

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО
Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования
Международного Дня ГИС 2014**

Минск, 19 ноября 2014 г.

Ответственный редактор
Д.М. Курлович

МИНСК
2014

УДК 91:004(082)
Г 516

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук, доцент Д.М. Курлович (отв. редактор),
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н.В. Клебанович,
доктор географических наук, доцент Ю.М. Обуховский,
кандидат географических наук, доцент Н.В. Ковальчик,
кандидат географических наук, доцент А.А. Карпиченко,
кандидат географических наук Л.И. Смыкович,
Н.В. Жуковская, С.Н. Прокопович, О.М. Ковалевская.

Рецензенты:

кандидат географических наук, доцент А.А. Топаз,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент В.Э. Кутырло.

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2014, Минск, 19 ноября 2014 г. / редкол. : Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2014. – 122 с. : ил. – Библиогр. в конце отд. ст.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2014 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

© Белорусский государственный университет, 2014
© Коллектив авторов, 2014

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДЕНЬ ГИС 2014 В БГУ

Д.М. Курлович

к.г.н., доцент, руководитель СНИЛ ГИС географического факультета БГУ

19 ноября 2014 года преподаватели и студенты факультетов географической направленности ВУЗов Республики Беларусь, а также ведущие специалисты по геоинформационным технологиям нашей страны участвовали в мероприятиях, посвященных **Международному дню географических информационных систем (ГИС)**. День ГИС проводился уже 14-й раз на географическом факультете Белгосуниверситета и 16-й раз в мире. Организатором его проведения в БГУ является *межкафедральная студенческая научно-исследовательская ГИС-лаборатория географического факультета (СНИЛ ГИС)*. Формат Дня ГИС заключался в проведении конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь и встрече студентов с ведущими ГИС-специалистами нашей страны.

Мероприятие в этом году посетили ведущие ГИС-специалисты Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь, Министерства природных ресурсов и окружающей среды Республики Беларусь, РУП «Национальное кадастровое агентство», РУП «Проектный институт Белгипрозем», РУП «Белкартография», РУП «Белгеодезия», РУП «БелПСХАГИ», ГП «Белгипродор», УП «ГИС» НАН Беларуси, РУП «НПЦ по геологии», ГПУ «Национальный парк «Нарочанский» и ЗАО «Intransitions».

Конкурсантов оценивало экспертное жюри, в составе: заместитель начальника управления геодезии и картографии Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь *Ирина Леонидовна Тихонова*, начальник отдела геоинформационных систем РУП «Национальное кадастровое агентство» *Марина Александровна Литреева*, начальник сектора геоинформационных технологий РУП «Проектный институт Белгипрозем» *Иван Михайлович Стшиевский*, начальник управления аэрокосмических исследований РУП «НПЦ по геологии» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь *Андрей Ромуальдович Понтус*, старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ *Наталья Викторовна Жуковская*, выпускник географического факультета БГУ 2014 г., лауреат конкурса ГИС-проектов студентов ВУЗов Республики Беларусь 2011, 2012 и 2013 гг., специалист по тестированию IT-компании ЗАО «Итранзишэн» *Владислав Сергеевич Романенко*.

Жюри конкурса ознакомилось с ГИС-проектами студентов и аспирантов географического и военного факультетов Белгосуниверситета, геодезического факультета Полоцкого государственного университета, географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина, лесохозяйственного факультета Белорусского государственного технологического университета, землеустроительного факультета Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, факультета

информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. В конкурсе впервые участвовали студенты факультета естественных наук Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева (г. Астана, Республика Казахстан).

В номинации **«Применение ГИС-технологий в научных исследованиях»** дипломом I-й степени отмечена группа студентов и аспирантов географического факультета БГУ (*Сергей Прокопович, Анна Моняк, Елена Казимерчик, Владислав Богуш и Алексей Сазонов*) за ГИС-проект «Возможности автоматизации процессов картографической генерализации при цифровом крупно- и среднемасштабном почвенном картографировании»). Диплома II-й степени была удостоена *Шолтан Валиева*, выпускница факультета естественных наук Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева (г. Астана, Республика Казахстан) за ГИС-проект «Геоинформационное моделирование бассейна р. Оба». Диплом III-й степени получила группа студентов и аспирантов географического факультета БГУ (*Елена Казяк, Александр Лещенко и Максим Гуцаки*) за ГИС-проект «ГИС-картографирование видовой структуры посевов сельскохозяйственных культур на основе материалов дистанционного зондирования Земли».

В номинации **«Применение ГИС-технологий в исследованиях прикладного характера»** победу праздновал студент географического факультета БГУ *Юрий Ананич* (диплом I-й степени за ГИС-проект «Использование ГИС-технологий при выборе оптимальных коридоров для строительства новых дорог (на примере Полесской железной дороги))). Диплом II-й степени получил магистрант географического факультета БГУ *Станислав Алимпов* за ГИС-проект «ГИС-анализ распределения потоков пассажирского транспорта на территории г. Витебска». Дипломом III-й степени была поощрена студентка геодезического факультета Полоцкого государственного университета *Ольга Лубочко* (ГИС-проект «Применение ГИС-технологий в туристической деятельности Национального парка «Браславские озера»).

В номинации **«Создание ГИС информационно-справочного и образовательного характера»** дипломом I-й степени отмечены студенты геодезического факультета Полоцкого государственного университета *Павел Долгий, Анна Скарубо и Алексей Морев* (ГИС-проект «Разработка обучающего географического приложения в среде ГИС»). Диплома II-й степени были удостоены *Юлия Терещенко, Маргарита Точило и Никита Макаревич*, студенты географического факультета БГУ за ГИС-проект «Информационно-справочная ГИС музея валунов г. Минска». Диплом III-й степени получила группа студентов факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (*Алексей Хвалько, Галина Радюкевич, Екатерина Каранец и Станислав Малашкевич*) за ГИС-проект «Интеллектуальная справочная система по географии Республики Беларусь».

НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАМОРФОЗНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРИРОДООХРАННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

В.В. Ермакова

студентка 3-го курса кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

П.Ф. Парадня

старший преподаватель кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

Потребность взглянуть на некоторые явления с непривычной точки зрения для получения новых знаний, выводов и заключений давно привлекает специалистов, связанных с географическими, экологическими и другими методами исследования. Анаморфоза – это трансформированное изображение явления, в основе которого лежит не топографическая метрика земной поверхности, а метрика картографируемого явления. Масштаб анаморфозы трансформируется и варьирует в зависимости от величин характеристик отдельных явлений на исходной карте. Среди анаморфированных изображений можно выделить линейные и площадные.

Развитие тематического картографирования предполагает не только совершенствование способов отображения географических явлений, но и показ их отношений и связей с другими явлениями, особенно в тех случаях, когда мы анализируем их как системы. Поэтому для этой цели прибегают к трансформации изображаемого явления.

Среди анаморфоз наибольшее распространение получили их площадные разновидности, выравнивающие какие-либо плотности (например, плотность населения, плотность территориального распределения доходов, плотность территориального распределения потребления или производства некоего продукта и т.д.). В этом случае площади изображений территориальных единиц становятся пропорциональными соответствующим им величинам закладываемого в основу анаморфозы показателя. При этом от анаморфированных изображений требуется максимально возможное сохранение взаимного расположения территориальных единиц, их формы и др.

Задача нахождения анаморфозы сводится к задаче нахождения решения уравнения:

$$\frac{\partial U}{\partial x} \cdot \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\partial U}{\partial y} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} = (p(x,y))/p$$

для которого пара $[U(x,y), V(x,y)]$ определяет взаимно однозначное преобразование.

Применение анаморфоз вызвано необходимостью разработки специальных методов визуализации и анализа, возможностью исследования структуры системы как единства компонентов при одновременном учете разнообразных параметров, возможностью рассматривать временные изменения как отдельные срезы процесса или явления.

Построение анаморфозных карт нами осуществлялось в среде ArcGIS 10 при помощи набора инструментов «Cartograms». Он предоставляется пользователем бесплатно через сервис <http://arcscripts.esri.com/>.

Методика построения анаморфоз заключается в следующем. В проект необходимо загрузить векторный слой, который будет являться источником построений. В среду ArcToolbox добавляется новый набор инструментов «Cartograms» и запускается инструмент «Create a cartogram (Gastner-Newman method)». В качестве параметра выбирается атрибутивное поле векторного слоя на основании которого и строится анаморфоза.

Нами, при выполнении настоящего проекта, были построены анаморфические карты Республики Беларусь, отражающие следующие экологические показатели:

- площадь особо охраняемых природных территорий;
- валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- заготовка вторичных материальных ресурсов;
- образование производственных отходов;
- удаление производственных отходов;
- наличие на предприятии производственных отходов;
- забор пресной воды;
- использование воды питьевого качества на производственные нужды;
- потери воды при транспортировке.

В качестве примера можно привести карту образования и удаления производственных отходов по областям Республики Беларусь в 2013 году (рис. 1).



Рис. 1. Карта образования (слева) и удаления (справа) производственных отходов по областям Беларуси в 2013 году

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

М.А. Митько

студентка магистратуры кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Н.В. Жуковская

старший преподаватель кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Прогнозирование – важнейшее проявление хозяйственно-организационной функции государства. Предварительным этапом планирования выступает разработка научных прогнозов. Прогнозирование является необходимой предплановой работой. Разработка прогнозов динамики и использования земель является неотъемлемой составной частью землеустройства как вида деятельности по управлению земельными ресурсами и регулированию земельных отношений. В современных условиях прогнозирующая система должна функционировать на базе информационных технологий, обеспечивающих автоматизацию процессов сбора, анализа и хранения данных о земельных ресурсах.

Целью настоящего ГИС-проекта явилось необходимость проанализировать возможности ГИС-технологий для составления прогноза использования земельных ресурсов. В качестве исходных материалов были использованы данные «Отчета о наличии и распределении земель» по форме 22-зем Барановичского района за период с 2003 по 2012 гг. Прогноз на 2013-2020 гг. был рассчитан с помощью скрипта «FutureArea», написанного на языке Python. В качестве прототипа использован скрипт, разработанный для прогнозирования численности населения штата Техас и находящийся в свободном доступе на официальном сайте компании ESRI (<http://arcscripts.esri.com/>).

В качестве исходных данных для прогнозирования была использована таблица в формате csv, в которой каждая строка содержала название вида земель, отчетного года и площади в гектарах (рис. 1). Расчеты производились с помощью метода линейной регрессии, одного из наиболее широко используемых методов в прогнозировании. Скрипт рассчитывал линейную зависимость площади по каждому виду земель и года учета и определял наиболее вероятное значение площади на заданный период прогноза (рис 2). После проведения вычислений таблица с результатами строилась автоматически (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F
1	пахот-ных,2003,79407					
2	пахот-ных,2004,79977					
3	пахот-ных,2005,79990					
4	пахот-ных,2006,80800					
5	пахот-ных,2007,81076					
6	пахот-ных,2008,81326					
7	пахот-ных,2009,81980					
8	пахот-ных,2010,82116					
9	пахот-ных,2011,81967					
10	пахот-ных,2012,80697					
11	залеж-ных,2003,1150					
12	залеж-ных,2004,1149					
13	залеж-ных,2005,1150					
14	залеж-ных,2006,0					
15	залеж-ных,2007,0					

Рис. 1. Фрагмент таблицы исходных данных по видам земель Барановичского района

```
def regress(X, Y):
    sumx = sumy = sumxx = sumyy = sumxy = 0.0
    for x, y in zip(X, Y):
        sumx += x
        sumy += y
        sumxx += x * x
        sumyy += y * y
        sumxy += x * y
    n = len(X)
    det = sumxx * n - sumx * sumx
    slope = (sumxy * n - sumx * sumy) / det
    intercept = (sumxx * sumy - sumxy * sumx) / det
    for year in range(2013, 2018):
        area = slope * year + intercept
    #
    print int(area), ", ",
    for year in range(2018, 2019):
        area = slope * year + intercept
    print int(area)
```

Рис. 2. Фрагмент скрипта «FutureArea»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	AREA	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	F2013	F2014	F2015	F2017	F2018	F2019	F2020
2	пахот-ных	79407	79977	79990	80800	81076	81326	81980	82116	81967	80697	82132	82337	82543	82749	82955	83161	83366
3	залеж-ных	1150	1149	1150	0	0	0	0	0	0	0	-459	-606	-752	-898	-1045	-1191	-1337
4	исполь- зуемых под посто-янные культуры	2156	2168	2128	2128	2106	2091	2102	2098	2099	1868	1983	1963	1943	1923	1903	1883	1863
5	луговых	34511	33985	33987	34327	34193	34090	33356	32767	32643	30765	31721	31405	31088	30772	30455	30139	29822
6	лесных земель государст-венного лесного фонда	71964	72110	72109	72085	70931	70850	70823	70822	70862	70718	70319	70135	69952	69768	69585	69402	69218
7	древесно-кустарни- ковая раститель-ность	4210	4217	4263	4288	5146	5293	5710	5800	5839	6844	6835	7149	7462	7776	8090	8404	8717
8	под боло-тами	4982	4887	4880	4880	4750	4392	4301	4342	4339	3771	3901	3783	3665	3546	3428	3310	3191
9	под водны- ми объ-ектами	2438	2416	2420	2420	2421	2426	2444	2501	2503	2553	2525	2537	2550	2563	2576	2589	2602
10	под доро-гами и другими транс-портными путями	4560	4567	4580	4579	4629	4731	4727	4722	4777	4694	4787	4811	4835	4859	4882	4906	4930
11	под улицами	1459	1459	1457	1457	1572	1573	1575	1583	1582	1536	1609	1625	1640	1656	1671	1686	1702
12	под застрой-кой	3718	3674	3681	3681	3752	3815	3780	3794	3802	3537	3729	3730	3732	3733	3734	3735	3736
13	нарушенных	82	83	84	84	71	82	99	99	255	359	257	280	303	327	350	373	396
14	неис-пользуе-мых	9184	9147	9122	9122	9167	9091	8801	8804	8779	8547	8611	8545	8479	8412	8346	8280	8214
15	других	592	574	574	574	611	665	727	784	785	869	859	893	926	960	994	1027	1061

Рис. 3. Фрагмент итоговой таблицы с результатами прогноза динамики земельного фонда

При анализе итоговой таблицы видно, что имеется возможность получения некорректных данных (отрицательная площадь залежных земель). Поэтому их в дальнейшем необходимо приравнять к нулю.

