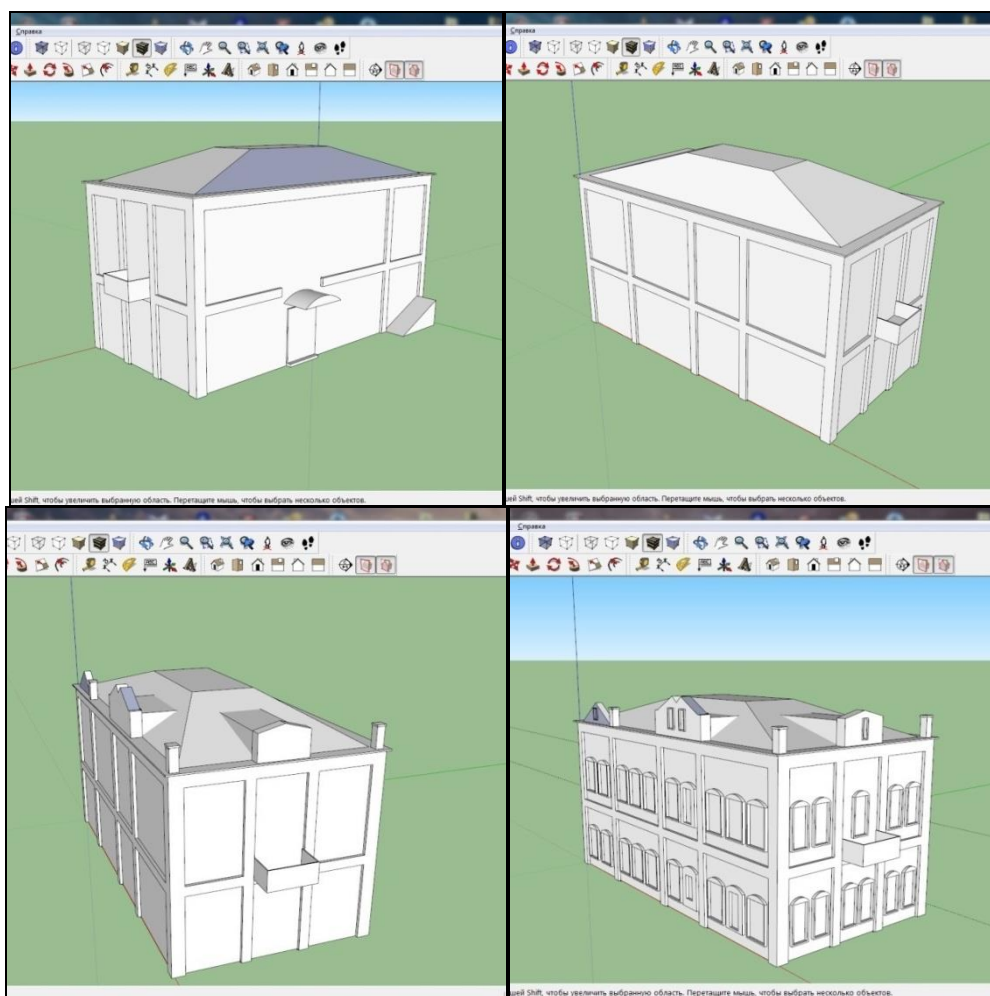


Рис. 1. Этапы создания детального внешнего вида здания.

На завершающем этапе конструирования необходимо нанести на объект соответствующую заливку или текстуру. SketchUp предлагает воспользоваться встроенными

в программу шаблонами текстур, тематика которых достаточно разнообразна. В качестве текстуры также можно использовать загруженное изображение (фотографию объекта).

Итогом работы в Sketch Up явились трехмерные модели следующих культурно-исторических объектов города Саранска:

- Площадь Тысячелетия;
- Национальная библиотека имени А. С. Пушкина;
- Государственный музыкальный театр им. И. М. Яушева Республики Мордовия;
- Республиканский дворец культуры;
- Мордовский республиканский музей изобразительных искусств имени С. Д. Эрьзи;
- Кафедральный собор святого праведного воина Феодора Ушакова;
- церковь Иоанна Богослова;
- Государственный русский драматический театр Мордовии;
- Музейно-этнографический комплекс «Мордовское подворье»;
- стадион «Старт»;
- Ледовый дворец Республики Мордовия;
- здание Администрации городского округа Саранск;
- Мордовский государственный национальный драматический театр;
- Музей мордовской народной культуры;
- часовня Александра Невского.

Отдельные сконструированные в работе модели представлены на рисунке 2.

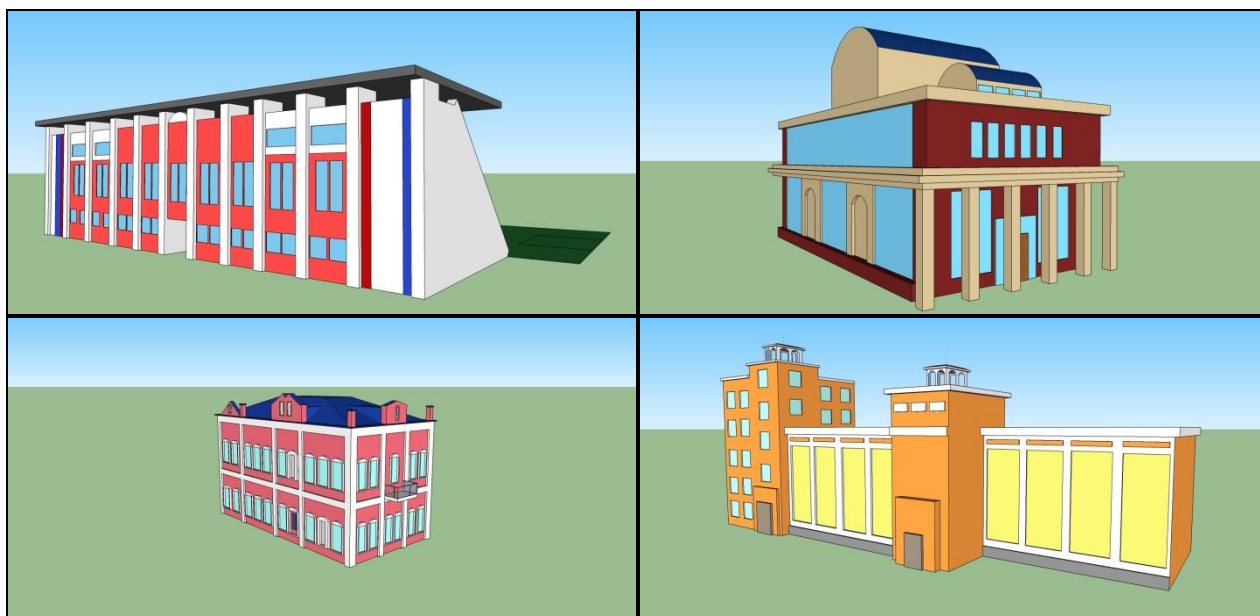


Рис. 2. Примеры 3D-моделей, созданных в редакторе Google SketchUp 2013.

SketchUp поддерживает экспорт и импорт различных форматов трехмерной графики. В состав пакета включен специальный плагин (экспортный формат \*.kmz), позволяющий размещать созданный 3D-объект в картографическом сервисе Google.

Интеграция спроектированных трехмерных моделей и картографической основы проводилась в ГИС-пакете ArcGIS [4; 10]. В качестве картографической основы был использован рельеф центральной части Саранска (формат TIFF), а также космический снимок этой же территории (формат JPEG), полученный с помощью программы SASPlanet.

Используя снимок в качестве растровой подложки, было создано несколько новых точечных тем, характеризующих размещение на местности тех объектов, для которых были построены 3D-модели. В ArcScene была выполнена трехмерная визуализация исходной пространственной информации. Трехмерные условные знаки отдельных зданий в формате SketchUp (\*.skp) загружались как символы типа 3D-символ – Маркер. Стоит отметить, что ArcGIS поддерживает импорт объектов и в весьма популярном формате редактора 3D Studio Max (\*.3ds). На вкладке 3D Маркер редактора свойств символа можно изменять размеры загруженных моделей, положение в пространстве, оси вращения. В результате на трехмерное изображение рельефа местности, совмещенное с космическим снимком, были внедрены созданные в программе SketchUp 3D-модели с правильной ориентировкой на пространственной модели местности (см. рис. 3).

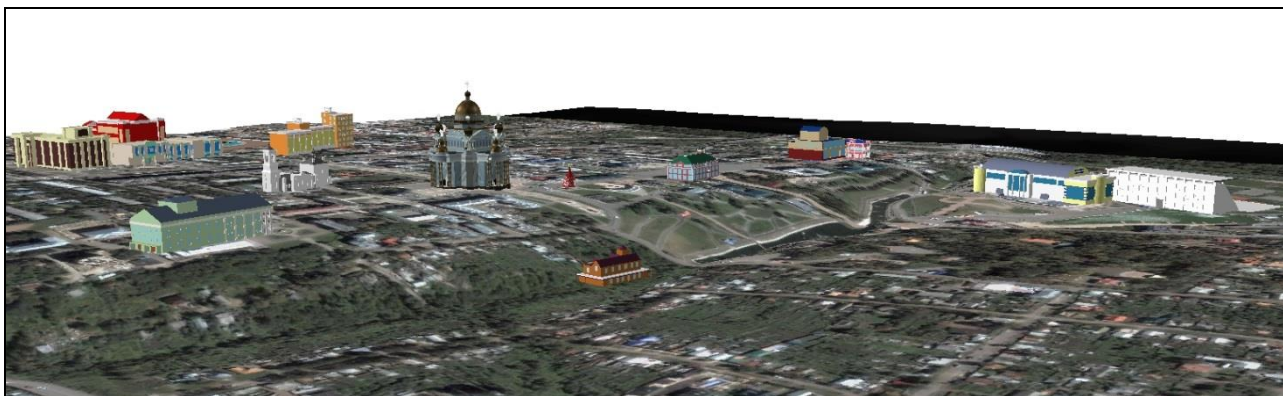


Рис. 3. Интеграция 3D-моделей в ArcScene.

Далее была создана анимация, демонстрирующая главный экскурсионный пешеходный маршрут Саранска [5].

Построенная трехмерная модель обладает достаточной наглядностью, подробностью и качеством оформления, и может использоваться в качестве демонстративного туристского пособия, также может быть полезной для работников учреждений, занимающихся организацией экскурсий по городу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт А. М. Картография: учеб. пособие для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 336 с.
2. Виртуальные географические среды: пер. с англ. / под ред. В. С. Тикунова. – Смоленск: Изд-во Смолен. ун-та, 2012. – 243 с.
3. ГОСТ Р 52055-2003. Геоинформационное картографирование. Пространственные модели местности. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 8 с.
4. Гусев И. А., Ивлиева Н. Г. Об опыте интеграции трехмерного компьютерного моделирования и ГИС // Картография и геодезия в современном мире: мат-лы 2-й Всерос. науч.-практ. конф., Саранск, 8 апр. 2014 г. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та. – 2014. – С. 193–197.
5. Жулина М. А., Карасев А. С., Манухов В. Ф. Использование информационных технологий в процессе разработки и реализации туристского продукта // Геодезия и картография. – 2013. – № 2. – С. 32–36.
6. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Интеграция 3D-моделирования и ГИС // Научные труды КубГТУ: мат-лы XX Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные процессы в высшей школе» [Электронный ресурс]. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://ntk.kubstu.ru/>.
7. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Использование современных информационных технологий в дипломных работах // Интеграция образования. – 2008. – № 3. – С. 103–107.
8. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. Современные информационные технологии и картографические анимации // Педагогическая информатика. – 2012. – № 1. – С. 36–42.
9. SketchUp – первое впечатление: официальный сайт Nicoare Production. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nikoare.com/3d-programmy/sketchup/301-sketchup>.
10. Тесленок С. А., Чендырев А. А., Тесленок К. С. 3D-моделирование рельефа Республики Мордовия // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы V Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж, 19–22 сентября 2013 г. – Воронеж: Научная книга, 2013. – С. 161–166.

**РОСЯЙКИНА Е. А., ИВЛИЕВА Н. Г.**  
**ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**  
**В ГИС-ПАКЕТЕ ARCGIS<sup>1</sup>**

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности применения ГИС-пакета ArcGIS для обработки данных дистанционного зондирования Земли. Особое внимание уделяется определению и анализу вегетационного индекса NDVI.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, спутниковый снимок, ГИС-пакет ArcGIS, вегетационный индекс NDVI.

**ROSYAIKINA E. A., IVLIEVA N. G.**  
**PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA**  
**BY MEANS OF ARCGIS SOFTWARE**

**Abstract.** The article considers the use of ArcGIS software for processing of remotely sensed data. The authors focus on calculation and analysis of the vegetation index (NDVI).

**Keywords:** remote sensing, satellite image, ArcGIS software, vegetation index (NDVI).

Обработка данных дистанционного зондирования (ДДЗ) – область, которая активно развивается уже много лет, и все теснее интегрируется с ГИС [10]. В последнее время и в исследовательской деятельности студентов широко используется космическая информация [5; 6].

Растровые данные являются одним из основных типов пространственных данных в ГИС. Они могут представлять спутниковые снимки, аэрофотоснимки, регулярные цифровые модели рельефа, тематические grids, полученные в результате ГИС-анализа и геоинформационного моделирования.

В ГИС-пакете ArcGIS имеется набор инструментов для работы с растровыми данными, что позволяет проводить обработку ДДЗ непосредственно в ArcGIS, а также выполнять дальнейший анализ с использованием аналитических функций ГИС. Полная интеграция с ArcGIS позволяет провести быстрое преобразование пространственно-координированных растровых данных из одной картографической проекции в другую, выполнить трансформирование и координатную привязку изображения, конвертацию из растрового в векторный формат и наоборот.

В более ранних версиях ArcGIS для профессиональной обработки растровых изображений требовался дополнительный модуль Image Analysis. В последних версиях

---

<sup>1</sup> Статья выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-05-00860-а).

ArcGIS в стандартный набор добавлен целый ряд функций для работы с растрами, многие из которых доступны в новом окне «Анализ изображений» (Image Analysis) [9]. В него включены четыре конструктивных элемента: окно со списком открытых растровых слоев; кнопка «Опции» (Options) для установки параметров по умолчанию для некоторых инструментов; два раздела с инструментами («Отображение» и «Обработка»).

В разделе «Отображение» собраны вместе настройки, улучшающие визуальное восприятие снимков на экране монитора, в разделе «Обработка» представлен ряд функций по работе с растрами. Проведенные исследования показали, что панель «Обработка окна» в окне «Анализ изображений» (Image Analysis) значительно упрощает работу с растрами в ArcMap [8]. В программе ArcGIS также поддерживается контролируемая и неконтролируемая классификация цифровых изображений. Для анализа можно привлекать и функции дополнительных модулей Spatial Analyst и 3D Analyst.

Для исследования нами использовались снимки Landsat 4-5 TM: многозональный (архивированный набор изображений в формате GeoTIFF) и синтезированный снимок в натуральных цветах в формате JPEG с координатной привязкой. Пространственное разрешение космических снимков 30 м. Снимки получены через сервис *EarthExplorer* Геологической службы США. Уровень обработки исходного многозонального космоснимка – L1. Такой уровень обработки снимков Landsat обеспечивает их радиометрическую и геометрическую коррекцию с использованием цифровых моделей рельефа («земная» коррекция). Выходная картографическая проекция UTM, координатная система отсчета WGS-84.

Для формирования синтезированного изображения – широко применяемого яркостного преобразования многозонального снимка, использовался инструмент «Объединить каналы» группы инструментов «Растр». В зависимости от решаемых задач комбинации каналы могут быть различными.

При обработке мультиспектрального снимка часто выполняют преобразования, строящие «индексные» изображения. На основе математических операций с матрицами значений яркости в определенных каналах создается растровое изображение, значениям пикселей присваивается вычисленный «спектральный индекс». На основе полученного изображения проводят дальнейшие исследования.

Для исследования и оценки состояния растительности широко применяют так называемые вегетационные индексы. Они основаны на различиях яркости пикселей на снимках в видимой и ближней инфракрасной частях спектра. В настоящее время существует около 160 вариантов вегетационных индексов. Они подбираются экспериментально, исходя

из известных особенностей кривых спектральной отражательной способности растительности и почв [1; 11].

Основное внимание в нашем исследовании было уделено изучению распределения и динамики вегетационного индекса NDVI. Важнейшей областью применения этого индекса является определение состояния посевов сельскохозяйственных культур.

Использование кнопки NDVI окна Анализ изображений позволяет выполнить преобразование снимков в ближней инфракрасной (NIR) и красной (RED) съемочных зонах и вычислить так называемый вегетационный индекс NDVI как нормализованную разность их значений [11].

Формула для вычисления NDVI, используемая в ArcGIS, модифицирована:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) * 100 + 100 [8].$$

Это приводит к целочисленному 8-битовому изображению, так как диапазон вычисленных значений ячеек – от 0 до 200.

NDVI может рассчитываться вручную с помощью инструмента «Калькулятор раstra» в Spatial Analyst. В ArcGIS уравнение расчета NDVI, используемое для создания выходных данных, выглядит следующим образом:

$$NDVI = float (NIR - RED) / float (NIR + RED)).$$

В работе были исследованы разновременные значения индекса NDVI, рассчитанные на сельскохозяйственных землях хозяйства «Красинское» Дубенского района Республики Мордовия. Съемка проводилась со спутника Landsat 4-5 TM в 2009 г. Даты съемок: 24 апреля, 19 мая, 4 июня, 5 июля, 23 августа, 29 сентября. Даты подобраны таким образом, чтобы каждая из них попадала на разный период вегетации растений.

Значения NDVI вычислялись помощи инструмента «Калькулятор раstra» в Spatial Analyst. На рисунке 1 представлен результат выполненных операций в специально подобранной цветовой шкале на всей территории Дубенского района.

Индекс рассчитывается как разность значений отражения в ближней инфракрасной и красной областях спектра, деленная на их сумму. В результате значения NDVI меняются в диапазоне от –1 до 1. Для зеленой растительности, которая обладает большой отражательной способностью в ближней инфракрасной области спектра и хорошо поглощает излучение в красном диапазоне, значения NDVI не могут быть меньше 0. Причинами отрицательных значений в основном являются облачность, водоемы и снежный покров. Очень маленькие значения NDVI (меньше 0,1) соответствуют областям с отсутствием растительности, значения от 0,2 до 0,3 представляют кустарники и луга, в большие значения (от 0,6 до 0,8) – леса. На исследуемом участке по полученным растрам, представляющим

значения NDVI, несложно идентифицировать водные объекты, густую растительность, облака, а также выделить населенные пункты.

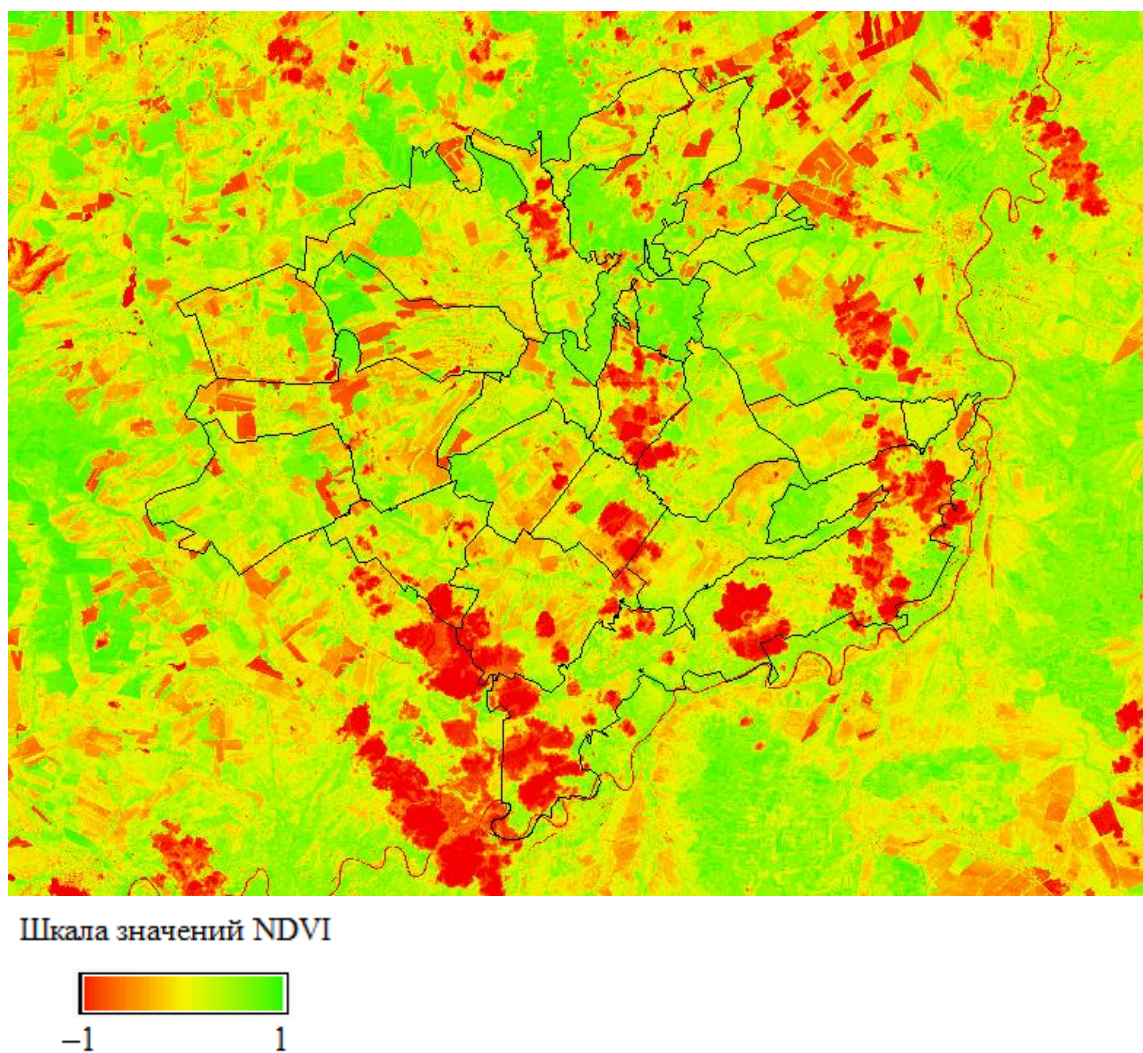


Рис. 1. Синтезированный растр распределения NDVI.

Поля, занятые теми или иными сельскохозяйственными культурами, определить сложнее, особенно из-за того, что период вегетации у разных культур различается, и максимум фитомассы приходится на разные даты [7]. Поэтому в качестве источника в работе использовалась схема полей сельскохозяйственных культур хозяйства «Красинское» Дубенского района за 2009 г. В ГИС была выполнена координатная привязка картосхемы, занятые сельскохозяйственными культурами поля оцифрованы. Для исследования изменений значений индекса NDVI за период вегетации были выделены тестовые участки.

Программное обеспечение растровых систем позволяет осуществлять статистический анализ рядов распределения, составленных по всем значениям элементов растра или из отдельных значений (попадающих в какую-либо исследуемую область) [4].

Далее с помощью инструмента «Зональная статистика в таблицу» модуля «Spatial Analyst» по значениям ячеек, лежащим в пределах выделенных зон (участков с разными культурами), была получена описательная статистика индекса – максимальное, минимальное и среднее значение, разброс, среднеквадратическое отклонение и сумма (рис. 2). Такие расчеты произведены на все даты съемок.

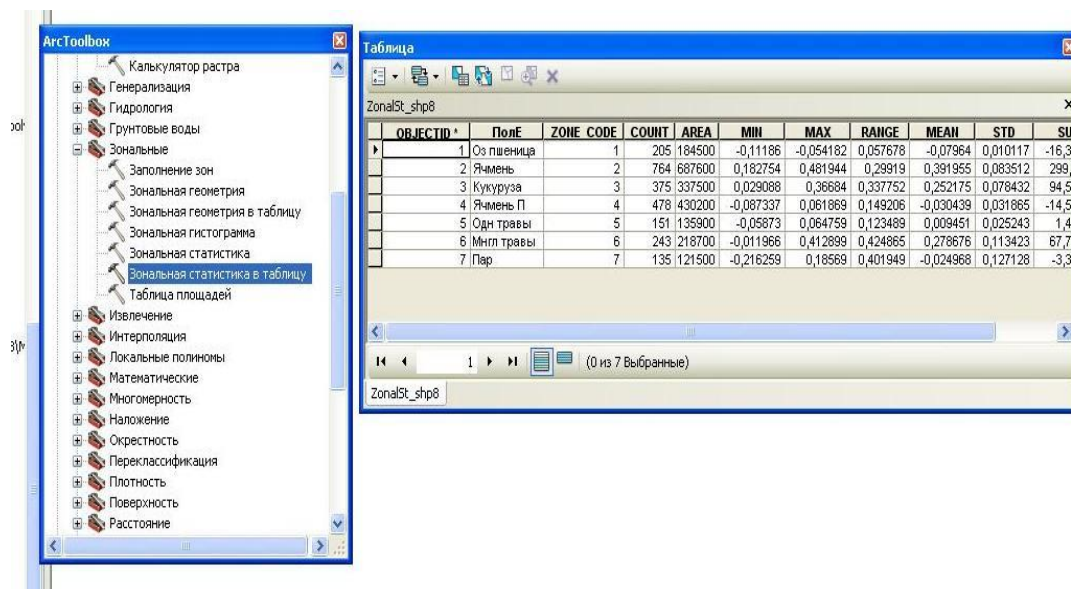


Рис. 2. Определение значений NDVI при помощи инструмента Spatial Analyst «Зональная статистика в таблицу».

На их основе была исследована динамика того или иного статистического показателя, рассчитанного по отдельным сельскохозяйственным культурам. Так, в таблице 1 представлено изменение средних значений изучаемого вегетационного индекса.

Таблица 1  
Средние значения индекса NDVI сельскохозяйственных культур

| Дата съемок \ Вид культуры | 24 апреля | 19 мая | 4 июня | 5 июля | 23 августа | 29 сентября |
|----------------------------|-----------|--------|--------|--------|------------|-------------|
| Озимая пшеница             | 0,213     | 0,450  | 0,485  | 0,371  | 0,098      | 0,284       |
| Кукуруза                   | 0,064     | 0,146  | 0,260  | 0,398  | 0,300      | 0,136       |
| Ячмень                     | 0,068     | 0,082  | 0,172  | 0,474  | 0,362      | 0,019       |
| Ячмень пивоваренный        | 0,172     | 0,383  | 0,391  | 0,353  | 0,180      | 0,147       |
| Многолетние травы          | 0,071     | 0,196  | 0,443  | 0,474  | 0,318      | 0,360       |
| Однолетние травы           | 0,152     | 0,400  | 0,486  | 0,409  | 0,320      | 0,404       |
| Чистый пар                 | 0,174     | 0,233  | 0,274  | 0,215  | 0,205      | 0,336       |

Картину варьирования различных числовых статистических характеристик значений индекса NDVI за вегетационный период более наглядно отображают графические изображения. На рисунке 3 продемонстрированы диаграммы, построенные по средним значениям индекса для отдельных культур.

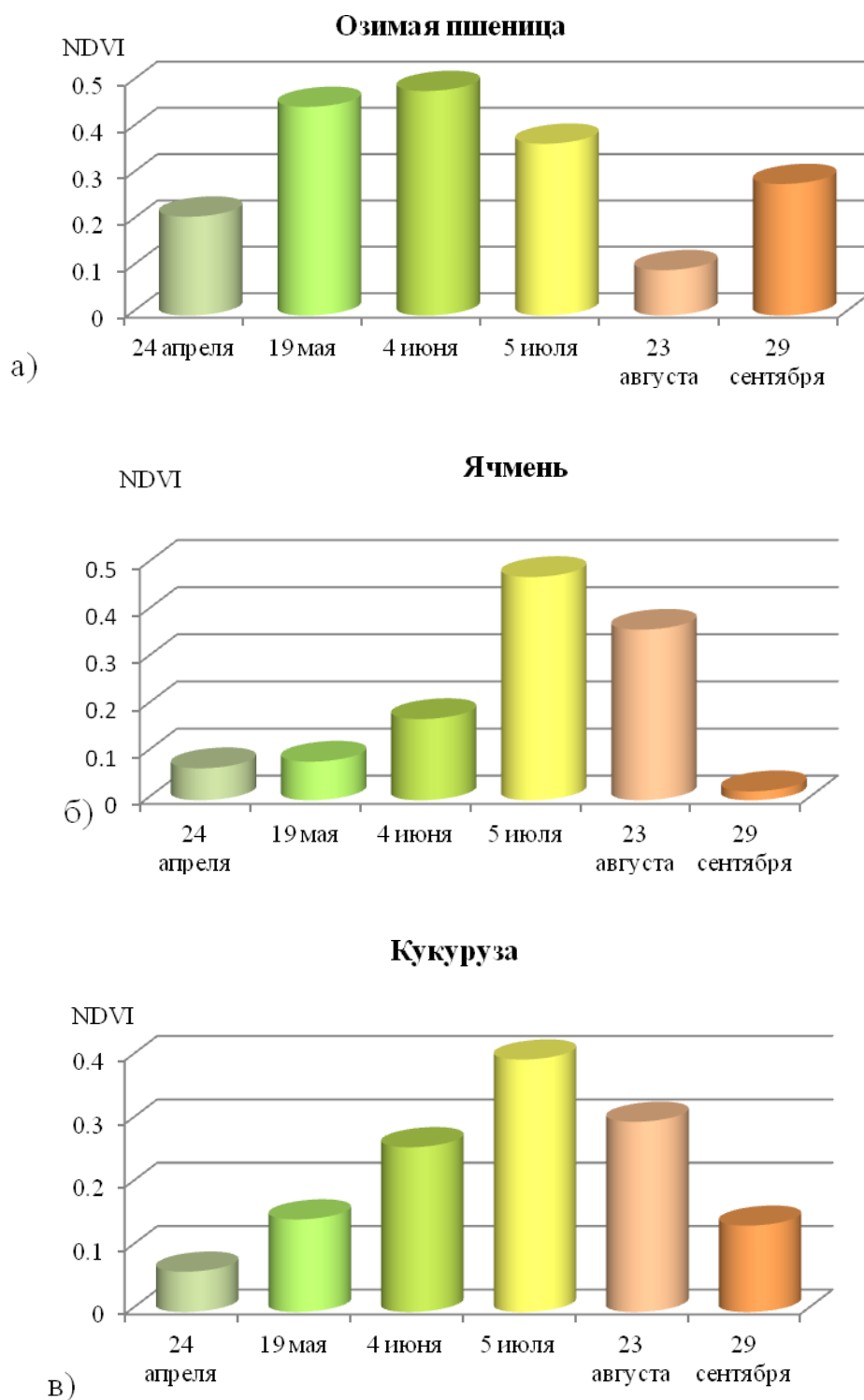


Рис. 3. Динамика значений NDVI на территории, занятой:  
а) озимой пшеницей; б) ячменем; в) кукурузой.