Полученные результаты позволяют выявить особенности динамики земельного фонда района. Можно отметить, что, при сохранении существующих тенденций, количество пахотных земель будет увеличиваться, площадь лесных земель будет постепенно сокращаться (рис. 4). Из негативных тенденций можно отметить увеличение площади нарушенных земель (рис. 5).

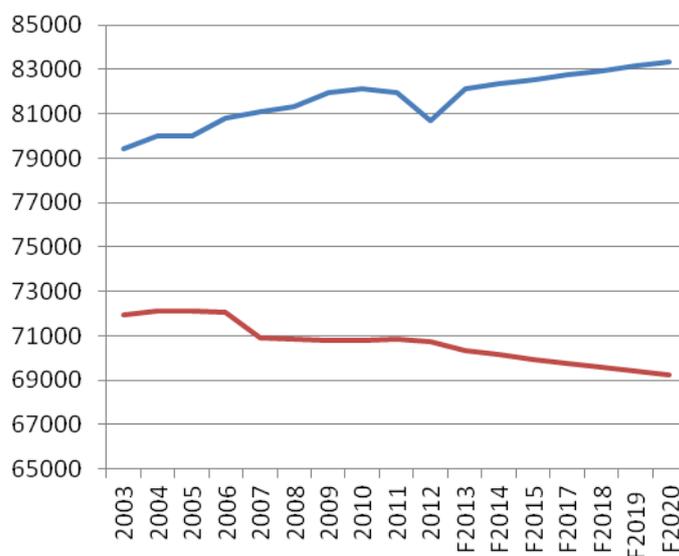


Рис. 4. Динамика площади пахотных (показаны синим) и лесных (красным) земель (га)

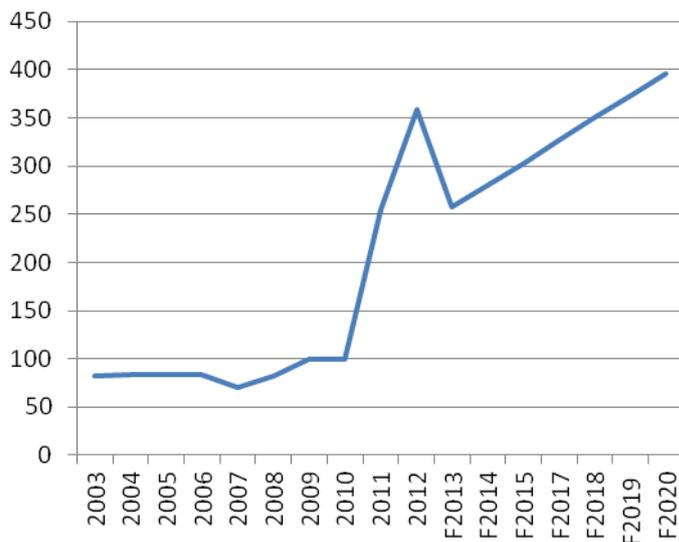


Рис. 5. Динамика площади нарушенных земель (га)

Таким образом, разработанный нами скрипт может применяться для построения прогноза динамики земельного фонда районов и областей Республики Беларусь. В дальнейшем, при помощи ГИС ArcGIS данные прогноза могут быть интегрированы с картографической информацией и использованы при анализе структуры земельного фонда и ее перспективном планировании.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНОЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ ГЕОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ ПОЛЕССКОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ПРОВИНЦИИ К СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ НАГРУЗКАМ)

И.М. Плескацевич

студент 5-го курса кафедры физической географии
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

С.М. Токарчук

к.г.н., доцент, доцент кафедры физической географии
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

В современных географических исследованиях в связи с постоянно ухудшающимся состоянием окружающей среды большое внимание уделяется проведению геоэкологических исследований. Основным направлением современных геоэкологических исследований в белорусской научной школе является проведение оценочных исследований. Однако, объектом исследований и территориальными оценочными единицами в большинстве научных работ выступают административные территории (страны, административные области, районы и др.). Использование природных геосистем (единиц природного районирования, бассейнов рек, ландшафтов и т.д.) в качестве объектов исследования происходит достаточно редко. Это связано с наличием значительного количества проблемных ситуаций возникающих при проведении подобных исследований. В первую очередь, наибольшую проблему вызывает получение необходимых данных для проведения оценочных исследований. Этот процесс является весьма трудоемким и сложным, поэтому выполнение подобных работ практически невозможно без использования ГИС-технологий.

В настоящей работе рассматриваются методические подходы и особенности применения ГИС-технологий при проведении геоэкологических оценочных исследований, объектами которых выступают природные геосистемы. Работа проводится на примере оценки устойчивости почв Полесской ландшафтной провинции к сельскохозяйственным нагрузкам.

Под устойчивостью почвы понимается ее свойство сохранять нормальное функционирование и структуру, несмотря на разнообразные (физические, химические, биологические) внешние воздействия [1]. Оценка устойчивости почвенного покрова районов Полесской ландшафтной провинции к сельскохозяйственным нагрузкам определяется на основании критериев, указанных в табл. 1. В основу оценки положены данные, определяющие уровень деградации почв и их предрасположенности к проявлению таких явлений как эрозионные процессы, заболачивание почвы, наличие торфяных почв, особенно маломощных, гранулометрический состав, антропогенная

преобразованность. Данный подход основан на методических разработках белорусских и российских ученых [2, 3, 4]. Переход от натуральных показателей к балльным осуществляется таким образом, чтобы наилучшим характеристикам соответствовал наивысший балл.

Табл. 1. Структура, критерии и показатели оценки устойчивости с/х почв

<i>Критерий</i>	<i>Показатель</i>	<i>Сокращение</i>
Эродированность почв	Удельный вес эродированных сельскохозяйственных земель	Э
Гранулометрический состав почв	Удельный вес сельскохозяйственных почв суглинистого механического состава	С
Наличие торфяных почв	Удельный вес торфяных сельскохозяйственных почв	Т
Заболоченность почв	Удельный вес заболоченных сельскохозяйственных почв	З
Антропогенная преобразованность почв	Удельный вес антропогенно-преобразованных сельскохозяйственных почв	А-П

Данные представленные в методической таблице можно получить несколькими путями. Во-первых, все эти показатели рассчитаны для территорий административных районов и находятся в справочной литературе [5]. Во-вторых, они могут быть получены на основе картографического материала, используя например, карты почвенного покрова разных масштабов (в первую очередь – на уровне сельскохозяйственных предприятий) и некоторые другие.

При оценке территорий природных геосистем наиболее приемлемым является второй вариант. Однако, когда оценочной территорией выступает очень большая территория (в данном случае большая по площади ландшафтная провинция), данный способ является весьма трудоемким и занимает много времени (в первую очередь на оцифровку крупномасштабных карт).

Для расчета показателей устойчивости почв к сельскохозяйственным нагрузкам в данном исследовании было принято решение получить данные по ландшафтным районам путем пересчета статистических данных по административным районам. Данный способ несет определенный уровень погрешности в результаты исследования, однако, встречается в оценочных работах и является приемлемым при изучении больших по площади территорий. Для получения необходимых данных был проведен ГИС-анализ положения Полесской ландшафтной провинции по отношению к административно-территориальному делению Беларуси (рис. 1).

Полесская ландшафтная провинция находится в пределах 4 областей: Брестской, Гомельской, Минской и Могилевской (рис. 3). Наибольшую часть занимает Гомельская область – 53,7%, минимальную часть занимает Могилевская область – 0,21%. Полесская ландшафтная провинция находится на территории 37 административных районов, из которых 21 район находится полностью в пределах провинции, 16 – только частично. Полностью в пределах одного ландшафтного района находится только Столинский район, все остальные районы находятся на территории нескольких ландшафтных районов.

Максимальное количество административных районов расположено в Житковичско-Василевичском ландшафтном районе – 10, минимальное количество в Тереховском и Прибугский районах – по 2. Петриковский, Калинковичский и Речицкий административные районы расположены в пределах трех ландшафтных районов, а Житковичский и Пинский – в 4. Исходя из проведенного анализа, следует, что положение административных районов в пределах большого количества ландшафтных районов приводит к значительному разнообразию природных условий, а, следовательно, усложнению природопользования и путей решения экологических проблем.



Рис. 1. Соотношение административных и ландшафтных районов Полесской провинции

На основании результатов ГИС-анализа административно-территориального деления Беларуси в пределах Полесской ландшафтной провинции была составлена таблица Excel процентного распределения административных районов в пределах ландшафтных районов (рис. 2). Далее, была составлена таблица для пересчета статистических данных по административным районам на уровень ландшафтных районов (рис. 3).

1	2	3	4	5	6
Ландшафтный район	Район Тад	Область Тад	Га	км2	%
42	Кобринский	Брестская	1607,959	16,07959	0,955044
42	Жабинковский	Брестская	6238,164	62,38164	3,705147
42	Брестский	Брестская	25566,06	255,6606	15,18492
42	Пружанский	Брестская	8431,195	84,31195	5,007694
42	Каменецкий	Брестская	126521,5	1265,215	75,1472
43	Березовский	Брестская	26531,87	265,3187	4,622846
43	Ивановский	Брестская	25238,31	252,3831	19,96774
43	Кобринский	Брестская	184911,8	1849,118	95,98541
43	Жабинковский	Брестская	61889,01	618,8901	12,55761
43	Дрогичинский	Брестская	101493,8	1014,938	21,40557
43	Малоритский	Брестская	91101,36	911,0136	10,08351
43	Брестский	Брестская	61616,57	616,1657	18,73251
43	Пружанский	Брестская	19333,53	193,3353	5,353563
43	Каменецкий	Брестская	1813,157	18,13157	0,733173
44	Малоритский	Брестская	44309,92	443,0992	35,05658
44	Брестский	Брестская	82085,53	820,8553	64,94342
45	Березовский	Брестская	10295,3	102,953	5,344162

Рис. 2. Фрагмент таблицы Excel «Соотношение административных и ландшафтных районов»

1	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ландш	Э	Д	С	Т	З	А-П	С/Х уро		Э	Д	С	Т	З	А-П	С/Х, ра
2	42	2244	75590	1208	21107	70756	7422	106131	21,43119	721,9178	11,53693	201,5811	675,7509	70,88337	1013,598
3	42	1000	26216	1205	2651	29163	1114	41985	37,05147	971,3413	44,64702	98,22345	1080,532	41,27534	1555,606
4	42	3422	36858	429	4392	31376	464	60839	519,628	5596,858	65,14331	666,9217	4764,42	70,45803	9238,353
5	42	6050	83755	320	26170	49100	6639	119584	302,9655	4194,194	16,02462	1310,514	2458,778	332,4608	5988,401
6	42	6071	64301	790	9293	35942	388	93311	4562,187	48320,4	593,6629	6983,429	27009,41	291,5711	70120,6
7	43	694	37396	429	10046	37166	1024	56173	32,08255	1728,759	19,83201	464,4111	1718,127	47,33794	2596,791
8	43	1505	54239	1416	9229	54593	4253	76535	300,5145	10830,3	282,7432	1842,823	10900,99	849,228	15282,31
9	43	2244	75590	1208	21107	70756	7422	106131	2153,913	72555,37	1159,504	20259,64	67915,44	7124,037	101870,3
10	43	1000	26216	1205	2651	29163	1114	41985	125,5761	3292,103	151,3192	332,9022	3662,176	139,8918	5272,313
11	43	943	943	1136	7966	43342	4370	72968	201,8545	201,8545	243,1673	1705,168	9277,602	935,4234	15619,22
12	43	868	37472	140	9424	21448	5184	46839	87,52487	3778,493	14,11691	950,27	2162,711	522,7292	4723,015
13	43	3422	36858	429	4392	31376	464	60839	641,0265	6904,429	80,36247	822,7318	5877,512	86,91885	11396,67
14	43	6050	83755	320	26170	49100	6639	119584	323,8906	4483,877	17,1314	1401,027	2628,599	355,423	6402,005
15	43	6071	64301	790	9293	35942	388	93311	44,51093	471,4376	5,792067	68,13377	263,517	2,844711	684,1311
16	44	868	37472	140	9424	21448	5184	46839	304,2911	13136,4	49,07921	3303,732	7518,935	1817,333	16420,15
17	44	3422	36858	429	4392	31376	464	60839	2222,364	23936,85	278,6073	2852,315	20376,65	301,3375	39510,93
18	45	694	37396	429	10046	37166	1024	56173	37,08848	1998,503	22,92645	536,8745	1986,211	54,72422	3001,976

Рис. 3. Фрагмент таблицы Excel для пересчета статистических данных по административным районам на уровень ландшафтных районов

С использованием полученных показателей была проведена оценка устойчивости почв провинции к сельскохозяйственным нагрузкам. Результаты исследования были представлены в виде совмещения (1) оценочной картограммы, полученной с использованием типа легенды «Цветовая шкала» и способа классификации «Равный интервал» и (2) столбчатой картодиаграммы, полученной с использованием типа легенды «Локализованная диаграмма» в ГИС ArcView 3.2. Подобная картосхема позволяет проводить подробный и сложный анализ полученных результатов, учитывая не только итоговый показатель, но и промежуточные значения (рис. 4).