Можно заметить, что минимумы и максимумы значений NDVI приходятся на разные даты из-за различной продолжительности вегетационного периода каждой культуры и количества фитомассы. Например, наибольшее значение NDVI озимой пшеницы приходится на вторую декаду июня, а кукурузы – на начало июля. Постепенный рост количества фитомассы наблюдается у ячменя и однолетних трав. Ровные значения чистого пара на протяжении всего вегетационного периода связаны с тем, что это открытая обрабатываемая почва [2], а увеличение значения NDVI в сентябре может быть теоретически связано с посевом озимых культур.

Значения NDVI связаны с месторасположением исследуемой территории, в частности, с экспозицией и углом наклона склонов. Для наглядности синтезированный растр со значениями NDVI на 23 августа был совмещен с отмывкой рельефа, построенной на основе глобальной цифровой модели рельефа SRTM (рис. 4). Видно, что в местах понижений (долинах рек, оврагах) значения NDVI больше.

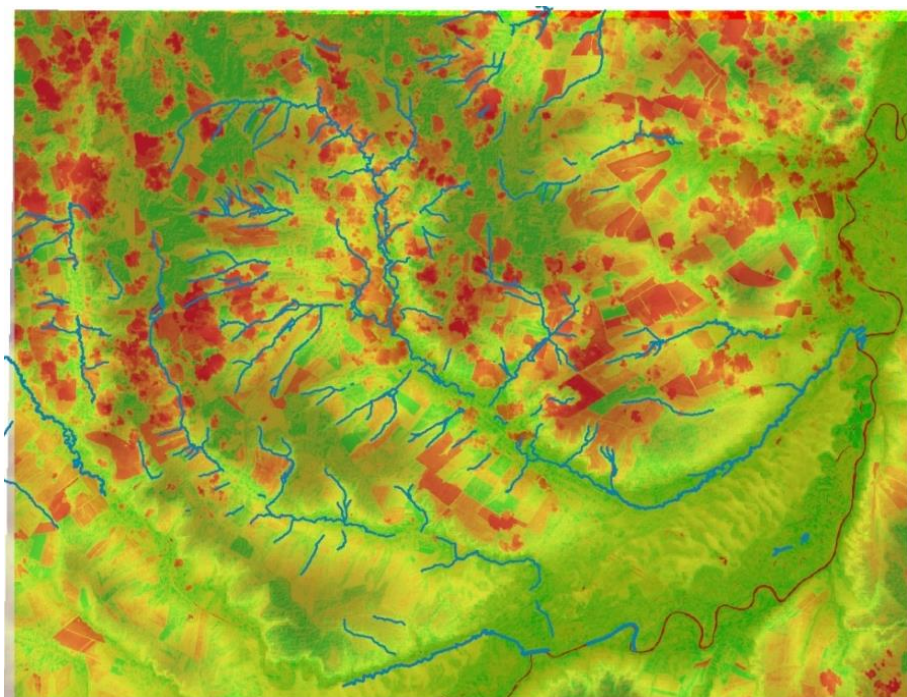


Рис. 4. Совмещение растра со значениями NDVI и светотеневой отмывки рельефа.

Помимо снимков Landsat для расчета значений NDVI можно использовать и другие ДДЗ, например, данные спектрорадиометра MODIS.

На основе рассчитанных разновременных значений NDVI могут быть построены различные карты [3], например, карты оценки сельскохозяйственных ресурсов региона, мониторинга посевов, оценка биомассы недревесной растительности, оценки эффективности мелиорации, оценка продуктивности пастбищ и др.

Проведенные исследования наглядно продемонстрировали возможность использования ГИС-пакета ArcGIS для обработки данных дистанционного зондирования Земли, в том числе для вычисления и анализа вегетационного индекса NDVI, важнейшей областью применения которого остается определение состояния посевов сельскохозяйственных культур.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимов А. В., Дворкин Б. А. Перспективы применения данных ДЗЗ из космоса для повышения эффективности сельского хозяйства в России // Геоматика. – 2009. – № 4. – С. 46–49.
2. Антипов Т. И., Павлова А. И., Каличкин В. А. Примеры автоматизированных методов анализа геоизображений для агроэкологической оценки земель // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 40–44.
3. Белорусцева Е. В. Мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий Нечерноземной зоны Российской Федерации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9, № 1. – С. 57–64.
4. Ивлиева Н. Г. Создание карт с использованием ГИС-технологий: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 020501 (013700) «Картография». – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – 124 с.
5. Манухов В. Ф., Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф. Использование космической информации в процессе учебно-исследовательской деятельности студентов // Геодезия и картография. – 2009. – № 7. – С. 46–50.
6. Манухов В. Ф., Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников географов-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – № 2. – С. 27–33.
7. Мозговой Д. К., Кравец О. В. Использование многоспектральных снимков для классификации посевов сельхозкультур // Экология и ноосфера. – 2009. – № 1-2. – С. 54–58.
8. Росайкина Е. А., Ивлиева Н. Г. Управление данными дистанционного зондирования Земли в среде ГИС-пакета ArcGIS // Картография и геодезия в современном мире: мат-лы 2-й Всерос. науч.-практ. конф., Саранск, 8 апр. 2014 г. / редкол.: В. Ф. Манухов (отв. ред.) и др. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 150–154.
9. Серебрянная О. Л., Глебова К. С. Обработка на лету и динамическое составление мозаик растровых изображений в ArcGIS: новое решение традиционных задач.

[Электронный ресурс] // ArcReview. – 2011. – № 4 (59). – Режим доступа: <http://dataplus.ru/news/arcreview/>.

10. Чандра А. М., Гош. С. К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / пер. с англ. – М.: Техносфера, 2008. – 288 с.
11. Черепанов А. С. Вегетационные индексы // Геоматика. – 2011. – № 2. – С. 98–102.

**ТЕСЛЕНОК К. С., ТЕСЛЕНОК С. А., ЧЕКУРОВА О. А.**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО**  
**РЕСУРСА «СПРАВОЧНИК «ЛАНДШАФТЫ ЗЕМЛИ» ДЛЯ СОЗДАНИЯ**  
**РЕГИОНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПО РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ<sup>1</sup>**

**Аннотация.** В статье представлена структура цифрового образовательного ресурса – электронного справочника «Ландшафты Земли». Рассмотрены главные особенности работы с ним на примере создания региональной части, посвященной ландшафтам территории Республики Мордовия.

**Ключевые слова:** цифровой образовательный ресурс, электронный справочник, ландшафт, компонент ландшафта, ГИС, ландшафтное картографирование, интернет-ресурс, регион, Республика Мордовия.

**TESLENOK K. S., TESLENOK S. A., CHEKUROVA O. A.**  
**DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCE "LANDSCAPES OF THE EARTH":**  
**AN EXPERIENCE OF MORDOVIA REPUBLIC COVERAGE**

**Abstract.** The article presents the structure of a digital educational resource – the electronic reference book "Landscapes of the Earth". The authors consider the resource features by developing and presenting a regional part dealing with the landscapes on the territory of Mordovia Republic.

**Keywords:** digital educational resource, electronic reference book, landscape, landscape component, GIS, landscape mapping, Internet resource, region, Mordovia Republic.

Цифровой образовательный ресурс «Справочник «Ландшафты Земли» по своему целевому назначению является интерактивным заданием. Он зарегистрирован в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов для некоммерческого использования в системе образования Российской Федерации, № 148428, имея уникальный идентификатор v2755вфс-3y12-4с6у-923с-в2с05ф77у312 .

Исходный загрузочный файл справочника размером 583,1 кб доступен для просмотра и скачивания. Время скачивания зависит от скорости и составляет: 128 Кбит/с – 37 сек., 256 Кбит/с – 19 сек., 2 Мбит/с – 3 сек. Полученный файл ресурса «Zag3.exe» имеет размер 577 Кб.

Этот инновационный учебный материал – одна из трех заготовок для справочников (наряду со справочниками «Руководящие формы Земли» и «Этапы развития природы») в составе «Учебного электронного конструктора по географии» Заготовка-шаблон для

---

<sup>1</sup> Статья выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-05-00860-а).

создания электронного справочника «Ландшафты Земли», предоставляет возможность просмотра различных информационных источников и выбора из них необходимых фрагментов для заполнения шаблона со своего носителя (фото, тексты, диаграммы). В итоге пользователь имеет возможность создавать собственные ландшафтные справочники для различных регионов земного шара [2].

Авторы данного ресурса: М. Ю. Голубаева, С. П. Санина (Методический центр «Развивающее обучение», г. Москва), В. В. Давыдова (Институт интеллектуальных технологий, г. Москва), Б. Д. Эльконин (Открытый институт «Развивающее образование», Международная ассоциация «Развивающее обучение», Психологический институт РАН, г. Москва), В. Заварзина, Г.А. Ежов, О. И. Мухин (Пермский государственный технический университет, фонд «Институт Интеллектуальных Технологий», г. Пермь). Поставщик - ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», провайдер контента – ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций» (ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика») [2].

Заготовка для Справочника «Ландшафты Земли» представляет шаблон для создания одноименного справочника с возможностью просмотра информационных источников и выбора из них фрагментов для заполнения шаблона со своего носителя (рисунки, фотографии, тексты, диаграммы).

В заготовке-шаблоне задана рубрикация, четыре раздела расположены в верхней части главного окна программы в виде вкладок меню: «Титульный лист», «Компоненты ландшафта», «Общее описание ландшафта» и «Комментарии» (рис. 1).

В разделе **Титульный лист** (рис. 1) указываются авторство работы и дата ее выполнения.

**Компоненты ландшафта.** В этой рубрике имеется ряд окон, соответствующих шести компонентам: «Рельеф», «Климат», «Почва», «Растительность», «Животные» и «Человек» и задана возможность просмотра информационных источников и выбора из них фрагментов для заполнения шаблона. Например, в окне «Климат» (рис. 2) подбирается соответствующая климатограмма и текстовое описание, характеризующее климат данной местности. Готовую климатограмму можно найти на сайте «Klimadiagramme weltweit» (<http://www.klimadiagramme.de/>), где для ее получения достаточно щелкнуть в зоне исследуемого ландшафта.

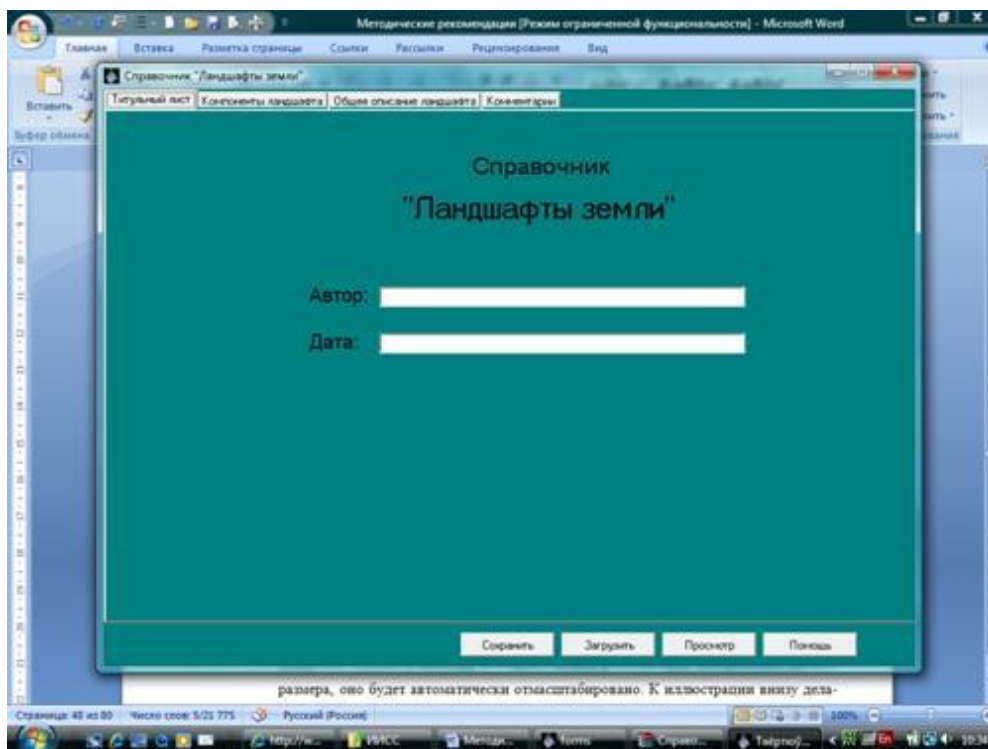


Рис. 1. Раздел «Титульный лист» Справочника «Ландшафты Земли».

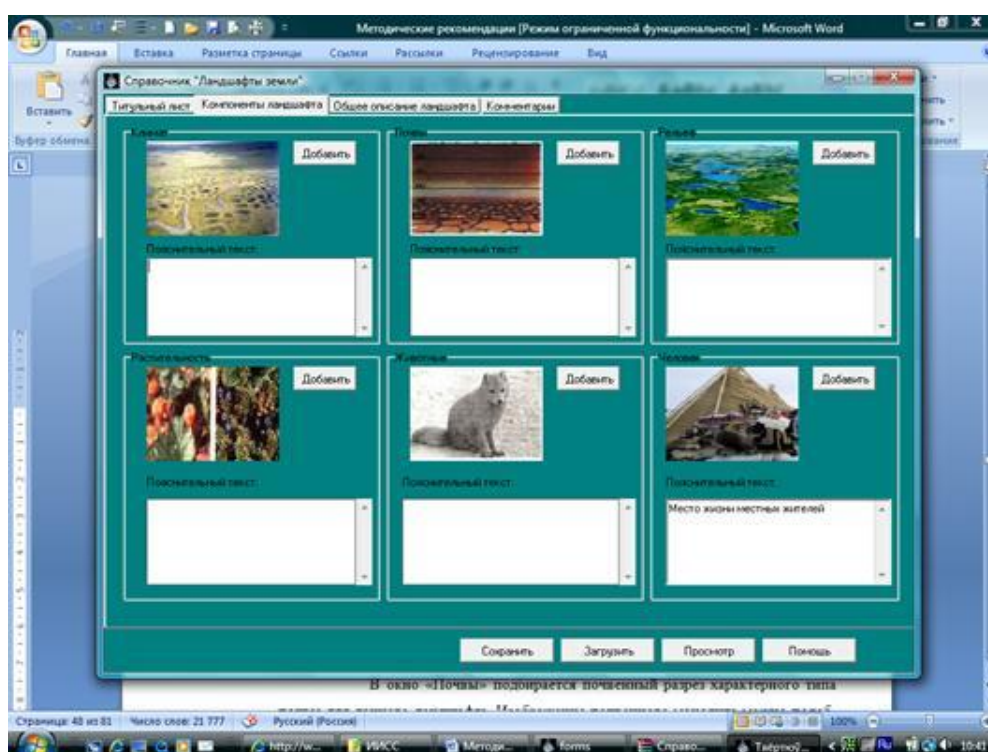


Рис. 2. Раздел «Компоненты ландшафта» Справочника «Ландшафты Земли».

В окно «Почвы» (рис. 2) подбирается почвенный разрез характерного типа почвы данного ландшафта, а изображение почвенного монолита можно подобрать с сайта Центрального музея почвоведения им. В. В. Докучаева (<http://soilmuseum.narod.ru/monolits.htm>).

Информация о растительности, животном мире и хозяйственной деятельности человека (рис. 2) может быть подобрана с сайта энциклопедии «Википедия» (<http://ru.wikipedia.org/>).

В разделе **Общее описание ландшафта** (рис. 3) для выбранного ландшафта подбирается иллюстрация, которая будет размещена на странице описания. Требования к иллюстрации включают формат изображения (\*.jpg) и его оптимальный размер (300 x 300); изображение другого размера автоматически масштабируется. Ниже иллюстрации располагается информативная подпись.

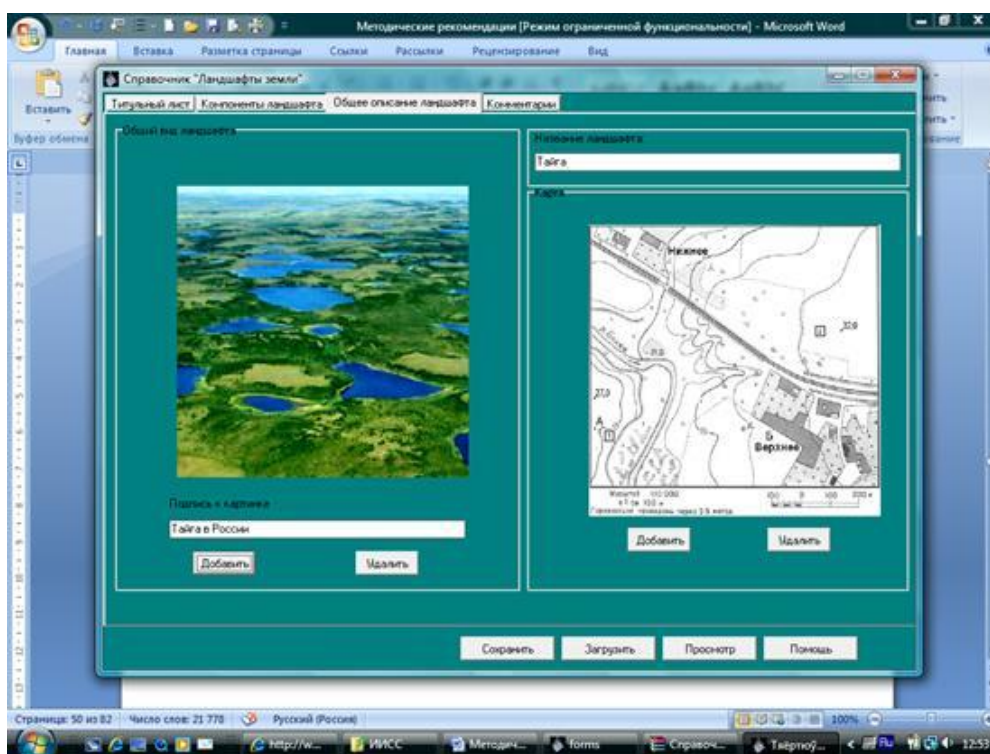


Рис. 3. Раздел «Общее описание ландшафта» Справочника «Ландшафты Земли».

Источником иллюстраций для размещения в окнах раздела «Компоненты ландшафта» может стать сервис «Panoramio» на сайте «Google Maps» (фотографии на карте «Panoramio» и в Google Earth KML) [2; 9] (рис. 4). В числе его функций предоставление возможностей получения изображения фотографии в более крупном масштабе и информации о точной географической привязке места съемки, комментирования, перехода к просмотру других фотографий [9].

В этом же разделе подбирается и размещается карта данного ландшафта, к которой

так же даются необходимые пояснения (рис. 3).

Последняя в рассматриваемом ряду рубрика **Комментарии** (рис. 1) позволяет размещать текстовые комментарии, не вошедшие в основные разделы Справочника.

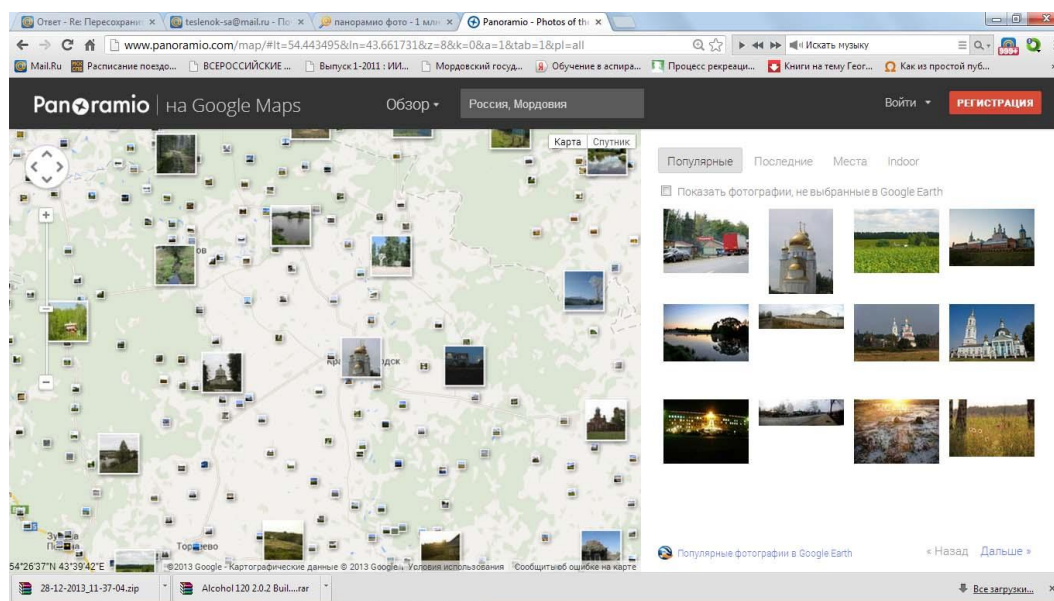


Рис. 4. Окно сервиса «Panoramio» на Google Maps.

Существенную помощь в подборе исходной информации для размещения и подготовки электронных ландшафтных справочников могут оказать обзорные работы отечественных ландшафтоведов, авторские ландшафтные карты [1; 3; 4; 7; 8; 10] и большое количество специализированных интернет-источников и ресурсов, ранее проанализированных нами [3; 5; 6].

Созданный справочник может быть сохранен в формате \*.htm, позже – при необходимости – загружен (с использованием соответствующих кнопок и указанием в появившемся диалоге имени файла и пути к нему) и просмотрен в интернет-браузере (кнопка «Просмотр»).

На рисунке 5 представлены результаты использования возможностей шаблона цифрового образовательного ресурса электронного «Справочника «Ландшафты Земли» для создания его региональной части для территории Республики Мордовия. Наполнение справочника было выполнено на основе включения характеристик типов местности. В качестве примера использован тип местности В2, распространенный преимущественно в западной части республики: волнистые поверхности средних участков склонов, сложенные моренными и делювиальными суглинками, с широколиственными лесами (преимущественно сведенными и распаханными) на темно-серых лесных и оподзоленных черноземных почвах.

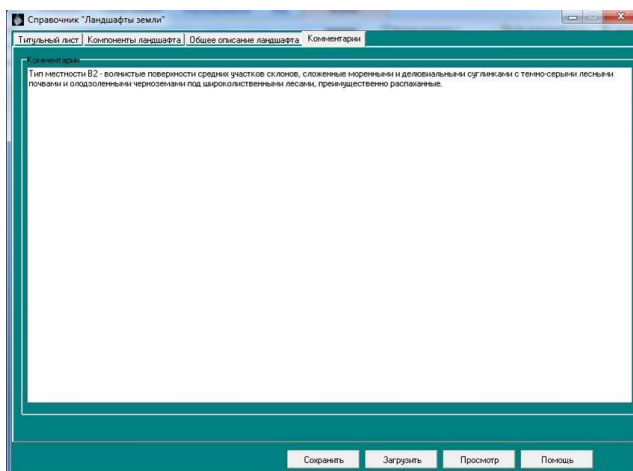
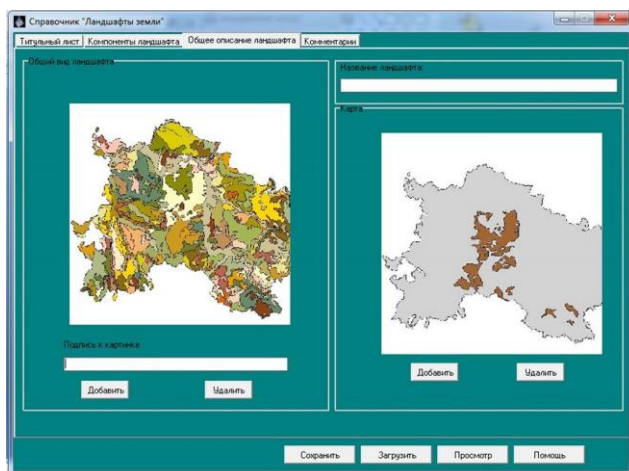
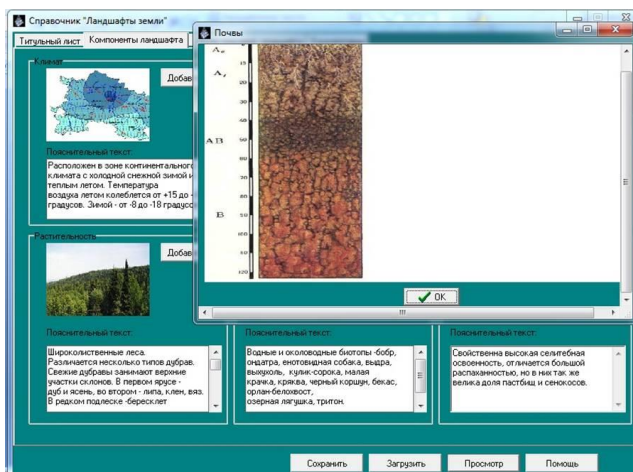
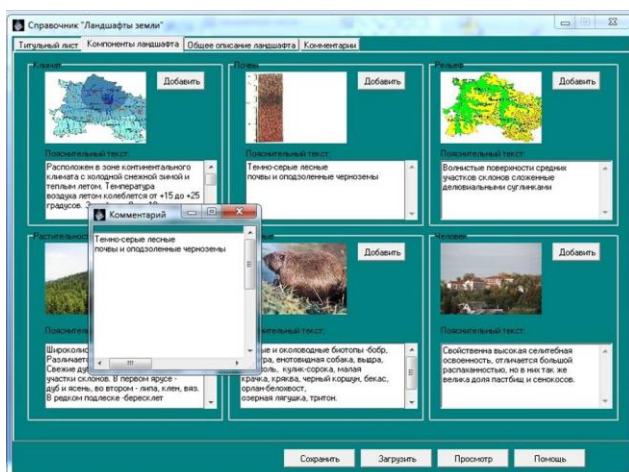
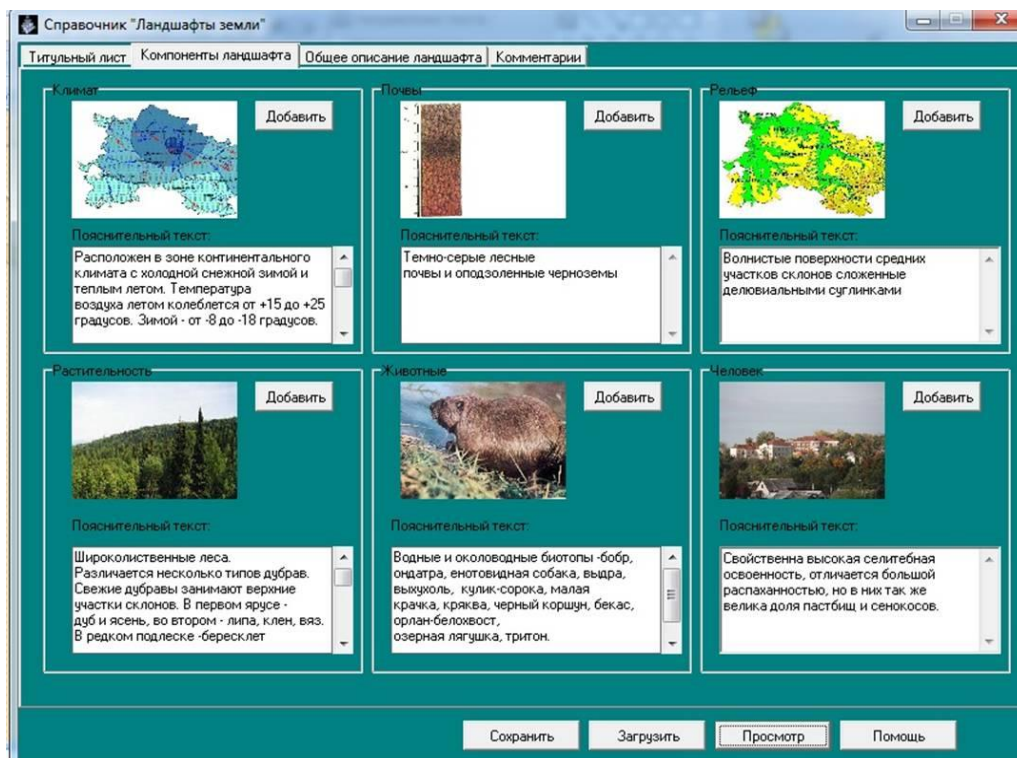


Рис. 5. Результаты создания региональной части электронного «Справочника «Ландшафты Земли» (Республика Мордовия) на примере одного из типов местности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тесленок С. А. Агроландшафтогенез в районах интенсивного хозяйственного освоения: Исследование с использованием ГИС-технологий – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 189 с.
2. Тесленок С. А., Чекурова О. А. Возможности использования заготовки-шаблона для справочника «Ландшафты Земли» информационного источника сложной структуры «Электронный географический конструктор» // Географія та туризм: Наук. зб. – Kiev: Альфа-ППК, 2014. – Вип. 28. – С. 224–232.
3. Тесленок С. А., Манухов В. Ф. Геоинформационные технологии при создании цифровых ландшафтных карт // Геодезия и картография. – 2009. – № 4. – С. 25–29.
4. Тесленок С. А., Манухов В. Ф. Ландшафтная ГИС в физико-географическом районировании третьего порядка // Геодезия и картография. – 2010. – № 7. – С. 38–44.
5. Тесленок С. А. Ландшафтное картографирование в интернет-ресурсах // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф., Воронеж, 2–4 дек. 2009 г. – Воронеж: Истоки, 2009. – С. 206–212.
6. Тесленок С. А., Манухов В. Ф., Тесленок К. С. Ландшафтные карты информационных ресурсов Интернета и их использование в учебном процессе // Известия Смоленского государственного университета. – 2013. – № 3. – С. 337–347.
7. Тесленок С. А., Тесленок К. С., Манухов В. Ф. Опыт использования возможностей алгебры растров в геоэкологических исследованиях // Известия Смоленского государственного университета. – 2014. – № 1. – С. 368–379.
8. Тесленок С. А. Особенности визуализации элементарных природных комплексов цифровой ландшафтной карты // Вестник Воронежского университета. Серия География. Геоэкология. – 2014. – № 3. – С. 49–52.
9. Тесленок С. А., Тесленок К. С. Сервис «Panoramio» в выявлении особенностей природных объектов при разработке туристских маршрутов на основе ландшафтной ГИС // Финно-угорское пространство в туристском измерении: мат-лы 1 Междунар. науч.-практ. конф., Саранск, 27–28 апр. 2011 г. – Саранск: НИИ Регионоведения, 2011. – С. 89–95.
10. Тесленок С. А. Создание тематического содержания цифровой ландшафтной карты Акмолинского Приишимья // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 3. – С. 157–163.

**ВАРФОЛОМЕЕВ А. Ф., КИСЛЯКОВА Н. А.**

**ОСОБЕННОСТИ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ  
ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ В ПРОГРАММЕ ERDAS IMAGINE 8.3**

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности использования автоматической (кластерной) и контролируемой (с обучением) классификаций, заложенных в программе Erdas Imagine 8.3. На конкретных примерах анализируются результаты дешифрирования пространственных объектов.

**Ключевые слова:** космический снимок, дешифрирование, кластерная классификация, контролируемая классификация.

**VARFOLOMEYEV A. F., KISLYAKOVA N. A.**

**DECODING FEATURES OF SPATIAL OBJECTS ON SATELLITE PICTURES  
IN ERDAS IMAGINE 8.3 PROGRAM**

**Abstract.** The article considers the use of unsupervised (automatic) and supervised (controlled) classifications available in Erdas Imagine 8.3 program. The results of decoding of spatial objects are analysed in particular cases.