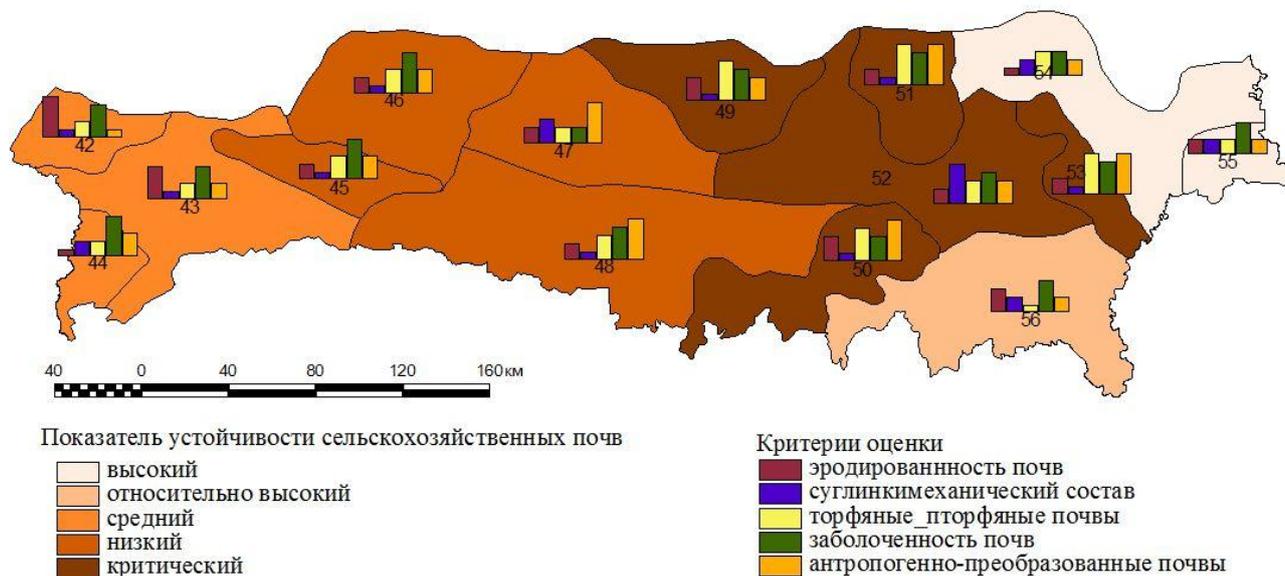


Рис. 4. Результаты оценки устойчивости почвенного покрова Полесской ландшафтной провинции к сельскохозяйственным нагрузкам

На заключительном этапе исследования с использованием функции «Слить по общему атрибуту» модуля «Мастер пространственных операций» была проведена группировка районов провинции по уровню устойчивости почв к сельскохозяйственным нагрузкам (рис. 5).

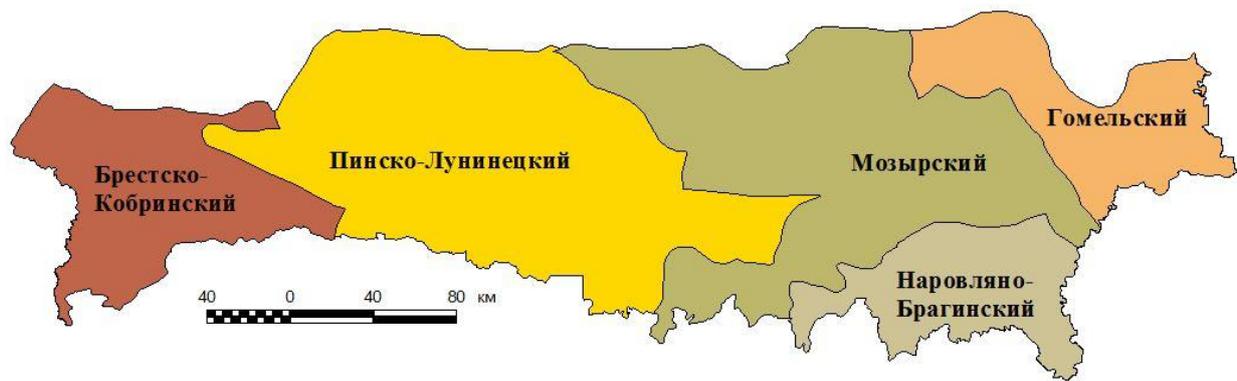


Рис. 5. Районирование территории Полесской ландшафтной провинции по результатам оценки устойчивости почвенного покрова к сельскохозяйственным нагрузкам

Согласно, проведенной группировке районов провинции по уровню устойчивости почв к сельскохозяйственным нагрузкам были выделены:

- Гомельский район высокой устойчивости почв к сельскохозяйственным нагрузкам, что обусловлено доминированием низких и невысоких значений большинства оценочных показателей;
- Наровляно-Брагинский район относительно высокой устойчивости, обусловленный низкими значениями наличия торфяных почв и невысокими – тяжелого механического состава и антропогенно-преобразованных;
- Брестско-Кобринский район со средней устойчивостью, обусловленной преимущественно высокой заболоченностью и эродированностью сельскохозяйственных почв территории;
- Пинско-Лунинецкий с низкой устойчивостью почв к сельскохозяйственным нагрузкам, обусловленный высокой степенью заболоченности территории, а также значительными площадями антропогенно-преобразованных почв;
- Мозырский район с очень низкой (критической) устойчивостью почв к сельскохозяйственным нагрузкам, обусловленный преимущественно высокими значениями показателей удельного веса торфяных, заболоченных и антропогенно-преобразованных сельскохозяйственных почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Снакин, В.В. Экологическая оценка устойчивости почв к антропогенному воздействию / В.В. Снакин, И.О. Алябина, П.П. Кречетов // Известия РАН. Серия географическая. – 1995. – № 5. – С. 50-57.
2. Агроэкологическое состояние земель сельскохозяйственного использования в Барановичском районе и мероприятия по его улучшению / Ч.А. Романовский [и др.] // Природные ресурсы. – 1998. – № 1. – С. 5-19.
3. Оценка состояния и устойчивости экосистем / В.В. Снакин [и др.]. – М.: ВНИИприрода, 1992. – 128 с.
4. Токарчук, С.М. Геоэкология : практикум / С.М. Токарчук. – Брест: БрГУ, 2011. – 78 с.
5. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практическое пособие / Г.И. Кузнецов [и др.]; под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.

ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.В. Лещенко

студент 4-го курса кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

М.А. Гуцаки

студент 3-го курса кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

Е.В. Казяк

аспирантка, преподаватель кафедры геодезии и картографии
географического факультета
Белорусского государственного университета

Сельское хозяйство является важной отраслью экономики Республики Беларусь. Агропромышленная политика государства направлена на то, чтобы сделать эту отрасль высокоэффективной и высокорентабельной. По данным НПЦ по земледелию НАН Беларуси одной из причин недостаточной продуктивности земледелия являются несоблюдение научно обоснованного чередования культур в полях севооборотов. Это ведет к снижению плодородия почвы, возрастанию потребностей во внесении азотных удобрений, удорожанию защитных мероприятий и, как следствие, к снижению урожайности и увеличению себестоимости растениеводческой и животноводческой продукции.

В связи с этим важным условием проведения эффективной аграрной политики является наличие достоверной и актуальной информации о видовой структуре сельскохозяйственных посевов. На уровне отдельных сельскохозяйственных предприятий основным источником информации о состоянии сельскохозяйственных земель и выращиваемых культурах являются книги истории полей. Однако содержащаяся в них информация о культурах текущего года и их предшественниках не может быть признана полностью достоверной, т.к. такие книги опираются только на предоставленные агрономами данные и в силу различных причин часто бывают искажены. Такую информацию предпочтительно иметь в систематизированной, сопоставимой и наглядной форме – в виде сельскохозяйственных карт. Однако низкий уровень картографического обеспечения многих хозяйств затрудняет пространственную привязку информации из книги полей к конкретному полю и не позволяет эффективно следить за динамикой посевов.

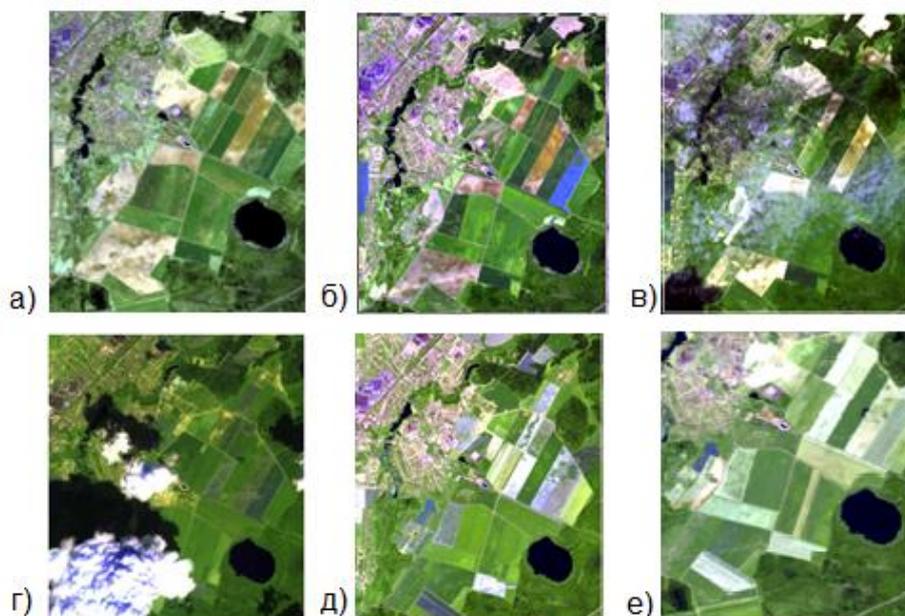
Мировой опыт свидетельствует о том, что одним из наиболее эффективных источников информации о структуре и состоянии сельскохозяйственных посевов являются данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Так, например, данные ДЗЗ широко используются Департаментом

сельского хозяйства США, разработаны системы сельскохозяйственного мониторинга в ЕС (проект MARS), России, Казахстане (система космического мониторинга МСК РК), Китае (CHARMS), Украине и других странах [1, 4]. Начаты работы по внедрению ГИС и ДЗЗ в аграрный сектор Беларуси [2, 3].

В связи с вышесказанным были проведены экспериментальные исследования по картографированию видовой структуры посевных площадей одного из сельскохозяйственных предприятий Смолевичского района Минской области.

В качестве исходных данных ДЗЗ использовалась серия разновременных мультиспектральных изображений, полученных со спутника Landsat 8, для которого характерно наличие панхроматического канала с пространственным разрешением 15 метров и 8 спектральных каналов с разрешением 30 метров. Периодичность съемки одного и того же участка местности составляет 16 дней.

Подбор снимков производился при помощи сервиса USGS. Благодаря тому, что участок исследований имеет относительно небольшую площадь (9 799 га) и при этом находится в зоне перекрытия двух полос съемки (Path 183 /Row 22 и Path 184 /Row22) на территорию исследования был составлен архив из 12 снимков Landsat 8 за период с 23 марта по 30 августа 2014 (рис. 1).



а) 24.04. 2014 г.; б) 19.05.2014 г.; в) 26.05.2014 г.;
г) 06.07.2014 г.; д) 22.07.2014 г.; е) 14.08.2014 г.

Рис. 1. Фрагменты изображений из серии разновременных космических снимков Landsat 8 (комбинация каналов 7-5-3) на исследуемую территорию

Экспериментальные исследования проводились для десяти сельскохозяйственных культур, произрастающих в хозяйстве – озимая пшеница, озимый тритикале, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, овес, зернобобовые, гречиха, кукуруза, рапс и многолетние травы.

Значительное количество материалов ДЗЗ позволило проанализировать особенности отображения посевов на космоснимках в зависимости от фазы вегетации и провести дешифрирование культур в первом приближении для

отдельных групп (озимые, яровые и многолетние травы), а затем на более детальном уровне (отдельно по каждой культуре).

На первом этапе работ в программном пакете ArcGIS была создана векторная карта полей, составленная на основе картографических материалов хозяйства, векторного слоя видов земель ЗИС района и данных онлайн-сервисов (GooglEarth, Яндекс-карты и др.).

После чего была проведена радиометрическая калибровка снимков, их атмосферная коррекция и созданы синтезированные мультиспектральные изображения на район работ.

Обработанные изображения были помещены в среду ГИС для их дальнейшего анализа. Для визуального дешифрирования видового состава полей были изучены различные варианты комбинаций спектральных каналов. В результате чего приоритет был отдан комбинации 7-6-4 (2.11– 2.29 мкм; 1.57 – 1.65 мкм; 0.53 – 0.59 мкм), что обусловлено использованием зон спектра наиболее чувствительных к распознаванию растительности и ее отображением в цветах, близких к натуральным.

Основным индикатором для дешифрирования сельскохозяйственных культур являются фенологические особенности развития культур в течение сезона вегетации, от которых зависит объем биомассы и поглощательная способность фитопигментов (хлорофилла, каротиноидов и др.) и, как следствие, спектральная отражательная способность посевов.

Исходя из этого, для исследуемых культур был составлен фенологический календарь их развития, включающий также информацию о датах посева и сбора урожая. В результате сопоставления информации о фазах и особенностях отображения культур на космических снимках были установлены периоды максимального различия кривых спектральных яркостей и определены наиболее оптимальные сроки для распознавания посевов отдельных культур.

Так, не вызвало затруднений дешифрирование по космическим снимкам различных видов озимых культур. Оптимальной для распознавания посевов рапса является вторая половина мая, что обусловлено специфическим цветом культуры в период цветения. Ярко-желтый окрас позволяет проводить как визуальное, так и автоматизированное дешифрирование со 100% точностью.

В этот же период (вторая декада мая) наблюдаются расхождения в ходе спектральных яркостей озимой пшеницы, озимой ржи и тритикале. Стоит отметить, что созревание рапса и озимой пшеницы начинается раньше, чем у ржи и тритикале, что также хорошо отражается на снимках второй декады июля.

Оптимальным временем для картографирования по космическим снимкам кукурузы является период с третьей декады мая до конца второй декады июня, когда у кукурузы проходит период роста листьев и стебля (фаза вытягивания стебля). После перехода в следующую фазу развития (метелкование) различия в отражательной способности кукурузы начинают постепенно сглаживаться с яровыми зерновыми.

Посевы многолетних трав хорошо поддаются картографированию по космическим изображениям, для этого достаточно проанализировать снимки за конец апреля и конец июля.

Зернобобовые имеют те же сроки сева и сбора урожая, что и яровые зерновые. Поэтому отделить их в весенний период от группы яровых затруднительно. Однако небольшие различия в отображении на космоснимке должны наблюдаться в период цветения зернобобовых (первая декада июня). На практике данное утверждение не удалось проверить в полной мере, т.к. участки, занятые зернобобовыми культурами были закрыты облаками.

Гречиха относится к группе поздних яровых культур и имеет специфические особенности развития. В мае она отображается на снимках так же, как и все яровые культуры, однако во второй половине июля данная культура переживает фазу цветения и затвердевания плода, которые сопровождаются изменением окраса (бурый цвет), что также влияет на ее спектральную отражательную способность. Также посевы гречихи можно отделить от остальных зерновых по снимкам конца августа - начала сентября, что обусловлено поздним сроком сбора культуры (10-15 сентября).

Хуже всего различаются между собой яровая пшеница, ячмень и овес. Близкие даты сева и сбора урожая не позволяют провести достоверное видовое дешифрирование культур в весенний период или в конце сельскохозяйственного сезона. Начиная с середины мая у данной группы зерновых отмечается активный рост (фазы кущения, выхода в трубку, колошения), сопровождающийся накоплением биомассы, при этом растения имеют схожий ярко-зеленый цвет. В этот период культуры наиболее близки по своим оптическим свойствам и их трудно различить по спектрам отражения.

Полученные результаты легли в основу второго этапа исследований, по автоматизированному распознаванию культур. Для снимков за даты 19.05.2014 г. и 22.07.2014 г. были составлены картограммы индекса NDVI, проведены контролируемая и неконтролируемая классификации. По результатам автоматизированного дешифрирования составлена карта структуры земель за 2014 год, которая отражает реальную структуру посевных площадей хозяйства (рис. 2).

В результате ее сопоставления с данным из книги истории полей хозяйства был выявлен ряд несоответствий общей площадью 395 га, обнаружено 120 га неучтенных посевов различных культур.

Полученные в результате исследования рекомендации по выбору оптимальных сроков съемки для распознавания и картографирования различных видов культур по космическим снимкам Landsat 8 могут быть использованы для картографирования посевов других хозяйств Минской области. Что обусловлено схожими агроклиматическими условиями (нахождение в пределах Центральной агроклиматической области) и, как следствие, несущественными различиями в фенологическом развитии культур и схожими сроками посадки и сбора урожая.

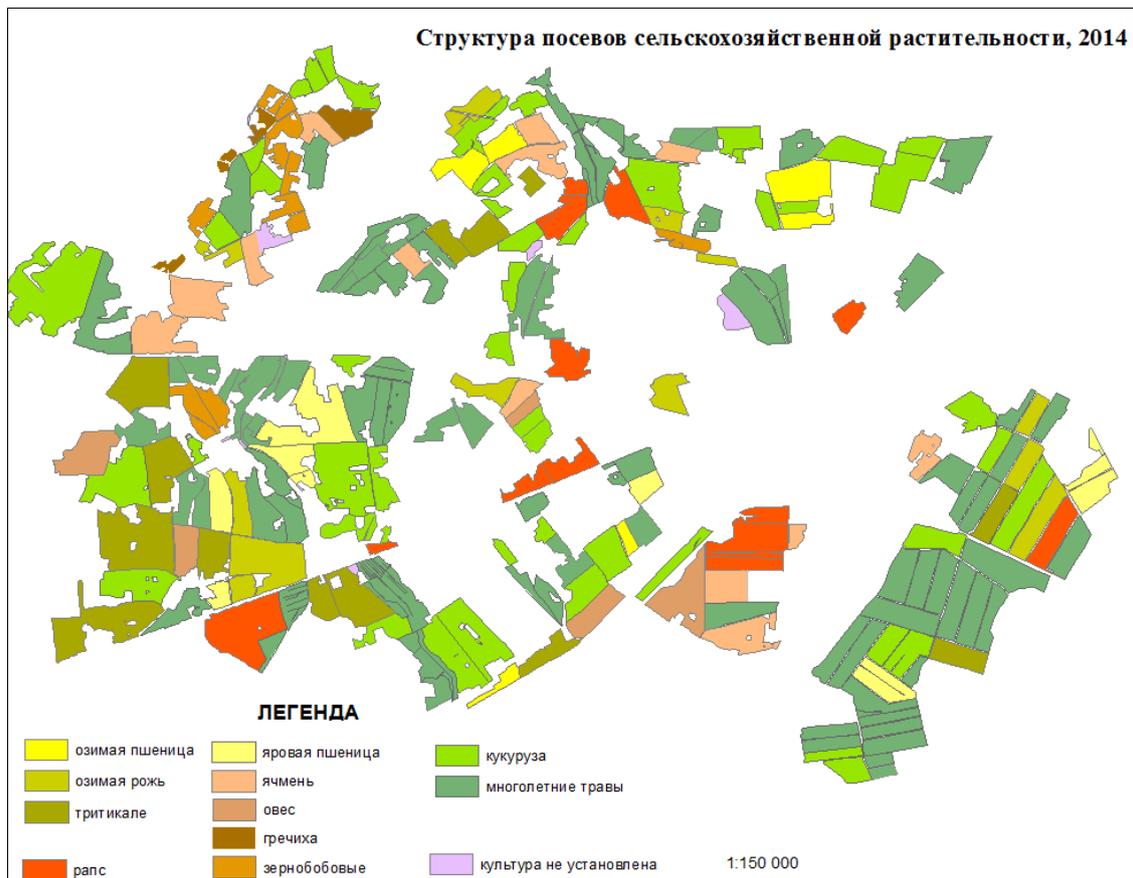


Рис. 2. Карта видовой структуры посевов сельхозрастительности, составленная на основе спутниковых изображений Landsat 8 (за 2014 год)

Проведенные исследования также наглядно демонстрируют, что создание карт на основе дистанционных материалов является надежным источником получения объективной, непредвзятой информации о структуре посевов. А наличие серии таких карт за разные годы позволит контролировать соблюдение севооборотов, давать рекомендации по выращиванию определенных видов культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мышляков, С.Г. Системы космического мониторинга сельскохозяйственных земель ЕС, США, Китая / С.Г. Мышляков // Геоматика. – 2012. – № 2. – С. 87-89.
2. Золотой С.А. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Взгляд из космоса / С.А. Золотой, И.В. Лямшева // Геоматика. – 2011. – № 2. – С. 77-79.
3. Мышлякоў, С.Г. Картаграфаванне пасаваў сельскагаспадарчых культур па касмічным здымкам для унутрыгаспадарчага землеўпарадкавання і аўтарскага нагляду / С.Г. Мышляков // Земля Беларусі. – 2012. – № 1. – С. 52-56
4. Барталев, С.А. Исследования и разработки ИКИ РАН по развитию методов спутникового мониторинга растительного покрова / С.А. Барталев, Е.А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования из космоса. – 2013. Т. 10. – № 1. – С. 197-214.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛИНЕАМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРОВЛИ ОСНОВНЫХ ГОРИЗОНТОВ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА БЕЛАРУСИ СРЕДСТВАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

М.А. Барковец

студентка 5-го курса кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Линеаментный анализ – эффективный комплекс геоморфологических, геологических, дистанционных и других методов геологического картирования и мониторинга опасных геологических процессов [1]. Базовыми объектами анализа являются линеаменты. В настоящее время геологи под линеаментами понимают линейные неоднородности земной коры и литосферы разного ранга, протяженности, глубины и возраста заложения, которые проявлены на земной поверхности прямо (разрывами) или опосредованно, геологическими и ландшафтными аномалиями [2]. Многие линеаменты являются погребенными разломами складчатого фундамента или флексурными и трещинными зонами осадочного чехла [3]. В настоящем исследовании проведено выделение линеаментных полей структурных поверхностей кровли основных горизонтов осадочного чехла Беларуси.

Для построения структурных поверхностей кровли основных горизонтов осадочного чехла использовалась база данных (БД) геологических скважин на территорию Беларуси, импортированная из среды Microsoft Access в среду ArcGIS. Используя имеющиеся данные скважин по глубинам, при помощи набора инструментов Spatial Analyst, в среде ArcGIS 10 были построены структурные грид-поверхности (размером ячейки 500x500 м), моделирующие кровли основных горизонтов осадочного чехла Беларуси. Получившиеся поверхности, формата ESRI Grid, импортировались в среду ГИС Geomatica (разработчик – PCI Geomatics, Канада). Для идентификации линеаментов в автоматическом режиме в среде данного программного продукта нами был использован инструмент растрового ГИС-анализа – LINE. В результате были получены векторные линейные слои, представляющие собой линеаментные поля основных горизонтов осадочного чехла (рис. 1-3).

Кроме того, в исследовании был проведен анализ пространственной дифференциации и ориентации выделенных линеаментов с сетью установленных геологическими, геофизическими и другими методами разломов кристаллического фундамента и осадочного чехла.

Выполненный анализ позволил выявить ряд закономерностей в изменении линеаментного поля осадочного чехла Беларуси:

- тенденцию к увеличению количества линеаментов с приближением к современной поверхности рельефа (рифей – 288, современный рельеф – 535);
- уменьшение значений максимальных и средних длин линеаментов от кровли рифея (130 км; 21,8 км) к поверхности современного рельефа (91,6 км; 15,2 км) (рис. 4);
- «движение» максимальных значений плотности линеаментов от юго-восточной части Беларуси (рифей – силур) к юго-западной и центральной (девон – триас), а затем северной и восточной границе территории (юра – современный рельеф);
- сохранение прямой корреляции (около +1) линеаментов осадочного чехла всех рассматриваемых периодов и разломов кристаллического фундамента в центральной и южных частях Беларуси. Также следует отметить, что с приближением к поверхности современного рельефа характерно увеличение площадей с высокими корреляционными значениями в восточной и северо-восточной частях страны;
- основные направления разломов кристаллического фундамента наследуются линеаментами палеогена, неогена и современного рельефа. Следует отметить схожесть рисунка роз-диаграмм кристаллического фундамента и линеаментов современного рельефа Беларуси по отдельным тектоническим структурам.

Дальнейшие направления исследований нам видятся в применении данных автоматизированного линеаментного анализа при поиске и разведке месторождений полезных ископаемых. Как пример, было проведено визуальное сопоставление рисунков линеаментов кровли девонских отложений с картой известных месторождений нефти на территории Припятского прогиба (рис. 5). В результате проведенного анализа были установлены определенные закономерности в распространении и ориентации линеаментов и нефтяных месторождений.

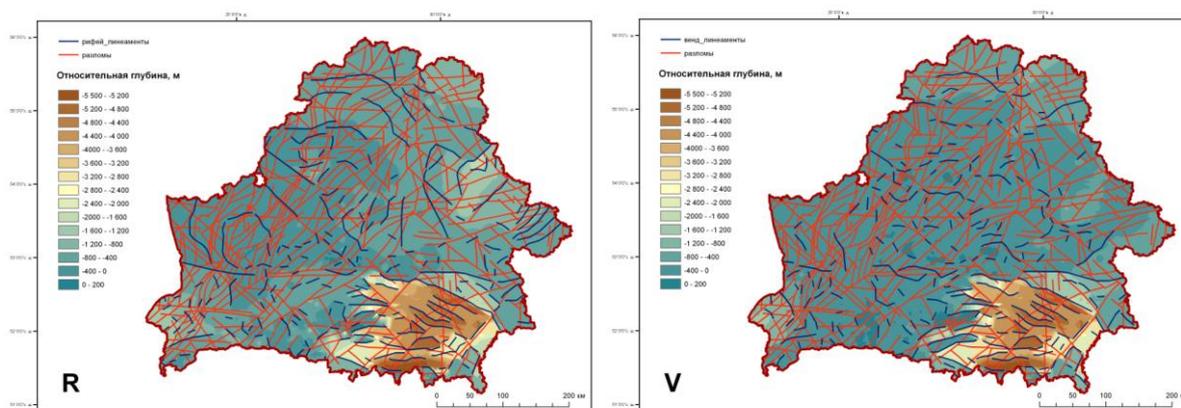


Рис. 1. Линеаменты, выделенные по структурным гريد-поверхностям кровли рифейских и вендских отложений

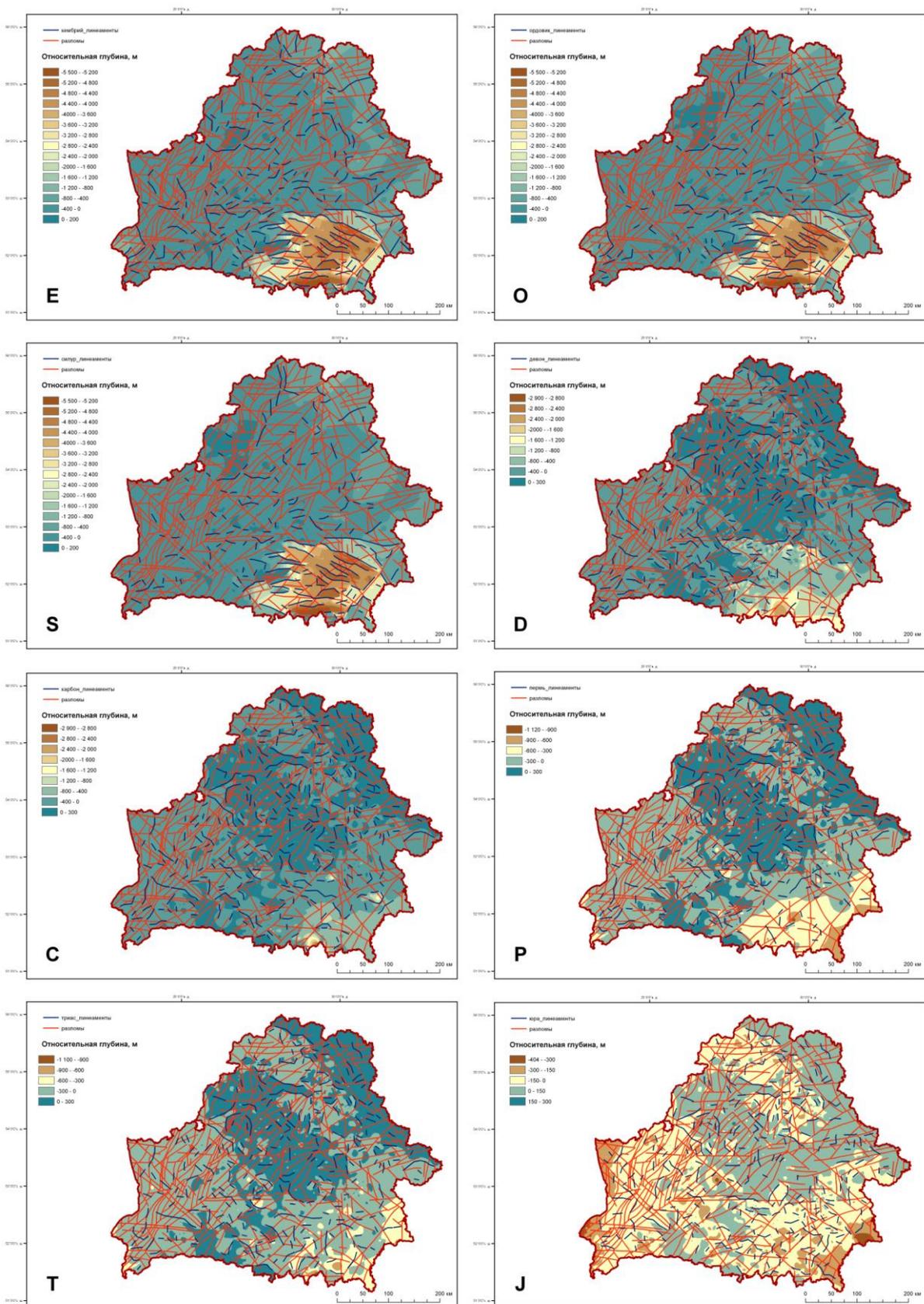


Рис. 2. Линеаменты, выделенные по структурным-grid-поверхностям кровли кембрийских, ордовикских, силурийских, девонских, каменноугольных, пермских, триасовых и юрских отложений