**Keywords:** satellite picture, decoding, cluster classification, controlled classification.

В современном мире мы становимся свидетелями непрерывных революционных технологических изменений. XXI век можно смело назвать веком космических цифровых технологий [6; 9]. Значительное место в космических технологиях все больше занимает дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса. Данные ДЗЗ стали важным источником для решения практических задач государственного, регионального и местного управления, мониторинга природных и техногенных объектов и явлений.

В настоящее время на орбите Земли на постоянной основе функционируют множество спутников дистанционного зондирования различного назначения [6–8]. Они оборудованы специальными сенсорными системами, которые способны улавливать отраженный от поверхности Земли свет и другие виды излучений. В данное время все материалы космической съемки с пространственным разрешением 2 метра и более являются открытыми.

Дешифрирование космических снимков – это выявление, распознавание и определение характеристик объектов, изобразившихся на снимке местности. Это один из самых важных и сложных процессов создания тематических карт и от того, насколько технически грамотно он будет выполнен, зависит качество составленной карты. Процесс

дешифрирования географических объектов можно разделить на следующие этапы: выделение; распознавание объектов и интерпретация полученных результатов.

Объективное дешифрирование космической информации позволяет регулярно анализировать и изучать состояние природной среды, а также динамику природных явлений. Эти исследования являются одной из актуальных проблем в освоении природных богатств территории.

В настоящее время наряду с визуальным дешифрированием космических изображений все чаще используются компьютерные методы. Так, в программном продукте по обработке изображений Erdas Imagine 8.3 заложены два алгоритма компьютерной классификации – автономная (Unsupervised Classification) и классификация с обучением (Supervised Classification).

Классификация – это процесс сортировки (распределения по классам) элементов изображения (пикселей) на конечное число классов обычно по спектральным признакам, т.е. на основе различий в значениях спектральной яркости. Если пиксел удовлетворяет некому условию классификации, он относится к определенному классу, который соответствует этому условию.

Основополагающим в классификации является правильный выбор признаков. Для успеха классификации в пространстве спектральных признаков каждому классу должны соответствовать своя область значений яркости, не пересекающаяся с областями других классов. Чтобы проверить, так ли это, строят двумерные графики пространства спектральных признаков и выбирают для классификации те сочетания спектральных зон, в которых изучаемые объекты различаются лучше всего.

Почти всегда используют закон нормального (гауссова) распределения, типичного для яркостей природных объектов. Для него характерны симметричное распределение значений яркости вокруг среднего значения, непрерывность и преобладание малых отклонений от среднего. Графически этому соответствует симметричная колоколообразная кривая (см. рис. 4).

Очень важно, чтобы гистограмма была одномодальной, т.е. имела только один четко выраженный пик по яркости. Если на ней есть несколько пиков, то класс следует разбивать на несколько подклассов по яркости.

По характеру реализации выделяют способы компьютерной классификации с обучением (контролируемой) и без обучения (неконтролируемой). В способах классификации с обучением используются заранее определенные человеком эталонные значения спектральной яркости объектов. В интерактивном задании этих значений и состоит обучение. В процессе классификации значения яркости текущего пиксела сравниваются с

эталонными, и пиксел относится в наиболее подходящий класс объектов. Качество обучения можно оценить по правильности классификации эталонных участков.

Результатом работы алгоритмов с обучением является так называемая карта классификации – изображение, на котором пикселям вместо исходных значений яркости приданы значения классов объектов. Карта классификации имеет заранее определенную легенду. Алгоритмы с обучением используют, когда имеются достоверные наземные данные, не очень много классов объектов (обычно до 30) и они четко различаются на снимке.

В способах классификации без обучения (кластеризации) вначале проводится автоматическое разделение пикселей на группы. Исходная информация, задаваемая дешифровщиком, количество классов, которые необходимо получить. На первом этапе изображение разделяется на массивы сходных по спектральным характеристикам пикселей – кластеры. Затем дешифровщик анализирует характеристики кластеров, сопоставляет их с характеристиками реальных географических объектов и определяет, к каким объектам относится кластер.

Полученная карта классификации более объективно отражает близкие по значениям дешифровочных признаков группы объектов. Однако, одни и те же объекты могут попасть в разные кластеры, например, из-за условий освещения (крыши домов), а разные объекты оказаться в одном кластере из-за близкой спектральной яркости (лесная растительность и гидрография). В таком случае необходимо объединить кластеры в единый класс, а во втором привлечь дополнительные дешифровочные признаки для различения объектов.

Процесс контролируемой классификации можно разделить на четыре основных этапа: планирование классификации; выбор эталонных участков; процесс классификации; оценка качества классификации и оформление ее результатов.

Эталонные участки получают цифрованием границ однородных по яркости фрагментов изображения, типичных для данного класса по значениям яркости и расположению. Высокое качество эталонов в немалой степени способствует успеху классификации.

Ключевой участок площадью 15х13 км в восточной части Старошайговского района Республики Мордовия (РМ) послужил основой для проведения исследований по применению классификаций при дешифрировании природных объектов.

Снимки высокого пространственного разрешения были взяты с сайта компании Google. Google Earth – проект компании, в рамках которого в сети Интернет выложены спутниковые изображения всей земной поверхности.

На начальном этапе снимки были трансформированы в единую систему координат и создана мозаика из трансформированных снимков высокого пространственного разрешения (рис. 1).

Методика трансформирования космических изображений на территорию РМ в СК-42 проекции Гаусса-Крюгера и создание мозаики из трансформированных снимков подробно описана в работах [1–5].



Рис. 1. Мозаика из снимков с пространственным разрешением 2-3 м.

На рис. 2-3 показаны классифицированные карты кластерной мозаика методом ISODATA. Заданные параметры: Number of Classes – 10, Maximum Iterations – 25, Convergence Threshold – 0.95, Initializing Options – Principal Axis (Главные оси), Standard Deviations – 1.00. Самоорганизующийся способ кластеризации ISODATA (от Iterative Self-Organising Data Analysis Technique – интерактивный самоорганизующийся способ анализа данных) использует для более точной, многошаговой обработки снимков [10].

На классифицированных изображениях хорошо выделились следующие объекты: пойменная растительность (древесная и травянистая), луговая растительность, сельскохозяйственные земли, населенные пункты, дороги, пустоши. При увеличении отдельных областей классифицированного снимка (рис. 3) можно увидеть отдельно стоящие группы деревьев, отдельно стоящие дома (несмотря на то, что по спектральным характеристикам пикселей дома и сенокосы отнесены в один класс. По специфическим признакам – линейность застройки, правильные геометрические формы – можно предполо-

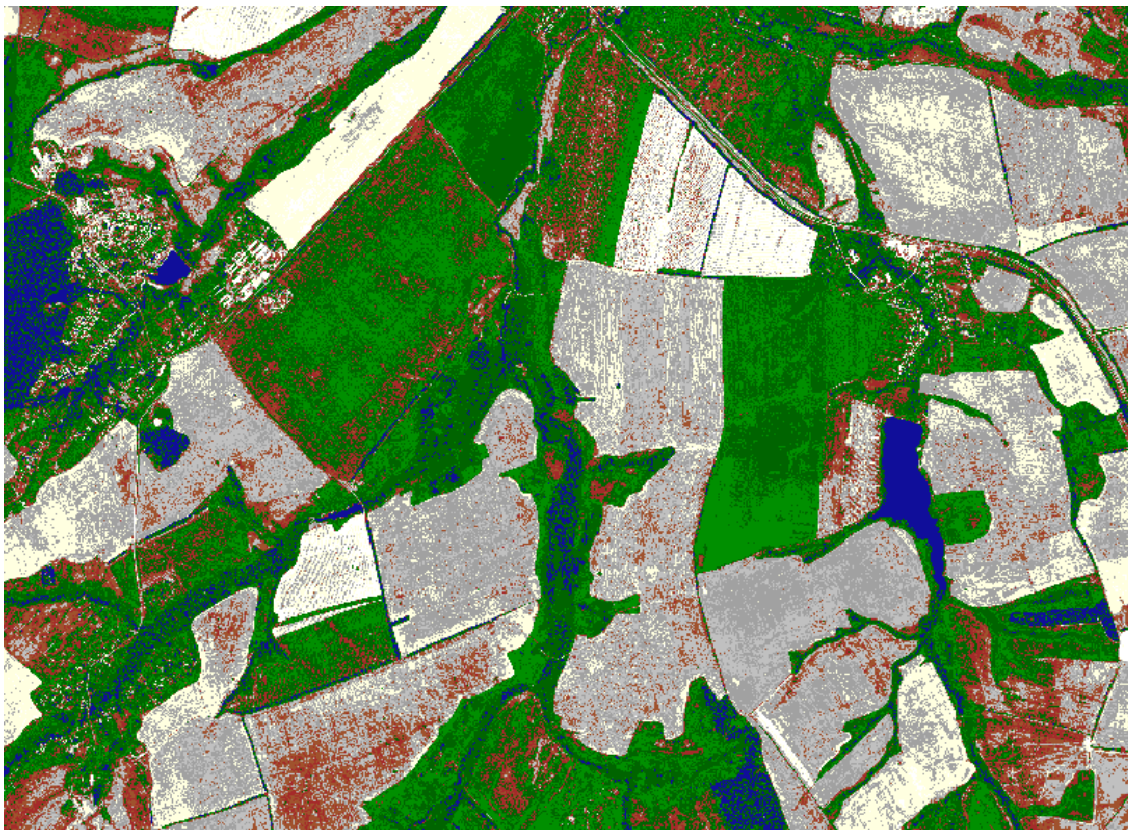


Рис. 2. Мозаика, классифицированная способом ISODATA.

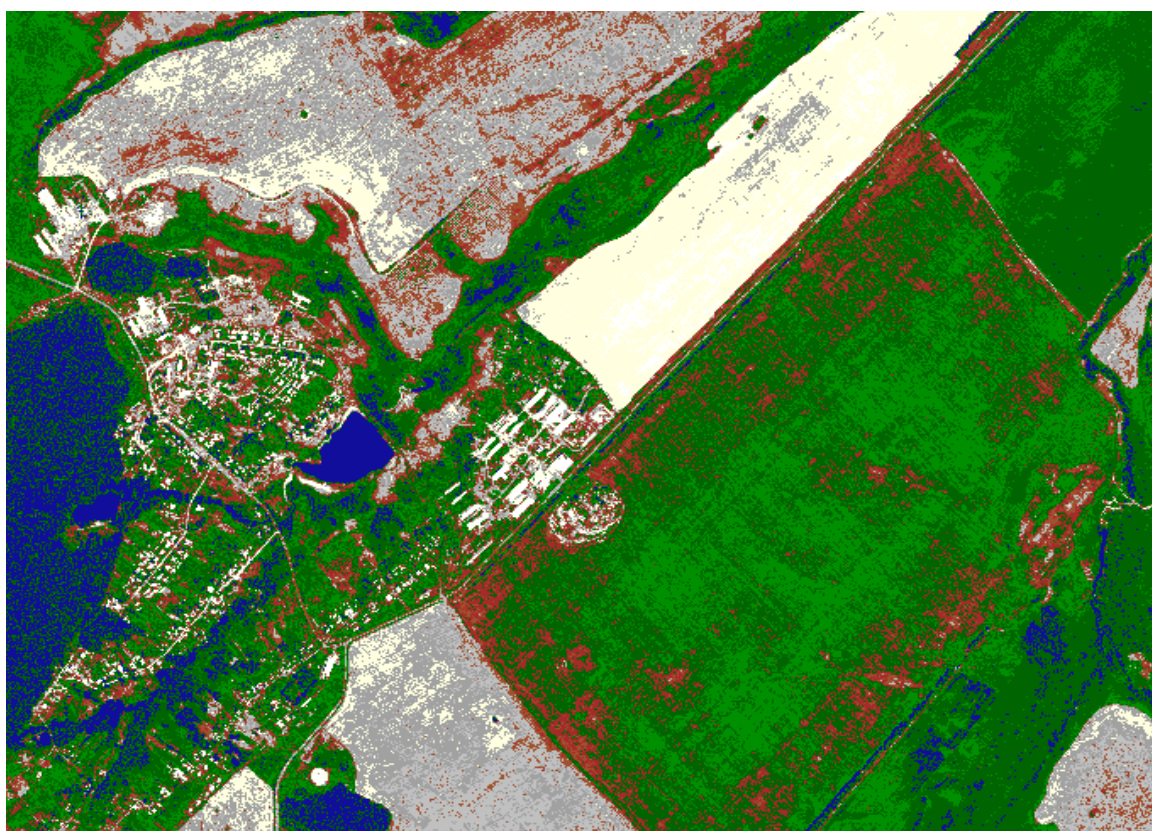


Рис. 3. Увеличенный фрагмент мозаики, позволяющий более достоверно оценить результаты классификации.

жить, что это здания и сооружения). Минусом данного способа явилось то, что водные и лесные объекты были отнесены программой к одному классу – водные объекты. В данной местности леса представлены главным образом сосняками. По спектральным характеристикам хвоя и вода имеют близкие спектральные яркости, поэтому алгоритм и отнес их к одному классу. То же самое произошло с сенокосами и населенными пунктами. На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что алгоритм классификации ISODATA дает лишь общую картину территории, и для дешифрирования в крупном масштабе данный метод не совсем подходит.

Кластерная классификация космического снимка не дала ожидаемых результатов, несмотря на то, что данный снимок обладает высоким пространственным разрешением.

На следующем этапе снимок был обработан по технологии контролируемой классификации, а в качестве параметрического правила были выбраны методы максимального подобия (Maximum Likelihood).

При классификации методом максимального подобия удовлетворяется условие максимальной вероятности отнесения пиксела к данному классу. Эталонные участки в данном случае следует выбирать особенно тщательно. Распределение спектральных яркостей должно быть близким к нормальному (рис. 4).

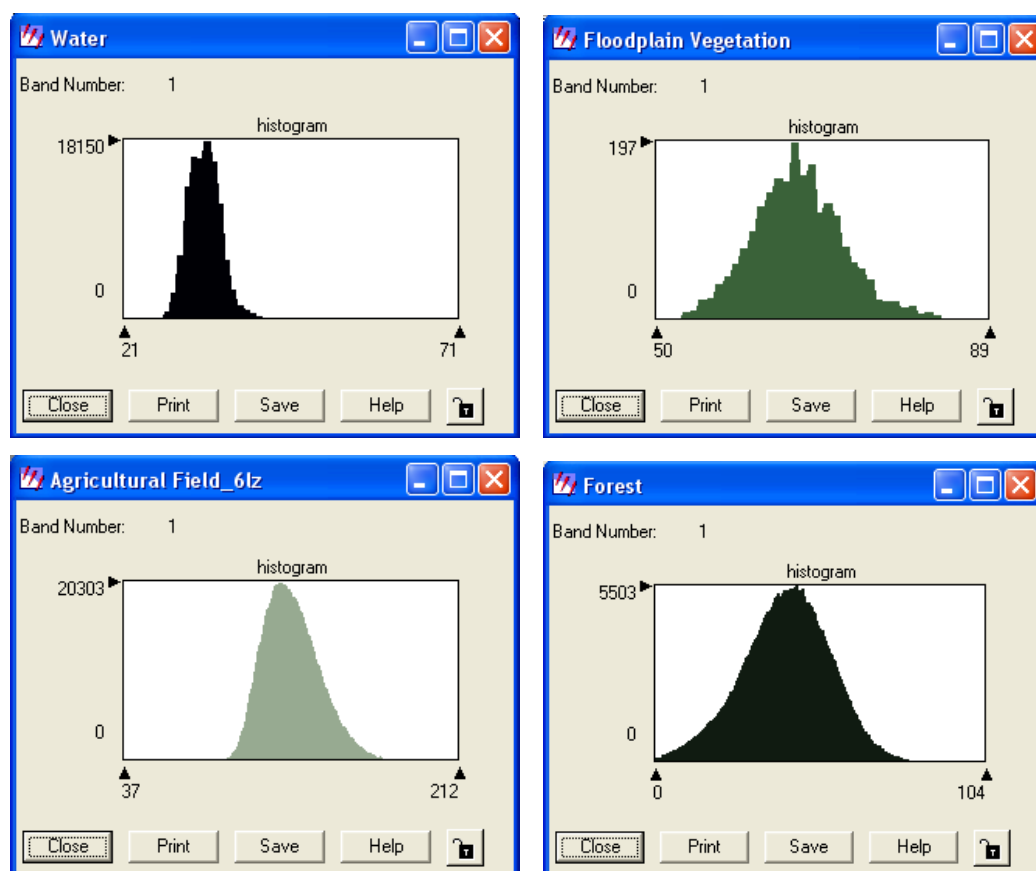


Рис. 4. Оценка качества эталонов при контролируемой классификации.