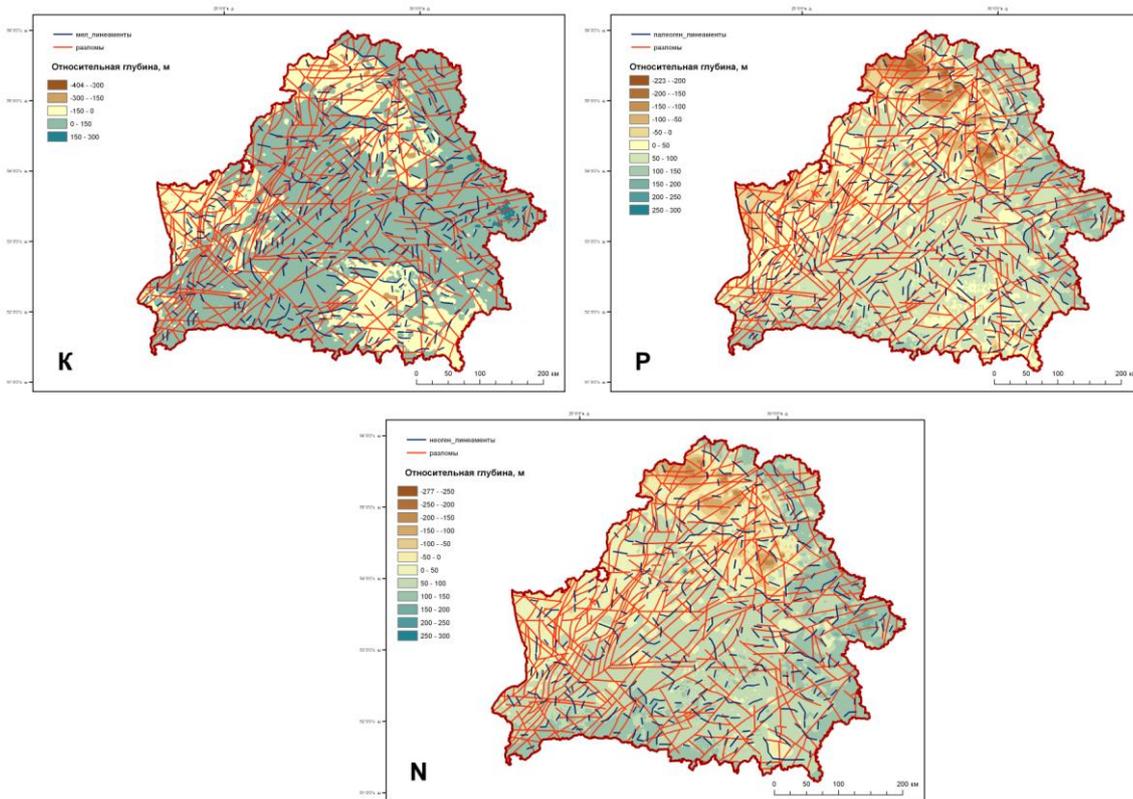


Рис. 3. Линеаменты, выделенные по структурным поверхностям кровли меловых, палеогеновых и неогеновых отложений

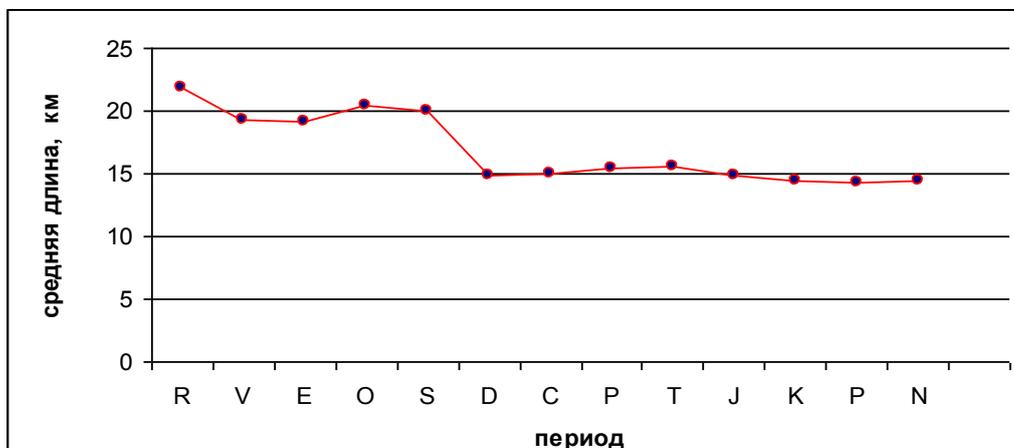
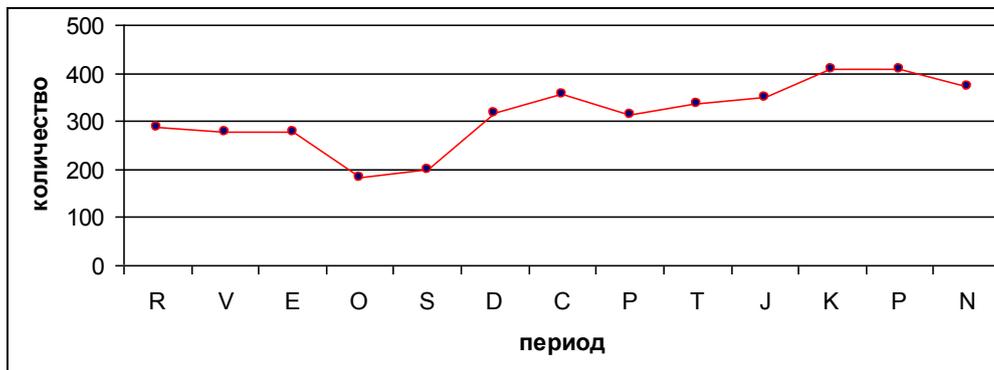


Рис. 4. Графики изменения количества и средней длины линеаментов по геохронологическим периодам

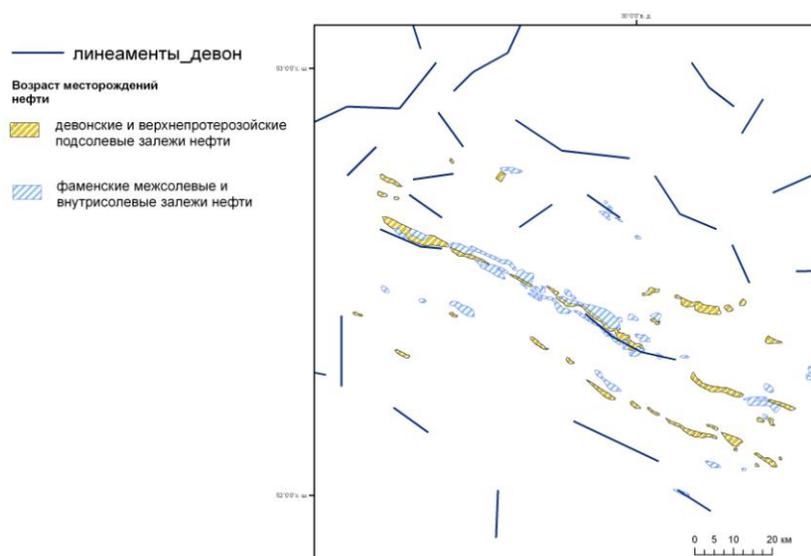


Рис. 5. Карта расположения нефтяных месторождений Припятского прогиба и линеаментов, выявленных в кровле девонских отложений

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев, А.В. Линеаменты территории Беларуси / А.В. Матвеев, Л.А. Нечипоренко. – Минск: Ин-т геологич. наук НАН Беларуси, 2001. – 124 с.
2. Нечипоренко, Л.А. Линеamentная сеть как индикатор глубинного строения территории Белоруссии / Л.А. Нечипоренко, Л.С. Вольская // Эффективность аэрокосмических методов в изучении недр Белоруссии и охране геологической среды: Сб. ст. – Минск: БелНИГРИ, 1988. – С. 22–25.
3. Разломы и линеаменты земной коры Беларуси [Электронный ресурс] – <http://innosfera.org/node/483>.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

А.С. Скачкова

аспирант кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Мониторинг, периодические наблюдения, выявление изменений – все эти виды исследований получили новый импульс и направление развития с распространением данных дистанционного зондирования (ДДЗ): расширились возможности как оперативного мониторинга, так и ретроспективного анализа. Самый длинный ряд (для спутников природно-ресурсного назначения) наблюдений сформирован спутниками серии Landsat и начинается с 1972 г., несколько уступают им архивы SPOT (1986 г.) и MODIS (1999 г.). Сам факт

использования протяженных временных рядов ДДЗ в исследованиях ландшафтов следует рассматривать как применение одного из традиционных методов ландшафтных исследований – хронологического. Вкупе с материалами наземных измерений, ДДЗ представляют собой эффективный инструмент отслеживания состояния и изменения различных компонентов ландшафта и самого ландшафта как такового.

Возможность использования ДДЗ в качестве основы для мониторинга основывается на установленной взаимосвязи между свойствами наблюдаемых объектов и закономерностями их отображения на снимке (что выражается в различных количествах отражаемой электромагнитной радиации, регистрируемой сенсором). Таким образом, некоторые изменения состояния объектов могут быть обнаружены при изменении характера отражения.

Необходимо различать развитие и динамику ландшафта: развитие трактуется как необратимое, направленное и закономерное изменение объектов, обусловленное взаимодействием внешних факторов. Динамика же понятие более широкое – это совокупность всех процессов развития природно-территориальных комплексов (ПТК), как вызывающих процессы обратимые и необратимые, ритмичные и неритмичные, закономерные или случайные [1]. Таким образом, под динамикой ландшафта в данном случае подразумевается направленное усложнение структуры ландшафта, обусловленное его генетическим инвариантом (природным и хозяйственным), в пределах которого возможна трансформация некоторых ландшафтных элементов и компонентов. Обе категории изменения могут реализоваться через состояния и смены ПТК. Состояния соответствуют различным по продолжительности интервалам времени (суточным, годовым, многолетним) в существовании ландшафта, тогда как его компоненты относительно стабильны. В зарубежной литературе для обозначения этой характеристики ландшафта применяют термин «modification» – поступательные изменения, влияющие на некоторые свойства ландшафта, без изменения его места в используемой классификационной схеме. Смена ПТК подразумевает полную замену комплекса, что может быть вызвано изменениями внешних условий и выражается в необратимой модификации его компонентов. Это понятие полностью совпадает с применяемым у зарубежных авторов «conversion» – смена, обращение [2, 3].

При работе с ДДЗ часто использует довольно формальное определение изменения ПТК: смена спектральных либо пространственных свойств объекта наблюдения [3]. Это определение ориентировано на техническую сторону вопроса обнаружения изменений, однако подчеркивает то, что с помощью ДДЗ могут быть зарегистрированы различные типы динамики ландшафта. Не все изменения, выявление которых потенциально возможно, одинаково важны для исследователя. Наиболее простыми для обнаружения являются именно состояния ландшафта с различными характеристиками, в отличие от многолетних трендов, ведущих в итоге к смене ландшафта, хотя оба эти явления могут выступать предметом исследования. Поэтому понимание природы происходящих изменений включает не только их обнаружение, но и

правильный анализ и осмысление. Ввиду всего выше сказанного, не следует приравнивать анализ изменений к анализу динамики ландшафта.

Различные обзоры выделяют до 11 методов выявления изменений по ДДЗ [2-5]. Все эти способы ограничены в достоверности пространственным, временным, спектральным разрешением данных, что может отражаться на результатах анализа. Более того, различные алгоритмы могут дать значительное расхождение результатов, поэтому выбор правильного алгоритма напрямую влияет на достоверность выходной информации.

Традиционно методы делятся на две группы: ориентированные на работу с двумя снимками и серией снимков. Кроме того, в силу принципиально различных подходов, можно выделить методы, основанные на анализе изменений по исходным снимкам и по тематическим продуктам (результатам тематического дешифрирования).

Табл. 1. Характеристика изменений, регистрируемых различными методами

<i>Метод</i>	<i>Тип изменений</i>	<i>Характер изменений</i>	<i>Продолжительность изменений</i>
Разностные изображения	смены и состояния	резкие и поступательные	сезонные и долгосрочные
Относительные изображения	смены	резкие	долгосрочные
Преобразование цветового пространства	смены и состояния	резкие и поступательные	сезонные и долгосрочные
Векторный анализ изменений	смены и состояния	резкие и поступательные	сезонные и долгосрочные
Мультивременные композитные изображения	состояния	поступательные	сезонные
Постклассификационный анализ	смены	резкие	долгосрочные

При сравнении состояния ландшафта по двум снимкам целью является установление изменений, произошедших за определенный временной интервал. При этом существенное значение имеют календарные даты съемки: это необходимо для нивелирования эффектов различных условий съемки (высоты Солнца, вегетационных фаз), увлажнения и температуры. Обычно прибегают к выполнению съемки в наиболее «стабильные» сезоны: летом и зимой, или же в характерные моменты вегетации. Временной интервал для выявления изменений зависит от объекта наблюдений: это может быть несколько месяцев или даже недель для диагностики состояния сельскохозяйственных культур, и до 15 лет для мониторинга восстановления лесов после рубок.

Создание разностных изображений. Метод состоит в вычитании яркости пикселей старого изображения из нового. Во избежание отображения различных изменений равными значениями, разницу значений пикселей делят на их сумму [4]. Обязательными условиями при использовании этого метода являются радиометрическая коррекция данных и точное совпадение географической привязки. Для анализа могут использоваться как отдельные

съёмочные каналы, так и индексные изображения. Полученное разностное изображение обычно отображается с помощью цветовой таблицы и анализируются все значения, кроме нулевых (неизменных). Метод является наиболее простым и очевидным решением при поиске изменений, тем не менее, он показывает высокую достоверность результатов. Особенностью является неизбежность анализа всех типов и масштабов изменений, попавших на снимок.

Создание относительных изображений. Метод схож с предыдущим, однако вычисляется отношение интересующих каналов разновременных снимков. Пиксели без изменений имеют значение 1, остальные – выше или ниже.

Преобразование цветового пространства разновременных данных. Используются преобразования главных, независимых компонент (РСА/ІСА) и Tasseled Cap в применении к серии снимков. Сложность использования этих методов заключается часто в невозможности найти однозначную физическую интерпретацию результатов без дополнительного анализа исходных изображений.

Векторный анализ изменений состоит из нескольких шагов: преобразовании Tasseled Cap сегментации компонент brightness и greenness на однородные группы пикселей. Далее анализируется поведение этих групп (скорость движения и направление) в спектральном пространстве. Это один из первых методов автоматического выявления и характеристики изменений [4].

Создание мультивременного композита подразумевает синтез цветного изображения из нескольких, полученных схожими съёмочными системами на одну и ту же территорию. Часто применяется для быстрого поиска рубок, гарей и иных повреждений в лесных массивах. Анализ таких мультивременных «стеков», полученных в течение одного года, позволяет дешифровать различные типы растительности, основываясь на знаниях об особенностях их развития на протяжении вегетационного периода. Поэтому композитные изображения могут использоваться и как основа для ландшафтного дешифрирования. Недостатком метода является сложность в интерпретации полученных изображений и необходимость в большом количестве классов (как стабильных, так и динамичных) при распознавании.

При методе *сравнения результатов классификации (постклассификационный анализ)* данные за разные даты дешифрируются независимо, однако в одной классификационной схеме. Использование этого метода не требует тщательной радиометрической калибровки и, при правильном выборе классификационной схемы, позволяет избежать артефактов и несущественных колебаний состояния ландшафта. Существенным недостатком является зависимость точности итогового распознавания изменений от точности классификации: при значительных ошибках в исходных данных, точность результатов оказывается неприемлемо низкой.

Анализ временных серий изображений состоит в сравнении развития во времени различных индикаторов состояния ландшафта, получаемых по снимкам. Изменением считается отклонение динамики пикселя от нормального

(среднего, оптимального) хода развития. Такой подход позволяет обойти проблему тщательного подбора снимков, рассматривая изменения спектральных свойств объектов во времени, но требует значительно большего количества данных, собираемых на постоянной основе. В настоящий момент основным ограничением его применения для исследований мелче регионального масштаба является низкое пространственное разрешение данных с высоким временным разрешением.

Стоит отметить, что перекрестная проверка методов, основанных на анализе двух и серии снимков [3], показывает существенное статистическое совпадение результатов. Кроме того, для достижения оптимального результата, на различных масштабах (временных и территориальных) может быть использована совокупность описанных методов [6]. Обзор применения различных методов при исследованиях динамики геосистем показывает, выбор метода большей частью обусловлен прикладными аспектами работы, чем его достоверностью [2-9].

Выявления изменений площадей земельных угодий, как основного индикатора динамики природно-антропогенных ландшафтов нами было выполнено на примере тестового участка в Белорусском Поозерье.

Рассматриваемая территория (площадью 3276 км²) расположена в центральной части Витебской области, охватывает Полоцкий и Россонский районы. Преобладающая часть занята Полоцкой озерно-ледниковой низиной с еловыми, сосновыми и мелколиственными лесами на дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почвах; в ее пределах протекает р. Зап. Двина. С севера участок обрамляет Освейская краевая ледниковая гряда с сосновыми и мелколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах; с юга – Ушачская ледниковая возвышенность с холмисто-моренно-озерным рельефом, еловыми и мелколиственными лесами на дерново-подзолистых, реже – дерново-подзолистых заболоченных почвах. Конфигурация участка определяется его расположением на стыке двух треков Landsat (рис. 1).

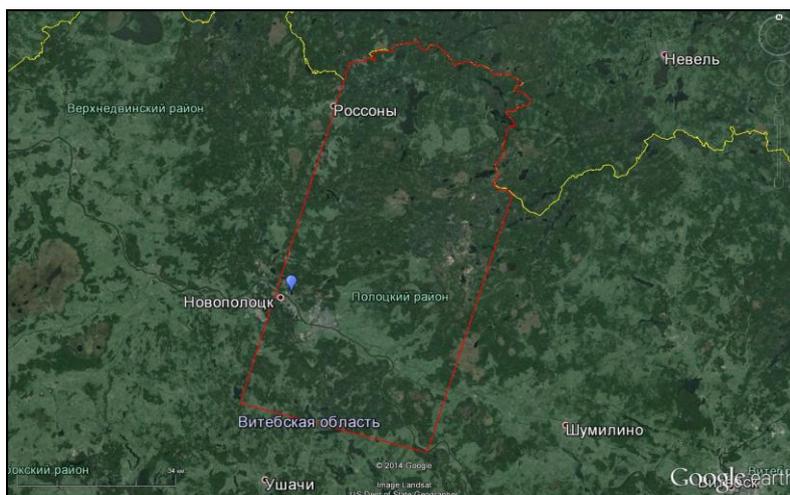


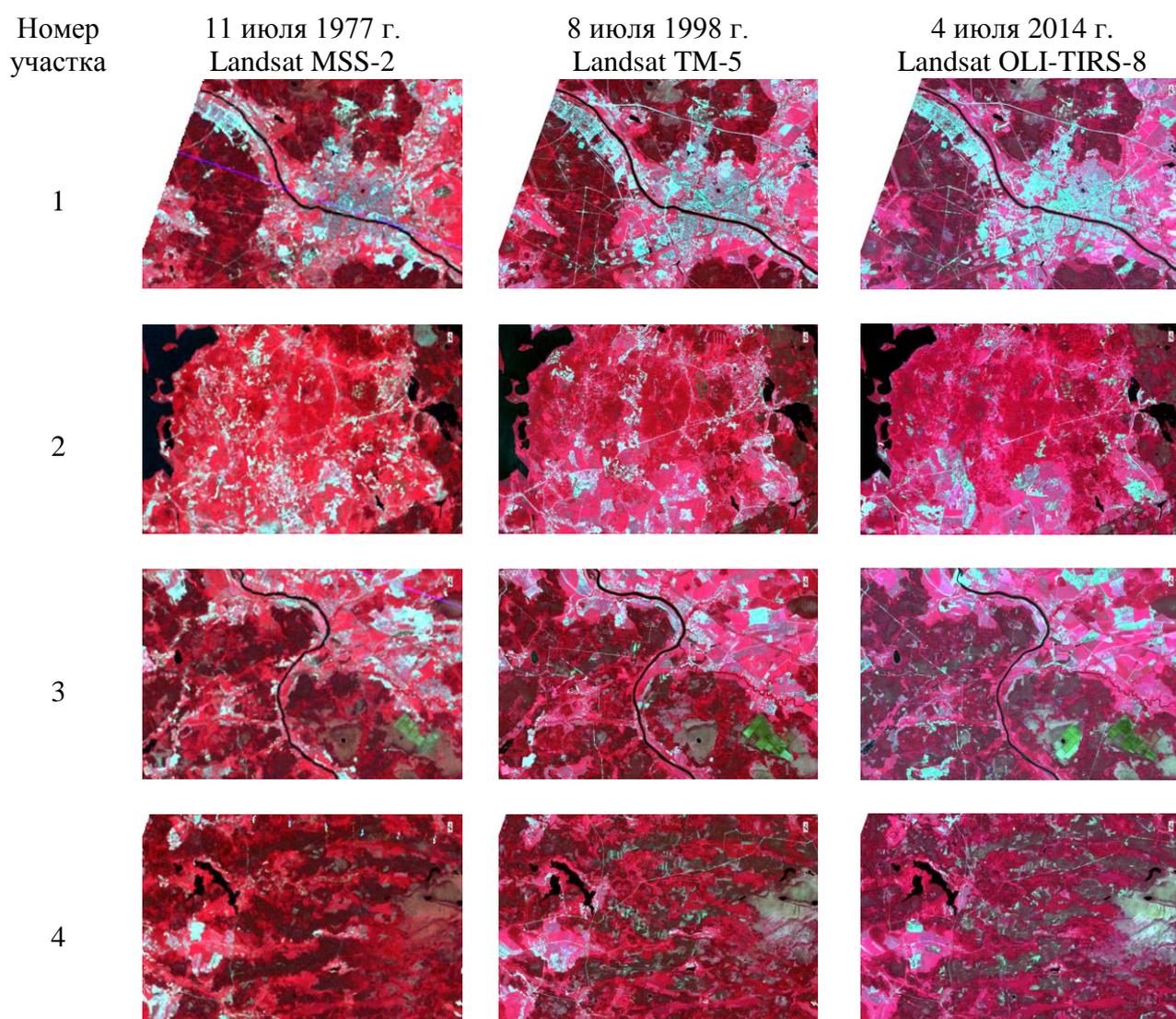
Рис. 1. Территория исследования

Территория была выбрана как пример ландшафта, испытавшего сильную антропогенную нагрузку в недавнем времени. Так, в марте 1958 г. было

принято решение о строительстве на левом берегу Западной Двины комплекса по нефтепереработке, он занял место сразу нескольких деревень: Троицкая, Дручаны, Шпинькова, Дачевщина, Новики, Зуи и другие. Строительный поселок возник на месте семи деревень – Слобода, Середома, Плаксы, Василевцы, Подкастельцы, Дуброво, Козина; он получил название Новополоцк и областное подчинение. Позже в 5-ти километровой зоне от города были построены химический комбинат (1968 г.), завод белково-витаминных концентратов (1978 г.); в черте города – завод «Измеритель» (1979 г.), хлебозавод (1990 г.).

Таким образом, в пределах участка можно ожидать нижеследующие типы изменений (рис. 2). *Смены:*

- переход земель сельскохозяйственного назначения, лесного фонда под застройку (переход лес/пашня/луга → застроенные земли);



1 – расширение застроенных территорий; 2 – рубки и восстановление леса, изменения севооборотов; 3 – заболачивание и осушение земель; 4 – рубки и восстановление лесов, заболачивание и осушение земель

Рис. 2. Участки характерных изменений

- переход земель сельскохозяйственного назначения в лесной фонд (переход пашня/луга → леса);
- заболачивание лесных и сельскохозяйственных земель (лес/пашня/луга → заболоченные земли).

Состояния:

- изменения севооборотов (переход пашня/пастбище/залежь);
- рубки и восстановление лесов (переходы между различными типами леса: хвойные/смешанные/лиственные и рубками).

Для выявления изменений использованы снимки Landsat за три даты: 11 июля 1977 г., 8 июля 1998 г. и 4 июля 2014 г. (рис. 3).

Предварительная обработка данных потребовала радиометрической калибровки, согласования пространственной привязки и экстенгов. Ниже приведены результаты выявления таких изменений различными методами.

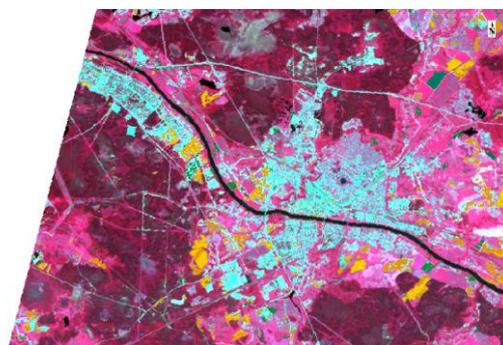
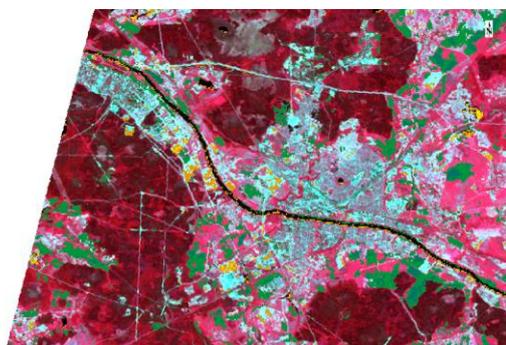
Используемые изображения получены с различных сенсоров, поэтому вычислять разницу непосредственно между каналами с разными диапазонами некорректно – использованы индексные изображения (NDVI); вычислялась нормализованная разность. *Разностные изображения* показывают одновременно смены и состояния, особенно много изменений детектируется при смене севооборотов. Так же четко дешифрируются новые площади застройки (рис. 3).

Номер участка

Изменения 1977-1989 гг.

Изменения 1988-2014 гг.

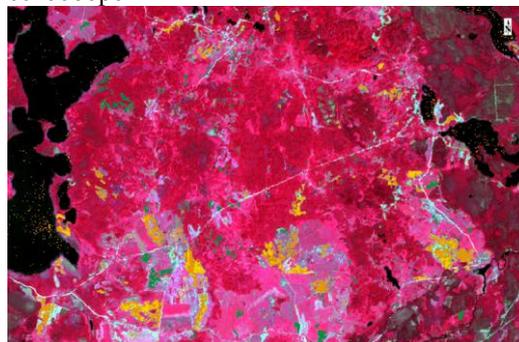
1



Смены: отдельные участки новой застройки в пределах города, восстановительные сукцессии биоценозов; *Состояния:* севообороты

Смены: участки новой застройки в пределах города, восстановительные; *Состояния:* севообороты

2

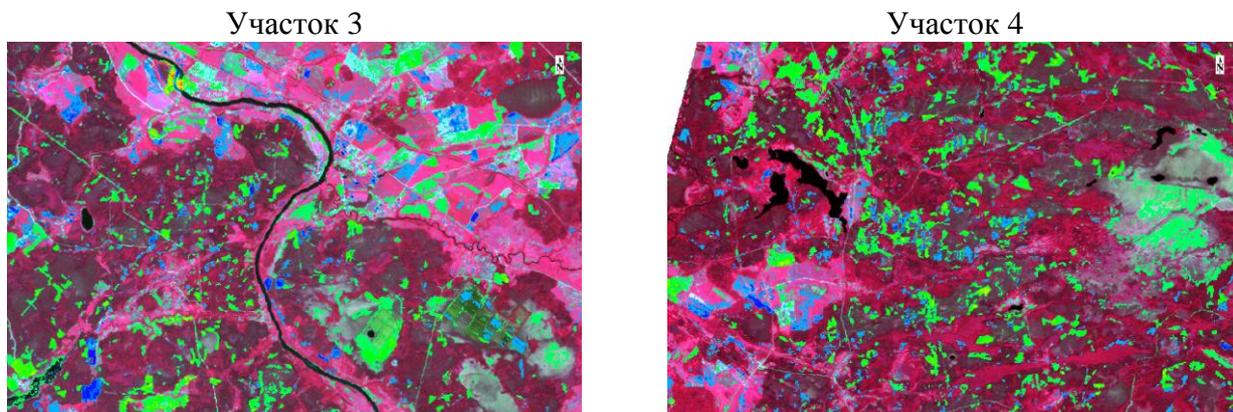


Смены: восстановительные сукцессии лесов

Смены: рост площадей пашни за счёт лесных земель

Рис. 3. Разностные изображения (оттенки зелёного соответствуют росту NDVI, желтого - уменьшению)

Установлено, что наибольшее количество информации об изменениях на снимке несут 3 и четвертая главные компоненты [3]. В отличие от предыдущего метода, полученное изображение по методу *преобразования цветового пространства* говорит только об интенсивности, а не о направленности изменений (рис. 4).