Как видно из рисунка 4, на котором представлены гистограммы отдельных эталонов, они практически удовлетворяют вышеуказанному условию, что позволило получить классификационное изображение (рис. 5), с более четким распределением классов, чем это было при использовании метода ISODATA неконтролируемой классификации.



Рис. 5. Результаты обработки космического снимка по технологии контролируемой классификации.

В результате классификации методом максимального правдоподобия на снимке четко выделяются не только классы, но и различия внутри них. В поймах четко выделяется древесная и травянистая растительность, различаются типы дорог (асфальтовые и полевые). Есть различия среди сельскохозяйственных земель – можно выделить сенокосы, пастбища, земли свежевспаханные и залежи. Населенные пункты дешифрируются гораздо лучше, с четко очерченными контурами.

По полученному классифицированному изображению с большой долей достоверности можно изучать пространственные объекты данного участка, а также сделать выводы о динамике использования территории в сельскохозяйственном отношении. При достаточном увеличении полученного изображения его можно использовать для оцифровки объектов с целью создания крупномасштабных тематических карт.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев А. Ф. Коваленко Е.А., Манухов В. Ф. ГИС-технологии при изучении и оценке взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и рельефа // Геодезия и картография. – 2013. – № 7. – С. 47–53.
2. Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф., Меркулов П. И. Геоинформационные технологии в исследовании эколого-хозяйственного баланса территорий // Геодезия и картография. – 2010. – № 4. – С. 43–47.
3. Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Методика обработки космической информации // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы Всеросс. науч.-практич. конф. Воронеж. – 2009. – № 2. – С. 54–56.
4. Манухов В. Ф., Варфоломеев А.Ф., Манухова В.Ф. О геоинформационной поддержке междисциплинарных исследований // Научные труды КубГТУ: мат-лы XX Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные процессы в высшей школе» [Электронный ресурс]. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://ntk://kubstu.ru>.
5. Манухов В. Ф., Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф. Использование космической информации в процессе учебно-исследовательской деятельности студентов // Геодезия и картография. – 2009. – № 7. – С. 46–50.
6. Манухов В. Ф., Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – № 2. – С. 27–33.
7. Манухов В. Ф., Тюряхин А.С. Глоссарий терминов спутниковой геодезии : учеб. пособие. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 48 с.
8. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Тюряхин А. С. и др. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учеб. пособие. – Саранск, 2006. – 164 с.
9. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Спиридонов А. И. и др. Спутниковые методы определения координат пунктов геодезических сетей: учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Саранск: Изд-во Мордов.ун-та, 2011. – 128 с.
10. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

**ВАРФОЛОМЕЕВ А. Ф., ЧУДАЙКИНА О. Ю.**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RTK-РЕЖИМА СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО**  
**ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ GPS И ГЛОНАСС ПРИ ПРОВЕДЕНИИ**  
**ТОПОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности использования RTK-режима глобальных систем позиционирования (GPS и ГЛОНАСС) при проведении топографических работ. Приводится перечень необходимого оборудования и программного обеспечения для реализации метода. Описывается технология настройки оборудования для проведения съемки и приводятся полученные результаты.

**Ключевые слова:** система глобального позиционирования, GPS, ГЛОНАСС, приемник JAVAD TRIUMPH-1, полевой контроллер JAVAD Victor, программное обеспечение Tracy.

**VARFOLOMEYEV A. F., CHUDAYKINA O. YU.**  
**RTK MODE OF GLOBAL POSITIONING SYSTEMS OF GPS AND GLONASS**  
**FOR TOPOGRAPHICAL WORKS**

**Abstract.** The article considers the use of RTK mode of global positioning systems (GPS and GLONASS) for topographical works. The list of necessary equipment and software for realization of the method is provided. The authors describe the technology of equipment adjustment and control as well as present the shooting results.

**Keywords:** system of global positioning, GPS, GLONASS, JAVAD TRIUMPH-1 receiver, JAVAD Victor field controller, Tracy software.

В конце XX в. для определения местоположения точек земной поверхности были развернуты глобальные радионавигационные спутниковые системы. В настоящее время в практике геодезических измерений находят широкое применение системы глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС. Использование данных систем предоставляет геодезистам новые, более производительные возможности при выполнении различных видов топографических работ [3; 7-8]. В рамках использования этих систем фирмами-изготовителями оборудования разработана технология кинематической GPS-съемки в режиме RTK (Real Time Kinematics – реальный кинематический режим).

GPS-съемка в реальном времени – это кинематическая съемка, когда оценка результатов может быть проведена непосредственно в поле. Съемки в реальном времени

могут быть: одночастотными; двухчастотными с автоматической инициализацией в статическом режиме; двухчастотными с автоматической инициализацией в процессе движения.

При использовании данного режима необходим надежный радиоканал для передачи дифференциальных поправок, а в состав GPS-приемника должен входить модем. Этот режим позволяет получать координаты с точностью до нескольких сантиметров непосредственно в полевых условиях.

Для эффективного использования GPS в геодезических целях необходимо внимательно подходить к выбору метода наблюдений, пунктов сети, оборудования, к планированию и организации наблюдений. GPS состоит из трех отдельных, связанных элементов: наземного сегмента (наземных станций слежения), космического сегмента (спутников) и пользовательского сегмента (персональных приемников GPS). Все три сегмента объединяются посредством передачи и приема радиосигналов.

Обычно в состав спутникового оборудования для RTK-съемки входит комплект из двух или более двухчастотных приемников GPS с антеннами, как минимум одним контроллером, штативом, трегерной установкой для крепления антенны базовой станции и вехой для подвижного приемника. Один комплект, называемый базовой (опорной или референцной) станцией, устанавливают на пункте с известными координатами. Остальные комплекты, называемые мобильными (подвижными или роверами) приемниками, используют для определения координат объектов съемки. Для получения высокоточных координат в режиме реального времени в состав каждого комплекта включают модемы, задача которых принимать спутниковую и служебную информацию, передаваемую от базовой станции [4; 6].

Достоинство съемки в режиме RTK следующие. Во-первых, обеспечивается высокая производительность работы, так как на каждую точку съемки уходит несколько секунд. Во-вторых, качество результатов измерений гарантировано. Исполнитель может записывать готовые координаты в контроллер, отслеживать их качество и точность в любой момент времени, а при необходимости повторить измерения. Режим RTK-съемки позволяет работать в любых системах координат, включая местные системы координат [1; 5].

К сожалению, в режиме RTK есть и ограничения. Основная проблема – ограничение дальности радиоканала, как правило, до 10–15 километров и наличие видимости между модемами базовой станции и подвижного приемника. Кроме того, высока вероятность помех при работе в промышленных районах.

Для успешной работы в режиме RTK необходимо соблюдать следующие условия:

- требуется надежный канал для передачи поправок RTK от базовой станции к подвижному приемнику;
- для успешной инициализации съемки важно, чтобы все приемники одновременно и непрерывно отслеживали сигналы минимум от пяти общих спутников по двум частотам.

В качестве примера с использованием RTK-режима при проведении топографической съемки был выбран объект линейного протяжения в с. Старое Шайгово Республики Мордовия.

Было использовано следующее оборудование: двухчастотные GPS-приемники JAVAD TRIUMPH-1 (47XX – базовый, 48XX – мобильный), один полевой контроллер JAVAD Victor с программным обеспечением Tracy (RUS) (см. рис.1).



Рис. 1. Комплект оборудования для проведения GPS-съемки с использованием RTK-режима.

Начальный этап работ подразумевает включение базового приемника и настройку контроллера на переносном приборе. Производится операция настройки параметров связи базового и мобильного GPS-приемника. Она выполняется с помощью программы Трасу, которая установлена в контроллере и используется для управления GPS-приемником и ведения съемки.

Первоначально запускается приемник, установленный на базе (точке с известными координатами) в режиме базовой станции. Желательно установить базовую станцию непосредственно в районе работ, что позволит качественно выполнить съемку близлежащей

территории. Далее запускается подвижный приемник (ровер) в режиме RTK-съемки. После завершения инициализации на дисплей выводится текущая точность, после чего можно приступить непосредственно к определению координат точек (см. рис. 2).

После проведенных полевых измерений, полученные результаты импортируются в программу ГИС ИнГЕО. На выходе с контроллера формируется итоговый файл с координатами и высотными отметками пикетов (см. рис. 3). ГИС ИнГЕО представляет собой инструментальную многоцелевую ГИС для решения муниципальных задач с использованием крупномасштабных топографических планов (см. рис. 4).



Рис. 2. Настройка контроллера JAVAD Victor на RTK-режим.

| [SURVEY POINTS] |            |             |         |           |          |
|-----------------|------------|-------------|---------|-----------|----------|
| Count: 134      |            |             |         |           |          |
| Format:         | Имя        | Север       | Восток  | Выс. (эл) | Описание |
| 74              | 404905.121 | 1244679.337 | 148.973 | точка     |          |
| 75              | 404882.270 | 1244709.152 | 149.157 | люк       |          |
| 76              | 404849.132 | 1244745.910 | 149.083 | люк       |          |
| 77              | 404920.118 | 1244801.012 | 149.991 | люк       |          |
| 78              | 404962.056 | 1244834.131 | 150.218 | люк       |          |
| 79              | 405029.519 | 1244886.836 | 150.438 | люк       |          |
| 80              | 405030.261 | 1244886.439 | 150.342 | точка     |          |
| 81              | 405029.977 | 1244887.495 | 150.427 | точка     |          |
| 82              | 405028.929 | 1244887.069 | 150.480 | точка     |          |
| 83              | 405029.221 | 1244886.073 | 150.386 | точка     |          |
| 84              | 405079.727 | 1244924.575 | 150.007 | точка     |          |
| 85              | 405094.499 | 1244910.392 | 150.571 | точка     |          |
| 86              | 405102.822 | 1244899.581 | 150.519 | точка     |          |
| 87              | 405148.455 | 1244885.834 | 150.807 | точка     |          |
| 88              | 405137.708 | 1244889.390 | 150.739 | люк       |          |
| 89              | 405130.466 | 1244887.469 | 150.898 | люк       |          |
| 90              | 405119.147 | 1244882.036 | 150.588 | люк       |          |
| 91              | 405129.218 | 1244911.994 | 150.842 | люк       |          |
| 92              | 405149.863 | 1244921.761 | 151.980 | люк       |          |
| 93              | 405160.908 | 1244926.586 | 152.014 | люк       |          |
| 94              | 405099.715 | 1244940.564 | 151.259 | люк       |          |
| 95              | 405077.867 | 1244960.205 | 149.750 | люк       |          |
| 96              | 405079.231 | 1244960.069 | 149.701 | точка     |          |
| 97              | 405077.980 | 1244961.504 | 149.719 | точка     |          |
| 98              | 405076.635 | 1244960.290 | 149.692 | точка     |          |

Рис. 3. Фрагмент выходного файла с контроллера JAVAD Victor.

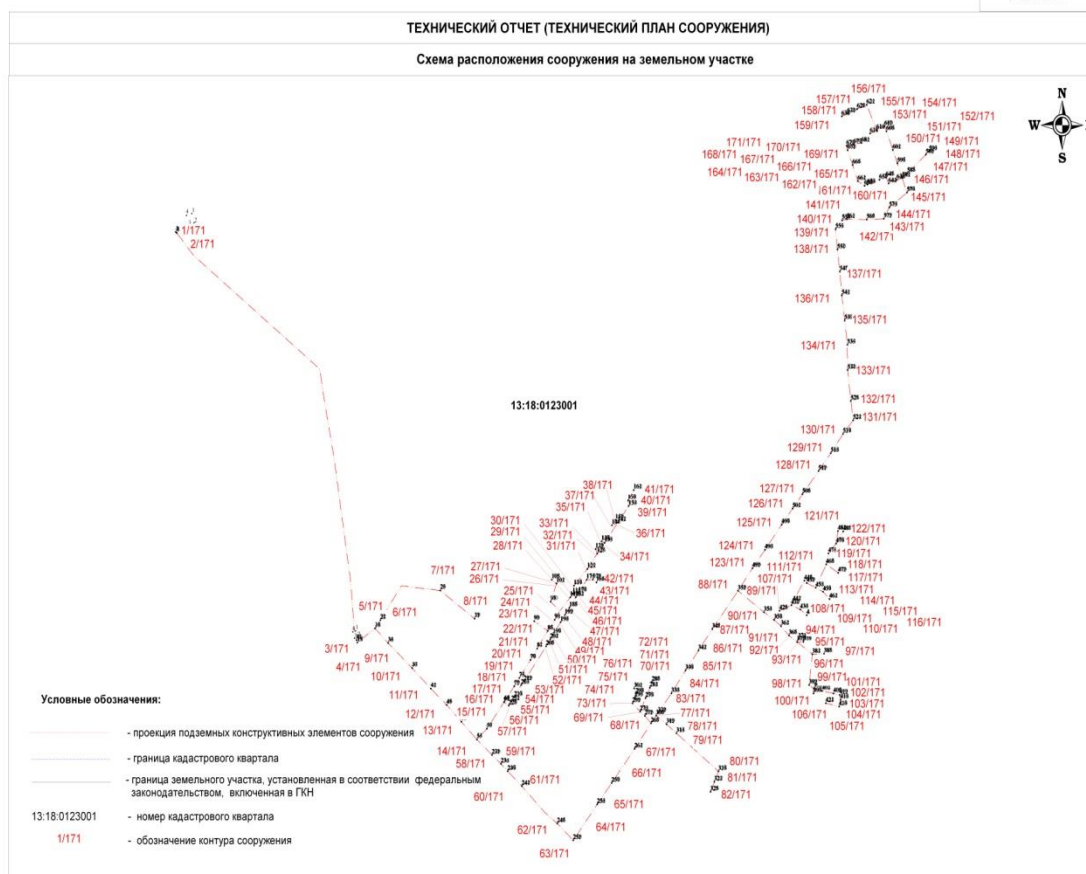


Рис. 4. Итоговый ситуационный план.