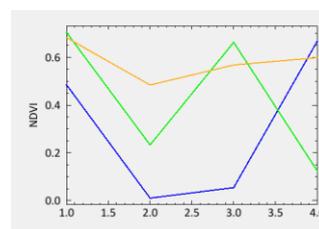
Выделяются разномасштабные изменения в структуре лесов (восстановление после рубок, изменение породного состава), а так же болотных комплексов (разработка торфяника на участке 3)

Рис. 4. Преобразование цветового пространства по методу главных компонент для изображений за 1988 и 2014 гг. (отображение в индексированных цветах соответствует экстремальным значениям в 4 компоненте)

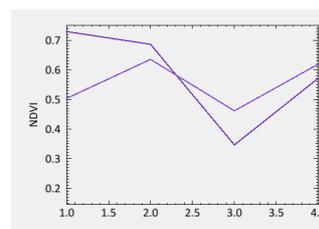
На рис. 5 приведен прием использования *мультивременного композита* для дешифрирования пахотных и луговых земель. Ход NDVI для этих типов угодий разноичен: пашня дважды в год (на момент сева и уборки) оказывается свободной от растительности ($NDVI \leq 0.025$), в то время как луга, пастбища или залежи на протяжении всего вегетационного периода покрыты растительностью.



Мультивременной композит NDVI
(R: 2014-05-19, G: 2014-06-04, B: 2014-08-07)
Оттенки желтого, зеленого и синего соответствуют пахотным землям, засеянным различными культурами, розового, серого – луговым



ход NDVI для пахотных земель



ход NDVI для луговых земель

Рис. 5. Использование мультивременного композита для разделения пахотных и луговых земель

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамай, И.И. Динамика ландшафтов: Методика изучения / И.И. Мамай. – М.: Изд-во МГУ, 1992. 167 с.
2. Wilkinson, D.W. Change Detection Techniques for Use in a Statewide Forest Inventory Program / D.W. Wilkinson, R.C. Parker, D.L. Evans // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. – ASPRS, 2008, Vol. 74, № 7. – P. 893-901.
3. Coppin, P.R. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review / P. Coppin, I. Jonckheere, K. Nackaerts, B. Muys // International Journal of Remote Sensing. – Taylor and Francis, 2004. – Vol. 25, № 9, May 2004. – P. 1565–1596.
4. Coppin, P.R. Change Detection in Forest Ecosystems with Remote Sensing Digital Imagery / P.R. Coppin, Marvin E. Bauer // Remote Sensing Reviews. – Taylor & Francis, 1996, №13. – P. 207-234.
5. Petitjeana, F. Spatio-Temporal Reasoning for the Classification of Satellite Image Time Series / F. Petitjeana, C. Kurtza, P. Gancarskia // Pattern Recognition Letters. – Elsevier, 2012. – Vol. 33, Issue 13, 1 October 2012. – P. 1805-1815.
6. Wilkinson, D.W. Change Detection Techniques for Use in a Statewide Forest Inventory Program / D.W. Wilkinson, R.C. Parker, D.L. Evans // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. – ASPRS, 2008, Vol. 74, № 7. – P. 893-901.
7. Griffiths, P. Agricultural land change in the Carpathian ecoregion after the breakdown of socialism and expansion of the European Union / P. Griffiths, D. Muller, T. Kuemmerle, P. Hostert // Environmental research letters. – IOP Publishing Ltd, 2013. – Vol.8. - №4, 2013. – P. 24-36
8. Potapov, P.V. Quantifying forest cover loss in Democratic Republic of the Congo, 2000–2010, with Landsat ETM+ data / P.V. Potapov, S.A. Turubanova, M.C. Hansen [et. al] // Remote Sensing of Environment. – Elsevier, 2012. – Vol. 122. – P. 106-116 .
9. Fichera, C.R. Land Cover classification and change-detection analysis using multi-temporal remote sensed imagery and landscape metrics / C.R. Fichera, G. Modica, M. Pollino // European Journal of Remote Sensing. – №45. –2012. – P.1-18.
10. Prishchepov, A.V. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia / A. V. Prishchepov, D. Müller, M. Dubinin, M. Baumann, V. C. Radeloff // Land Use Policy. – Elsevier, 2013. – Vol.30, 2013. – P. 873- 884.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ГИС-АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РЕЛЬЕФА И ГИДРОГРАФИИ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛОЖИНСКОГО РАЙОНА)

Б.А. Жоров

студент 5-го курса кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Исходными данными для проекта послужили топографические карты рабоче-крестьянской красной армии (РККА), изданные в 1920-1930-х гг. масштаба 1 : 100 000, а также векторные данные аналогичного масштаба, отражающие современное состояние рельефа и гидрографии Воложинского района.

Для векторизации горизонталей и гидросети было решено использовать модуль ArcScan программного комплекса ArcGIS 10. Для его работы было необходимо выделить какой-либо цветовой компонент топоосновы и перевести его в битовый вид. Для выполнения этой задачи использовался Adobe Photoshop CS6. С помощью функции замены цвета были удалены все цвета карты кроме коричневого, что позволило оставить на них только горизонтали. Затем с помощью операции Threshold растровые данные были переведены в битовый вид, который способен обрабатывать модуль ArcScan. Те же операции были проделаны и с гидросетью района.

Было решено использовать полуавтоматическую векторизацию, так как это позволяет в значительной степени автоматизировать процесс оцифровки, но, в то же время, дает возможность держать процесс под контролем, позволяя избежать возможных ошибок.

После векторизации слоев рельефа и гидрографии они были использованы для операции Raster to Raster модуля Spatial Analyst. В результате была построена GRID-модель рельефа Воложинского района на 1920-1930 гг. (рис. 1). Аналогичным образом была построена модель современного рельефа Воложинского района (рис. 2). В качестве входных данных были использованы векторы горизонталей, отметок высот и урезов воды, гидрографии.

Далее, с помощью растровой математики из современного рельефа был вычтен рельеф 1920-1930-х гг., в результате чего получился растр динамики рельефа (рис. 3), отражающий, насколько изменился рельеф Воложинского района с 1920-1930-х гг. до настоящего времени.

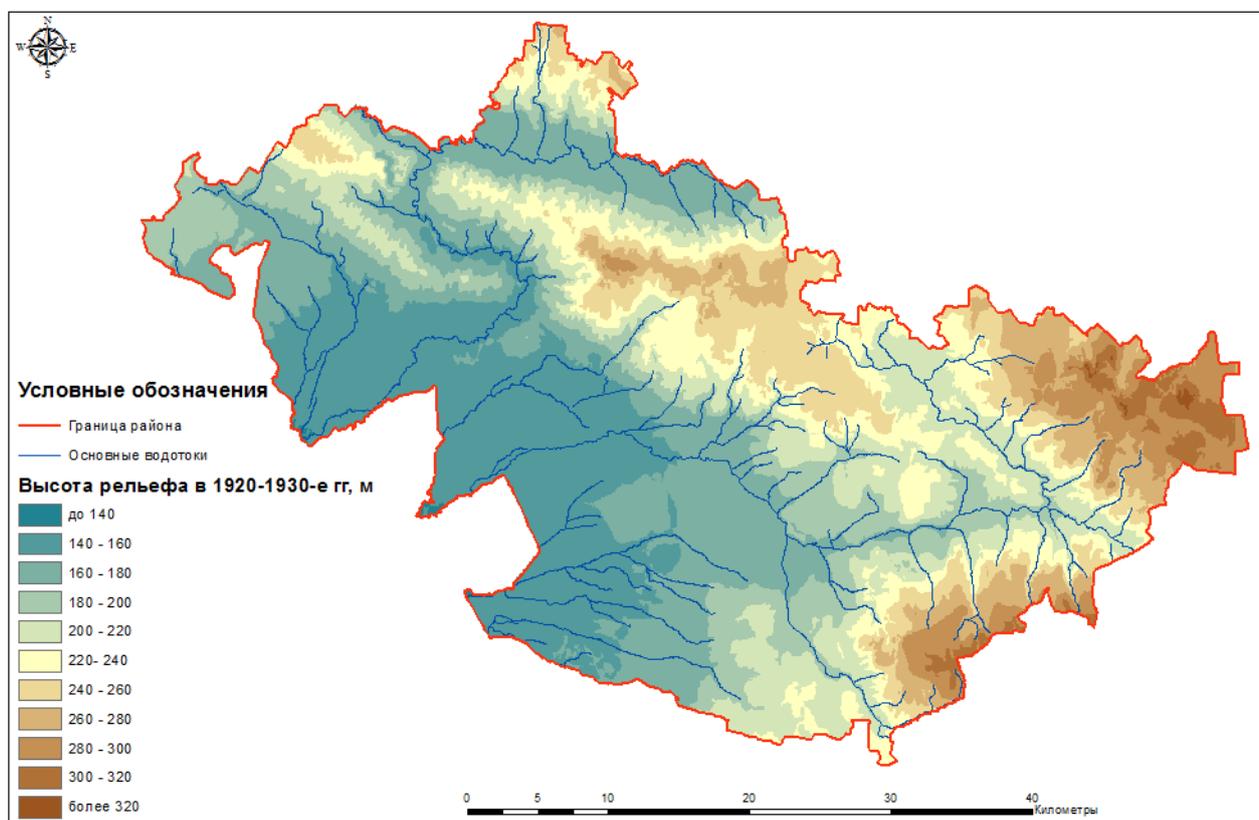


Рис. 1. Карта рельефа Воложинского района в 1920-1930-х гг.