Программный продукт предоставляет возможность создания крупномасштабных топографических электронных карт и планов городов с корректной топологической структурой и дежурства по ним; решения комплексных задач градостроительного и земельного кадастров; проведения инвентаризации земель и т. д. [2; 9; 10]. На заключительном этапе в ГИС ИнГЕО формируется окончательный вариант технического отчета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев А. Ф., Казакова И. А., Молчанова Ю. А. Создание геодезического полигона МГУ им. Н. П. Огарёва с использованием GPS // Картография и геодезия в современном мире: мат-лы Всеросс. науч.-практич. конф., посвященной 50-летию кафедры геодезии, картографии и геоинформатики Мордовского государственного

- университета им. Н. П. Огарева. Саранск, 1 декабря 2010 г. [ред. кол.: В.Ф. Манухов (отв. ред.) и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – С.157–164.
2. Логинов В. Ф., Манухов В. Ф. Применение глобальной спутниковой системы определения местоположения в геодезическом обеспечении кадастра // Вестник Мордовского университета. – 2005. – № 3-4. – С. 121–123.
  3. Манухов В. Ф. Применение GPS-технологий в инженерно-геодезических разбивочных работах //Актуальные вопросы строительства: мат-лы Всеросс. науч.-тех. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – С. 336–337.
  4. Манухов В. Ф., Тюряхин А. С. Глоссарий терминов спутниковой геодезии: учеб. пособие – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 48 с.
  5. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Тюряхин А. С. и др. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учеб. пособие – Саранск, 2006. – 164 с.
  6. Манухов В. Ф., Разумов О.С., Спиридонов А.И. и др. Спутниковые методы определения координат пунктов геодезических сетей: учеб. пособие. – Изд.2-е, испр. и доп. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – 128 с.
  7. Манухов В. Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордовского университета. – 2008. – № 1. – С. 105–108.
  8. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Логинов В. Ф. Методика использования инновационных технологий в учебном процессе // Инновационные процессы в высшей школе: мат-лы XIV Всеросс. науч.-практич. конф. Краснодар, 24–28 сентября 2008 г. – Краснодар, 2008. – С. 214–215.
  9. Манухов В. Ф., Коваленко А. К., Логинов В. Ф. Использование современных технологий в учебном процессе // XXXV Огаревские чтения: мат-лы науч. конф.: в 2 ч. Ч. 2. Естественные и технические науки. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – С. 37–39.
  10. Ткачев А. Н., Зараев Д. М., Манухов В. Ф. Использование GPS-технологий для проведения землеустроительных работ // Естественно-технические исследования. Теория, методы, практика. – Саранск, 2005. – С.121–122.

**ЛОГИНОВ Д. В., СУЛЬДИН М. И.**

**ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩЕЙ РЕФЕРЕНЦНОЙ СТАНЦИИ  
НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА САРАНСК**

**Аннотация.** Описан опыт реализации постоянно действующей референцной станции спутниковых наблюдений на территории городского округа Саранск. Выполнена реализация программы непрерывных суточных наблюдений с целью определения погрешности референцной станции относительно существующих референцных станций (с использованием возможностей информационно-аналитического центра Федерального космического агентства) и ее дальнейшим включением в международную сеть ITRF.

**Ключевые слова:** геодезия, кадастр, референцная станция, кинематика в реальном времени.

**LOGINOV D. V., SULDIN M. I.**

**AN EXPERIENCE OF CREATION OF STANDING REFERENCE STATION:  
A STUDY OF SARANSK CITY DISTRICT**

**Abstract.** The article reports on the creation of a standing reference station of satellite supervision on the territory of Saransk city district. The program goal is a continuous daily supervision for errors of the reference station in relation to the existing stations. In this connection, the means and resources of the Information and Analysis Centre of the Federal Space Agency were used. Consequently, the new reference station will be registered in the international ITRF network.

**Keywords:** geodesy, cadastre, reference station, real-time kinematics.

В настоящее время многие государственные и частные структуры, работающие в сфере геодезии, картографии и кадастра, сталкиваются с проблемой недостаточности геодезического обеспечения работ. Согласно федеральному закону «О государственном кадастре недвижимости», в качестве геодезической основы кадастра служит государственная геодезическая сеть и опорные межевые сети. На практике наблюдается, что ранее созданные государственные геодезические сети и опорные межевые сети со временем теряют свою актуальность в связи с плохой сохранностью, отсутствием мероприятий по обновлению, контролю, переопределению координат, масштабными градостроительными изменениями в населенных пунктах и полным отсутствием контроля за сетями за их пределами [2; 9; 10]. В частности, в пределах г.о. Саранск в последние годы наблюдается процесс масштабного дорожного строительства и градостроительной деятельности, сопровождающийся массовой утратой ранее заложенных пунктов опорных межевых сетей, полигонометрии, нивелирования

и т. д. [3], что ведет к усложнению (и удорожанию для конечного потребителя) геодезических и кадастровых работ.

В рамках деятельности в структуре ООО «Региональный научно-исследовательский информационный центр» авторы приняли участие в работе по созданию постоянно действующей референцной станции спутниковых измерений на основе высокоточной спутниковой аппаратуры Javad Triumph-1-G3T. Данная аппаратура обеспечивает высокоточные спутниковые измерения с использованием данных группировок GPS и ГЛОНАСС в режимах как статических измерений [4–8], так и кинематики в реальном времени (RTK) с передачей поправок посредством как радиоканала, так и существующих сетей сотовой связи (GPRS-канал).

Местоположение референцной станции выбиралось исходя из интересов организации-владельца аппаратуры. Внешняя антенна станции была жестко закреплена на крыше пятиэтажного здания в центре г. Саранск. Антенный кабель, соединяющий внешнюю антенну и спутниковый приемник JAVAD Triumph-1-G3T, был проложен с крыши через воздуховод и выведен в офисное помещение. Все манипуляции, установки и настройки производились ручным или программным способом из офисного помещения специально обученным персоналом (оператором).

Для определения координат референцной станции РНИИЦ была разработана двухдневная программа статических наблюдений с почасовым графиком наблюдений (рис.1 и табл.1). В качестве исходных координат предполагалось использовать координаты близлежащих сохранных пунктов государственной геодезической сети 1-го и 2-го класса в системе координат СК-13. Позднее в целях снижения издержек данная программа была существенно сокращена и облегчена – был сокращен перечень исходных пунктов в соответствии с источником [1], статические наблюдения были заменены кинематическими без снижения их точности, контрольные промеры, запланированные на второй день наблюдений (на рисунке обозначены синим цветом), были исключены из программы.

Для передачи высотной отметки фазового центра антенны референцной станции использовался метод тригонометрического нивелирования (определения высот точек земной поверхности относительно исходной точки с помощью угла наклона визирного луча). В качестве исходного пункта был выбран наиболее близкий сохранный стенной пункт полигонометрии 24 стен. Измерения выполнялись электронным тахеометром SOKKIA SET230RK.

В результате вышеописанных мероприятий были получены координаты в системе СК-13 и высотная отметка фазового центра внешней антенны референцной станции. Эти данные

использовались в качестве исходного пункта при проведении съемочных и кадастровых работ методом кинематики в реальном времени на территории г.о. Саранск на протяжении около года. Многочисленные контрольные промеры относительно пунктов существующей сети ОМС и городской съемочной сети показали высокую точность полученных данных.

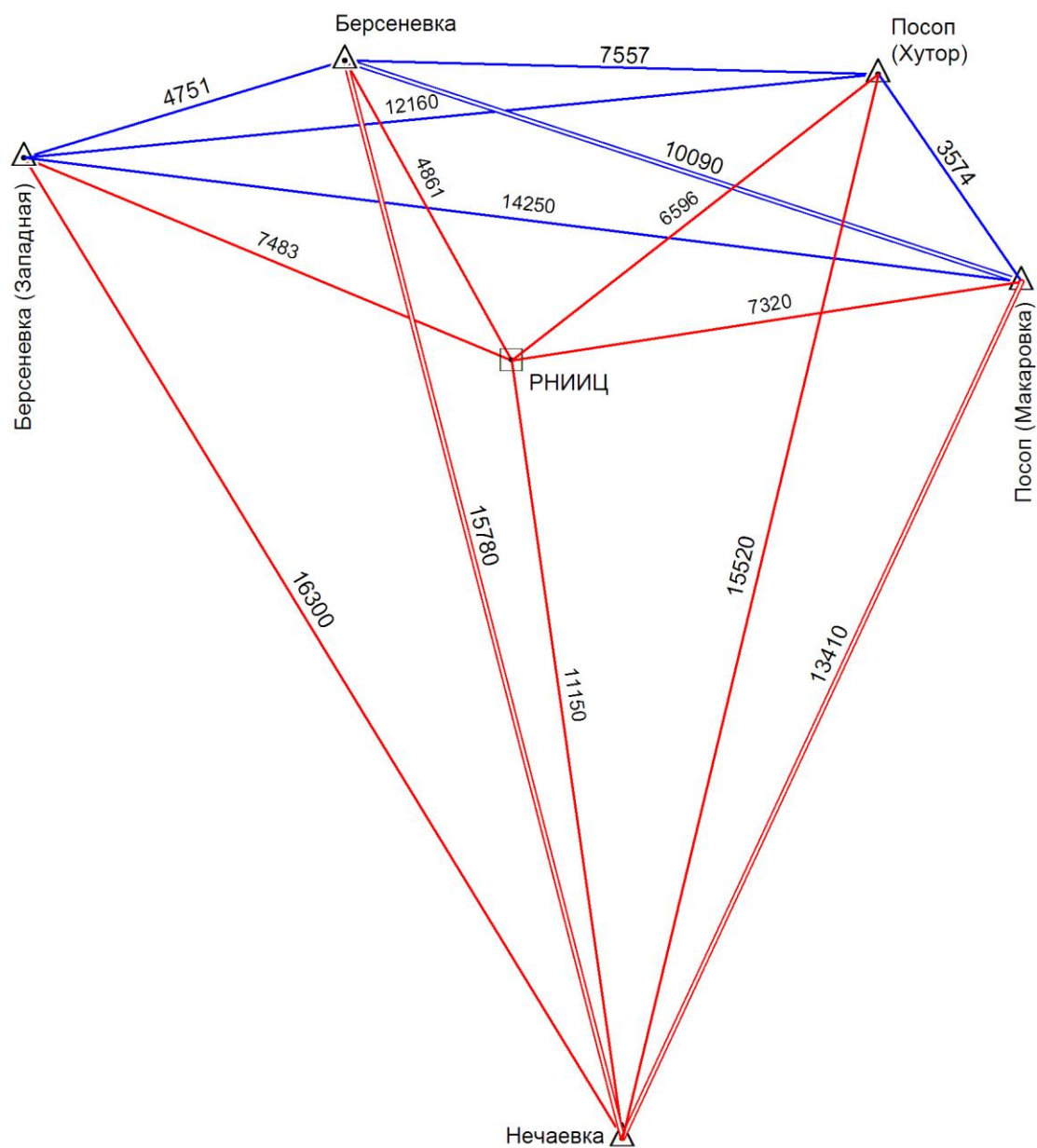


Рис. 1. Схема спутниковых наблюдений для координирования референцной станции.

График наблюдений векторов

|       |            |                      |                  |             |                          |
|-------|------------|----------------------|------------------|-------------|--------------------------|
|       | Нечаевка   | Посоп<br>(Макаровка) | Посоп<br>(Хутор) | Берсеновка  | Берсеновка<br>(Западная) |
| РНИИЦ | 8.00-18.00 | 8.00-10.00           | 10.30-12.30      | 13.00-15.00 | 15.30-17.30              |

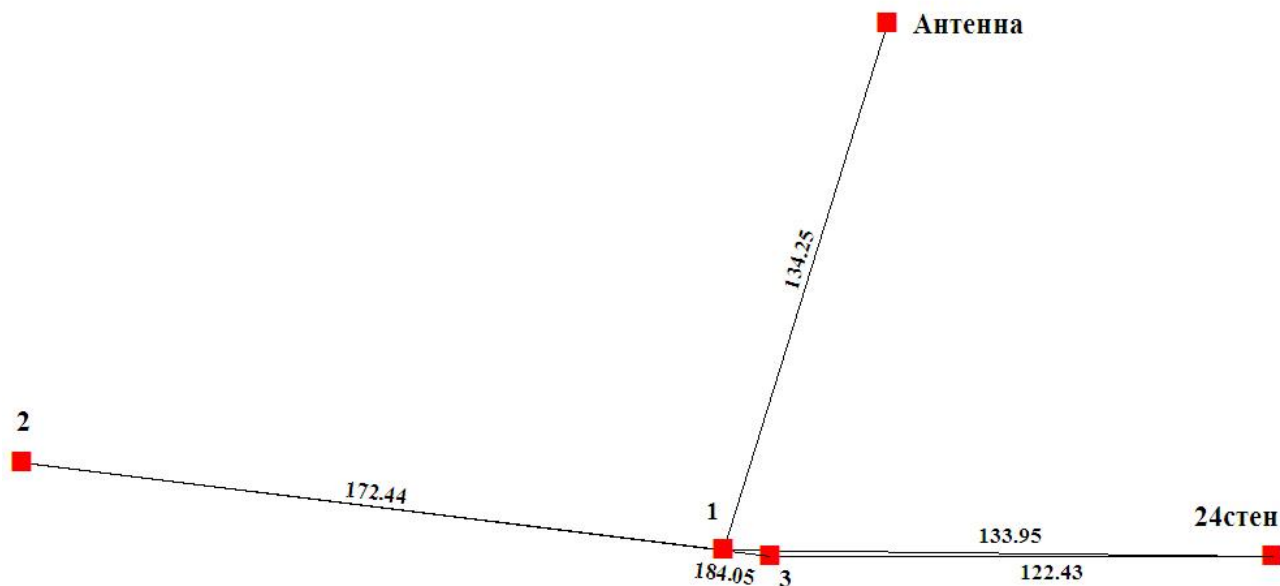


Рис. 2. Схема тригонометрического нивелирования.

Среднеквадратическая погрешность координат, определяемых с применением данного исходного пункта, не превышает установленную для кадастра величину в 0,1 м для населенных пунктов и удовлетворяет требованиям Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. Однако следует признать недостаточную точность полученных координат и высотной отметки для проведения высокоточных геодезических работ. Кроме того, референсная станция не является постоянно действующей и применяется по мере необходимости в интересах организации-владельца.

Таблица 2

## Ведомость линий и превышений тригонометрического нивелирования

| Линия       |    | Горизонт.<br>проложение | dL, mL | L ср.   | Превышение | dh, mh | h ср.  |
|-------------|----|-------------------------|--------|---------|------------|--------|--------|
| 1           |    | 2                       | 3      | 4       | 5          | 6      | 7      |
| 1 - 2       | >> | 172.439                 | -0.005 | 172.441 |            | -0.000 | -1.787 |
|             | << | 172.444                 |        |         |            |        |        |
|             | >> |                         |        |         | -1.787     |        |        |
|             | << |                         |        |         | -1.787     |        |        |
| 1 - антенна | >> | 134.257                 | 0.000  | 134.257 |            | -0.000 | 28.312 |
|             | >> |                         |        |         | 28.312     |        |        |
| 2 - 3       | >> | 184.048                 | 0.001  | 184.047 |            | -0.001 | -6.520 |
|             | << | 184.047                 |        |         |            |        |        |
|             | >> |                         |        |         | -6.520     |        |        |
|             | << |                         |        |         | -6.519     |        |        |
| 3 - 24 стен | >> | 122.424                 | 0.000  | 122.424 |            | 0.000  | -3.102 |
|             | >> |                         |        |         | -3.102     |        |        |

В будущем планируются следующие мероприятия по повышению качества работы и расширению сферы применения референцной станции.

1. Проведение высокоточных статических наблюдений в соответствии с разработанной двухдневной программой в целях повышения точности определения координат референцной станции.

2. Проложение высококласного нивелирного хода для более точной передачи высотной отметки на фазовый центр антенны референцной станции (с использованием в качестве исходного нивелирного пункта не менее 2-го класса).

3. Реализация программы непрерывных суточных наблюдений с целью определения погрешности референцной станции относительно существующих референцных станций (с использованием возможностей информационно-аналитического центра Федерального космического агентства) и ее дальнейшим включением в международную сеть ITRF.

4. Организация непрерывной трансляции файлов дифференциальных поправок в глобальную компьютерную сеть.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Выписка № 13 из каталога координат и высот пунктов государственной геодезической сети Республики Мордовия / Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Мордовия. – Саранск, 2014. – 3 с.
2. Логинов В. Ф., Манухов В. Ф. GPS в геодезическом обеспечении кадастра // Геодезия и картография. – 2005. – № 3. – С. 34–35.
3. Логинов Д. В. Опорная межевая сеть на территории городского округа Саранск и проблемы ее использования для обеспечения кадастровых работ // Картография и геодезия в современном мире: мат-лы 2-й Всерос. науч.-практ. конф., Саранск, 8 апр. 2014 г. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – С. 253–256.
4. Манухов В. Ф., Тюряхин А. С. Глоссарий терминов спутниковой геодезии: учеб. пособие. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 48 с.
5. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Тюряхин А. С. и др. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учеб. пособие. – Саранск, 2006. – 164 с.
6. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Спиридонов А.И. и др. Спутниковые методы определения координат пунктов геодезических сетей: учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – 128 с.
7. Манухов В. Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий // Вестник Мордовского университета. – 2008. – № 1. – С. 105–108.
8. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Логинов В. Ф. Методика использования инновационных технологий в учебном процессе // Инновационные процессы в высшей школе: мат-лы XIV Всеросс. науч.-практич. конф. Краснодар, 24-28 сентября 2008 г. – Краснодар, 2008. – С. 214–215.
9. Манухов В. Ф., Коваленко А. К., Логинов В. Ф. Использование современных технологий в учебном процессе XXXV Огаревские чтения: мат-лы науч. конф.: в 2 ч. Ч. 2. Естественные и технические науки. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. – С. 37–39.
10. Родькин И. А., Юртаев А. И., Манухов В. Ф. Создание опорной межевой сети GPS // Естественно-технические исследования. Теория, методы, практика. – Саранск, 2004. – С. 113–114.

**ВАСИЛЬЕВ О. Д., ЧИСТОВ С. В.**

**ОПЫТ ТЕМАТИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ**

**(НА ПРИМЕРЕ КАРТЫ ЭСТАФЕТЫ ОЛИМПИЙСКОГО ОГНЯ «СОЧИ-2014»)**

**Аннотация.** В статье представлены предложения авторов по возможностям использования материалов СМИ для разработки тематических карт. Методика апробирована при составлении карты маршрута Олимпийского огня «Сочи-2014» по территории РФ. Приводятся условные обозначения и фрагмент карты.

**Ключевые слова:** картографирование Олимпийских игр, обзорная тематическая карта России, геоизображение.

**VASILIEV O. D., CHISTOV S. V.**

**AN EXPERIENCE OF THEMATIC MAPPING:**

**A STUDY OF OLYMPIC TORCH RELAY "SOCHI-2014" MAP**

**Abstract.** The article considers the authors' ideas of the use of media materials for thematic mapping. The methodology was tested on mapping the route of the Olympic torch "Sochi 2014" on the territory of Russia. In this connection, the symbols and the map fragment are presented.

**Keywords:** mapping of the Olympic Games, general thematic map of Russia, geoimage.

Составление карт проходит ряд последовательных взаимосвязанных этапов, каждый из которых играет вполне определенную роль. Один из важных этапов – поиск источников информации. Традиционно источником информации могут быть самые различные материалы:

- картографические источники (традиционные или цифровые карты);
- статистические источники;
- литературные источники;
- материалы дистанционного зондирования Земли (космические и аэро-снимки);
- картографические базы и банки данных [3–6].

Традиционно в картографии сложились определенные способы поиска информации. Однако получение информации из отмеченных выше источников в настоящее время все чаще становится сложным и недоступным. Сегодня трудно найти данные по целому ряду направлений естественных наук. Также велик риск получить ненадежную, непроверенную или даже недостоверную информацию, что неизбежно отразится на качестве создаваемой карты.

При этом для создания карты нужно как можно больше информации не только по данной тематике, но и по смежным с ней областям. Выборка статистических данных должна быть тематически связана с сюжетом, ее интерпретация должна подчеркивать найденную пространственную закономерность. В этом случае картографам могут помочь средства массовой информации (СМИ).

Материалы СМИ – разносторонний источник информации. В них, как правило, сгруппирован и отсортирован огромный объем информации. Чаще всего такая информация вполне достоверна и не нуждается в проверке и исправлении. Но важно использовать материалы только от надежных «поставщиков». В этой связи на кафедре картографии и геоинформатики Географического факультета МГУ в 2014 году была проведена экспериментальная работа по оценке возможностей использования материалов в СМИ для создания тематических карт. В качестве примера была выбрана карта маршрута Олимпийского огня «Сочи-2014». Для создания карты движения Олимпийского огня информация отбиралась, главным образом, из официального информационного портала «Сочи-2014» [7], который поддерживается Оргкомитетом самих игр и Национальным Олимпийским Комитетом РФ, и в котором была представлена актуальная информация. Также на этом портале собираются публикации и других агентств – «РИА-Новости», «ИТАР-ТАСС», «Вести» и некоторых других, список которых весьма обширен.

Объектом картографирования не случайно выбрана эстафета Олимпийского огня – именно это международное мероприятие охватывало территорию всех Субъектов РФ и на протяжении длительного времени весьма подробно освещалось в СМИ, как российских, так и зарубежных, что позволило получить весьма подробную объективную информацию.

На первом этапе были сформулированы требования к картографической основе, которая создавалась с учетом возможности локализации на ней всей информации, выбранной из массива данных в СМИ. В итоге на картографической основе нашли свое отражение:

- государственная граница России и границы субъектов РФ;
- центры субъектов РФ и населенные пункты, где побывал Олимпийский огонь;
- водные объекты, которые использованы в эстафете;
- автомобильные и железные дороги;
- прочие объекты локализации информации.

Поскольку в настоящем исследовании стояла задача создания обзорной карты, главное требование для материалов СМИ было связано с относительно точной пространственной привязкой данных о местонахождении Олимпийского огня на какую-либо дату, способах передвижения, направлении движения, особенностях нахождения в

конкретных пунктах и так далее. Именно требование точности пространственной привязки является, по мнению авторов, определяющим в использовании тех или иных материалов. В СМИ чаще всего используется привязка какого-либо события по:

- почтовому адресу или топониму (например, название населенного пункта, водного объекта, вершины горных массивов и т.д.);
- участку путей сообщения от одного пункта до другого;
- указаниям на географические объекты («в дельте Волги», «на озере Байкал», «к Северному полюсу» и т.д.);
- прочим описаниям.

Однако наличие пространственной привязки разнородной информации не является определяющим в возможностях создания тематических карт. После определения привязки необходимо оценить информацию по четырем важным составляющим: информативность, актуальность, достоверность и точность [1; 2]. Любой, даже самый информативный и наглядный материал не может быть использован для создания карт, если не известна его достоверность или недостаточна точность. И наоборот – материал не может быть использован, если он недостаточно информативен или актуален, даже если известна его достоверность.

После отбора всей необходимой информации нами была проведена ее классификация с целью максимально полного и всестороннего раскрытия темы. При создании карты на обширную территорию России использован принцип одинаковой степени подробности в отображении каждого элемента картографирования в различных регионах. Практическое выполнение и создание карты происходило в программном продукте ArcGIS 10.2, установленном в учебном компьютерном классе кафедры Картографии и геоинформатики Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В данном программном продукте предусмотрены необходимые возможности создания, оформления и издания карт. В ArcGIS была составлена полноценная база данных об эстафете Олимпийского огня, источниками для которой послужили только разнообразные материалы СМИ: текстовые описания, фотографии, геоизображения. Всего было использовано 456 материалов, из них 124 – геоизображения в СМИ. Карта составлялась на всю территорию России в масштабе 1:10 000 000.

На карте, легенда которой представлена на рисунке 1, а фрагмент – на рисунке 2, показаны все остановки эстафеты Олимпийского огня. Для них представлены значки в виде круговых диаграмм, содержащих информацию о количестве и составе факелоносцев. Они были разделены по половому составу и доли спортсменов среди общего числа факелоносцев

в городе. Конечно, эти данные составляют малую долю информации, полученной из различных открытых источников; хотелось отразить возрастной состав, социальный статус, число представителей различных профессий среди факелоносцев и так далее, но подобного рода задача оказалась труднореализуемой в рамках одной обзорной карты.

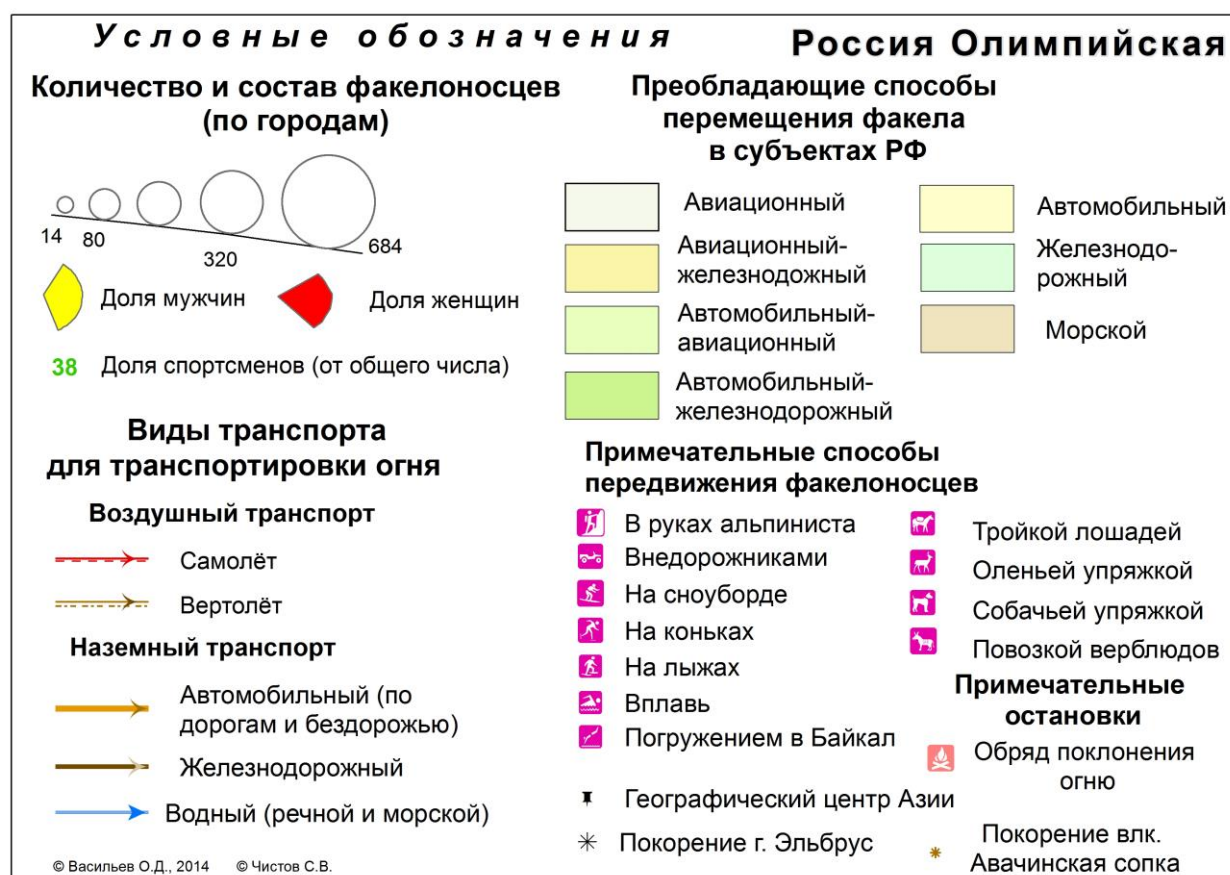


Рис. 1. Легенда карты маршрута Олимпийского огня «Сочи 2014».

Следующий важный составной элемент карты – отрезки маршрута передвижения Олимпийского огня в последовательности его реализации с учетом различных видов транспорта. В этой связи весь маршрут подразделен, с одной стороны, на современные виды транспорта (автомобильный, морской, железнодорожный, авиационный транспорт; отдельно показаны отрезки пути, преодоленные на вертолете или на самолете), а с другой, показаны уникальные способы перемещения эстафеты на собачьей или оленьей упряжке, верблюдах, лошадях и иными способами. Это позволило отразить не только многообразие природных условий России, но и показать самобытность культур народов ее населяющих, а также различия возможностей их традиционных способов передвижения по местности. При этом важно было не просто соединить безликими линиями населенные пункты, а показать именно реальный маршрут с полной географической привязкой к территории и существующим транспортным коридорам.



Рис. 2. Фрагмент карты, созданной на основе материалов СМИ.

Особый блок информации заключен и в ряде своеобразных способов передвижения факелоносцев. Для этого на карте показаны в виде отдельных наглядных значков способы перемещения факела в руках альпиниста, на сноуборде, на коньках и лыжах, вплавь. Чтобы подчеркнуть транспортные особенности регионов, на карте дана классификация Субъектов РФ по преобладающим способам передвижения факела.

Отдельными специальными графическими вставками, не представленными в условных обозначениях, подчеркнуты уникальные места, в которых побывал огонь олимпиады. К ним относятся Северный полюс, куда факел был доставлен на ледоколе; кимберлитовые трубы в районе города Мирный; Авачинский вулкан на Камчатке; уникальное озеро Байкал, в воды которого факел был погружен в специальной капсуле; гора Эльбрус, куда доставили факел с огнем профессиональные альпинисты.

В итоге была создана карта, аналогов которой на сегодняшний день нет. Практически это единственное картографическое произведение, которое объединило в себе обширную информацию об эстафете Олимпийского огня Сочи-2014. Большая роль при создании подобного произведения уделялась наглядности созданного геоизображения, для достижения этого был выбран оптимальный масштаб карты, применены различные способы изображения и графические средства.



Рис. 3. Карта маршрута Олимпийского огня «Сочи-2014».

В современных условиях специалистам в тематическом картографировании стало понятно, что существуют значительные трудности в получении достоверной информации для создания карт. Причин тому множество, и в первую очередь это связано со значительными финансовыми затратами в этой сфере. Поэтому возникла необходимость поиска различных источников, способных удовлетворить некоторые специфические требования к фактическим данным. Основное из них связано с наличием в информационных источниках различных указаний на пространственную «привязку» рассматриваемых данных. Полученный авторами опыт использования материалов СМИ для создания карты движения Олимпийского огня позволил установить различные виды ссылок в сообщениях СМИ, позволяющих с большей или меньшей точностью осуществлять пространственную привязку фактических данных. Но следует также отметить, что подобного рода источники необходимо ориентировать лишь на создание обзорных и мелкомасштабных карт. Однако в будущем авторы ставят целью создание тематических карт среднего масштаба с частичным использованием, в том числе, и данных СМИ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт А. М. Картография. – М.: КДУ, 2010. – 326 с.
2. Берлянт А. М., Серапинас Б. Б. Математические элементы и надежность геоизображений // Вестник Московского университета. Серия География. – 2004. – № 3. – С. 10-14.
3. Жулина М. А., Манухов В. Ф., Карасев А. С. Справочник-путеводитель – инновационный туристский продукт // Инновационные процессы в высшей школе: мат-лы XIX Всеросс. науч.-практич. конф. Краснодар, 10–14 сентября 2013 г. – Краснодар, 2013. – С. 68–69.
4. Прохорова Е. А. Социально-экономические карты. – М.: КДУ, 2010. – 424 с.
5. Манухов В. Ф., Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – № 2. – С.27–33.
6. Тесленок С. А., Манухов В. Ф., Тесленок К. С. Ландшафтные карты информационных ресурсов интернета и их использование в учебном процессе // Известия Смоленского государственного университета. – 2013. – № 3. – С. 337–347.
7. Эстафета Олимпийского огня Сочи 2014. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://torchrelay.sochi2014.com/olympic>.