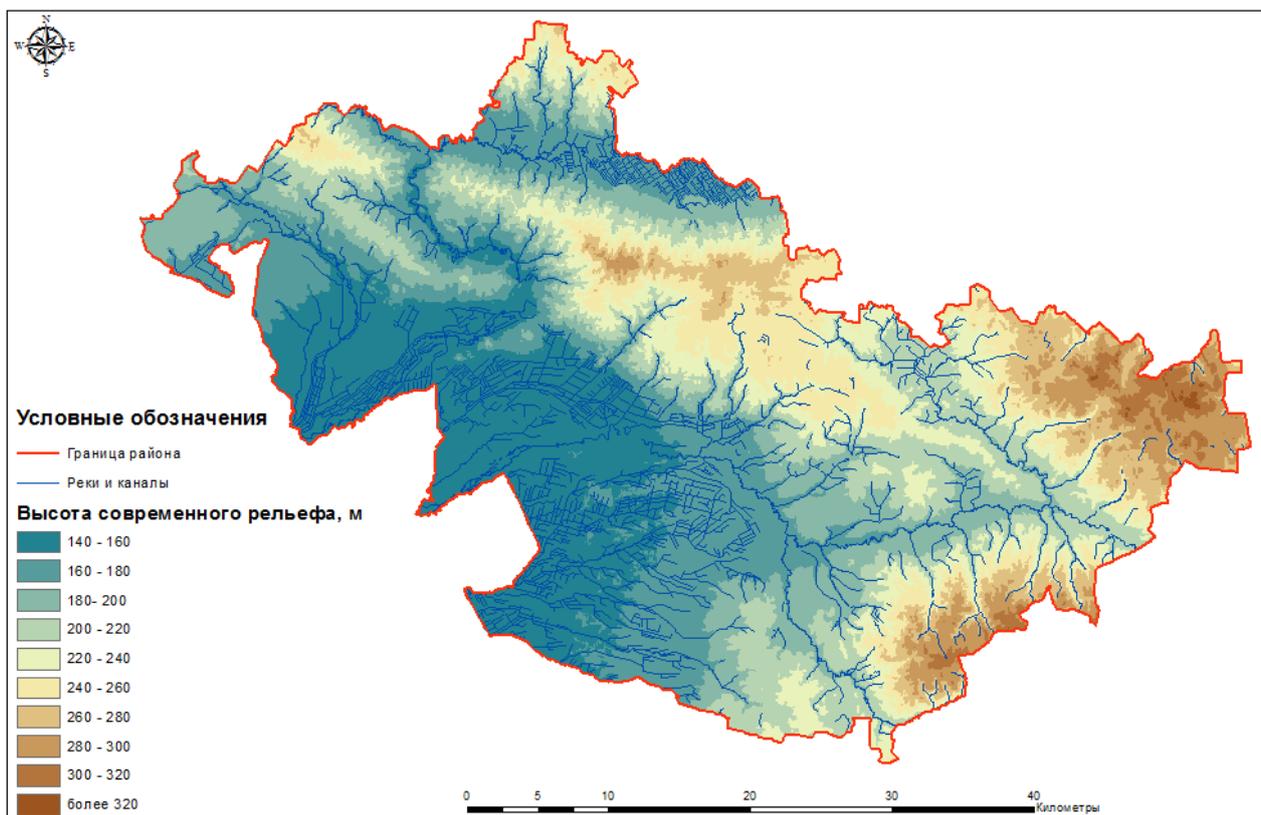


Рис. 2. Карта современного рельефа Воложинского района

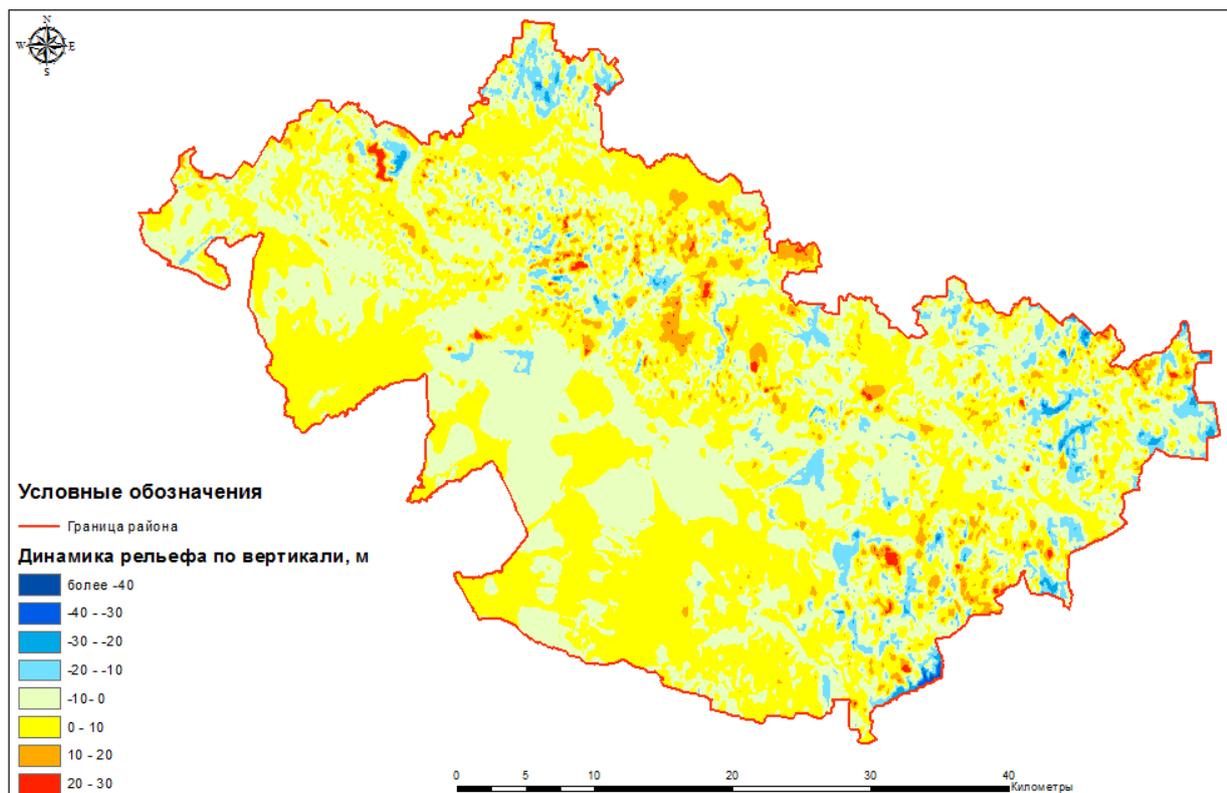


Рис. 3. Карта динамики рельефа Воложинского района

Из карты динамики рельефа видно, что он изменился за исследуемый период в пределах от -40 до 30 метров. Экстремумы развиты локально, господствует аккумуляция и денудация до 10 м.

Используя инструмент «Насыпи/Выемки» модуля 3D Analyst были рассчитаны суммарные объемы перемещенного материала. Объем денудации на территории района за период с 1920-1930-х гг. до настоящего времени составил $3,73 \text{ км}^3$, аккумуляции – $4,16 \text{ км}^3$.

Кроме рельефа в проекте был выполнен анализ динамики объектов гидрографии (рис. 4). По карте отчетливо видно изменение русел рек, а также появление большого количества каналов, что свидетельствует об интенсивной антропогенной трансформации.

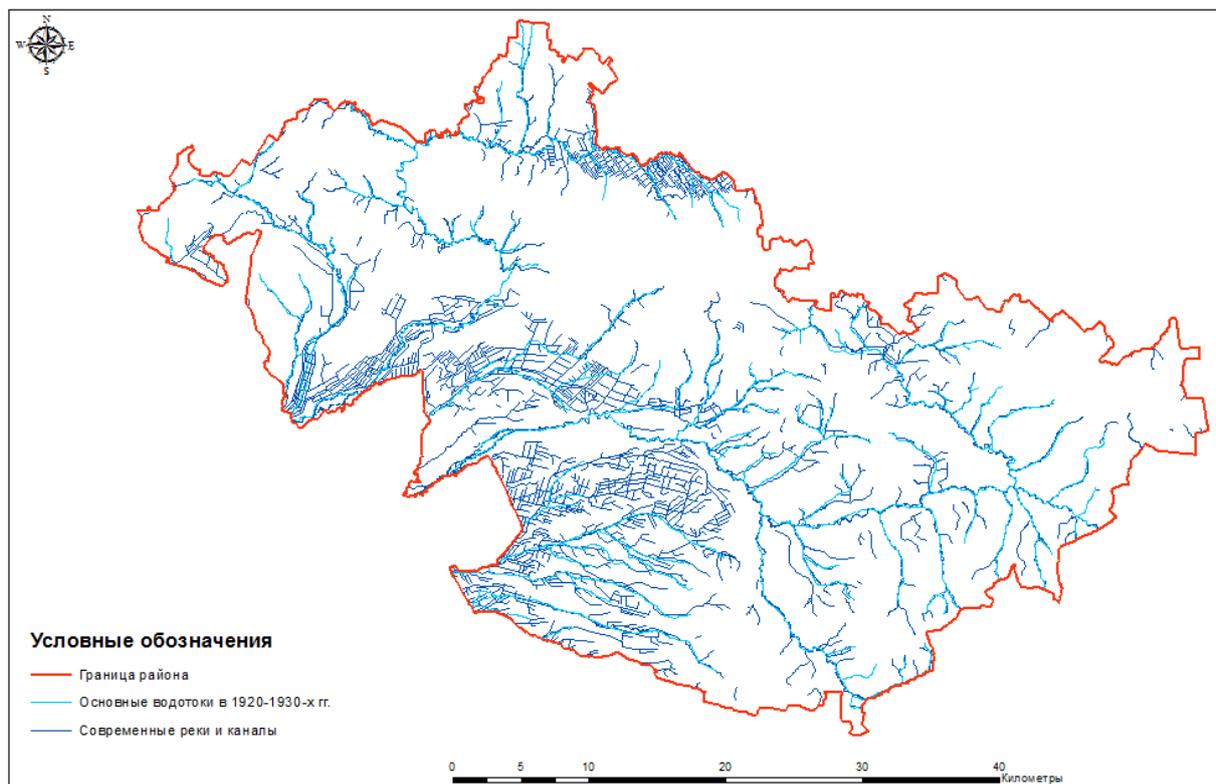


Рис. 4. Карта динамики гидросети Воложинского района

Таким образом, ГИС позволяют наглядно продемонстрировать динамику таких природных компонентов как рельеф и гидрография для последующего использования этих данных в управленческих, научных целях, а также в целях планирования и проектирования.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОБА

Ш.К. Валиева

выпускница факультета естественных наук
Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева

С.Р. Садвакасова

к.г.н., доцент, доцент кафедры физической и экономической географии
факультета естественных наук Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

Данная работа посвящена вопросам цифрового моделирования речных бассейнов. Объектом исследования является бассейн р. Оба. Теоретической

предпосылкой моделирования геополей в границах речного бассейна служит его выделение в качестве самостоятельной единицы географического пространства. Согласно Ф.Н. Милькову, русло реки и прилегающая к нему территория, с которой оно собирает поверхностный и подземный стоки, в ландшафтном плане образуют сложную природную систему – бассейновую парагенетическую систему [1]. Основной чертой этой системы является упорядоченность входящих в ее состав элементов. Особенно хорошо это видно на примере водного потока, перемещающегося от верховий к устью реки, направленности твердого стока, движущегося вначале от высших точек водораздела в долину реки, а затем вместе с русловым потоком в устье.

Территория в бассейновой модели представлена водосборными бассейнами разного порядка. Главными составляющими водосборного бассейна являются его рельеф и конфигурация сети линий стока. Рельеф выступает в качестве одного из главных факторов стока, так как форма земной поверхности определяет поведение воды. Традиционным источником данных для расчетов гидрологических параметров являются карты и результаты землемерной съемки. Альтернативный способ получения гидрологических и морфометрических характеристик водосборных бассейнов основан на цифровых представлениях поверхностей, т.е. цифровых моделях рельефа (ЦМР). Автоматизированное получение данных из ЦМР и представление их в виде производных моделей сокращают временные затраты. Такие данные менее субъективны и обеспечивают воспроизводимость результатов в отличие от традиционного «ручного» способа расчетов. Определение дренажной структуры бассейна можно также рассматривать как первый этап в создании гидрологической информационной системы [2].

Оба – правый приток Иртыша, протекает в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. Длина реки 278 км, площадь бассейна 9 850 км. Река образуется в результате слияния Черной и Белой Обы.

Восточно-Казахстанская область Республики Казахстан расположена на крайнем северо-востоке страны, в бассейне верхнего Иртыша. Большая часть территории находится в горах Алтая. Наибольшие высоты – на северо-востоке, в пределах Катунского хребта, где горы выше 4000 м [3].

Географическая информация представляется в виде серий наборов географических данных, которые моделируют географическую среду посредством простых обобщенных структур данных. ГИС включает наборы современных инструментальных средств для работы с географическими данными [4].

В ГИС для пространственных объектов используются две основные модели данных: растровая и векторная. В растровой модели территория отображается в виде совокупности регулярно организованных площадных объектов типа квадратного пиксела (pixel). Основной тип векторной модели известен как модель «спагетти».

Растровые данные являются одним из ключевых компонентов ГИС. Это могут быть спутниковые изображения, отсканированные растровые карты, цифровые модели рельефа, аэрофотоснимки, тематические изображения,

полученные в результате классификации, результаты анализа и интерполяции данных. В нашем случае растровым снимком выступает ASTER GDEM .

Инструмент Hydrology предназначен для построения водоразделов в различных участках, расположенных на территории большого региона и предоставления данных, характеризующие эти водоразделы. Если пользователю нужно только очертить и рассчитать атрибуты потоков водоразделов для небольшого числа рек, возможно, будет легче использовать другие программы, такие как ArcHydro расширения компании ESRI, гидрологический набор инструментов в ArcToolbox или программное обеспечение TauDEM [5]. Для построения водосборного бассейна приведен следующий алгоритм (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм построения водосборного бассейна

При использовании цифровой модели рельефа в качестве входных данных инструмента «Направления потока – Flow Direction» определяется направление, в котором вода вытекает из каждой ячейки. Этот инструмент использует поверхность в качестве входных данных и выдает растр, показывающий направление стока каждой ячейки.

Если сток из двух ячеек осуществляется друг в друга, они являются локальными понижениями с неопределенным направлением стока. Ячейки, которые являются локальными понижениями, определяются с помощью инструмента «Локальное понижение – Sink». Чтобы обеспечить надлежащее дренажное картирование, эти локальные понижения можно заполнить с помощью инструмента «Заполнение локальных понижений – Fill».

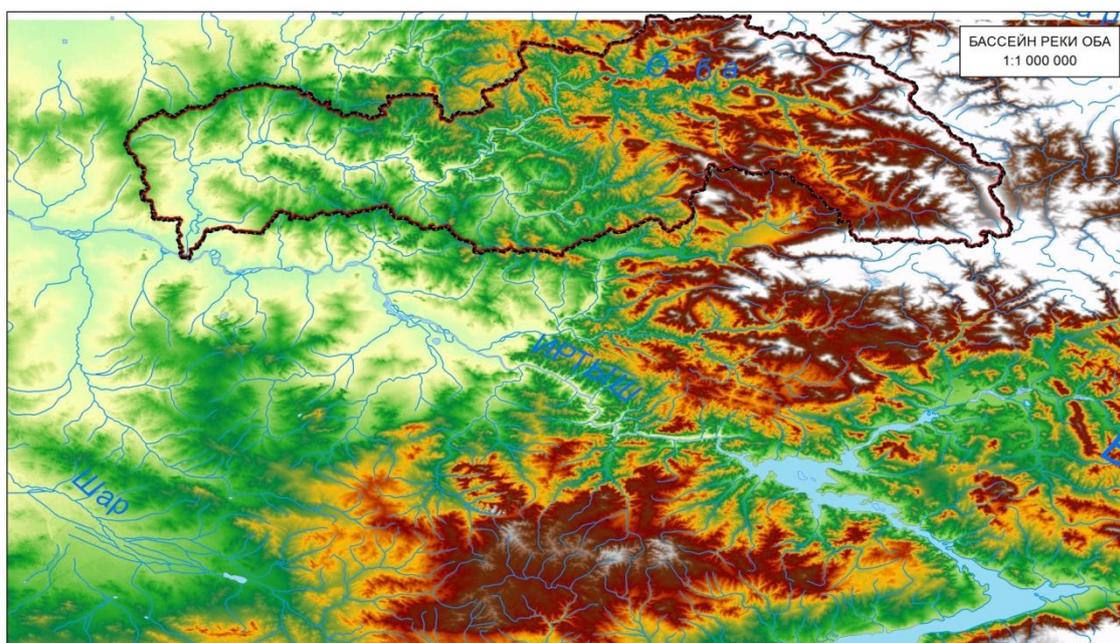
Чтобы создать сеть постоянных и временных водотоков, используется инструмент «Суммарный сток – Flow Accumulation». Далее присваиваются уникальные значения секциям растровой линейной сети, расположенным между сочленениями линий, для этого используется инструмент

«Идентификация водотоков – Stream Link». Идентифицируемые сегменты водотоков – это фрагменты дренажной сети между двумя последовательными соединениями, между соединением и устьем или между соединением и истоком.

Чтобы представить порядок каждого сегмента в сети, применяем инструмент «Порядок водотоков – Stream Order». После того как основные операции выполнены, остается определить место устья, чтобы в дальнейшем с этого пункта можно было рассчитывать водораздельный бассейн. Для этого мы используем инструмент «Привязка точки устья – Snap Pour Point». Инструмент используется для обеспечения выборки точек с высоким суммарным стоком при выделении водосборных бассейнов с использованием инструмента «Водораздел (Watershed)». Инструмент Привязка точки устья (Snap Pour Point) будет выполнять поиск ячеек с наивысшим суммарным стоком в пределах величины допуска вокруг заданных точек устьев, и сдвигать точку устья в это положение.

Инструмент «Водораздел – Watershed» определяет водосборную область, расположенную выше набора ячеек раstra. Значение для каждой водосборной области будет определено, исходя из источника во входном растре или векторных данных по точкам устьев. Когда точки устьев представлены в виде набора растровых данных, будут использованы значения ячеек. Когда точки устьев даны в виде набора точечных данных, значения будут взяты из заданного пользователем поля.

В результате выполнения данного алгоритма представляется возможным построение водосборных бассейнов различного порядка для каждого элемента гидрологической сети на основании цифровой модели рельефа исследуемой местности (рис. 2).



Границы водосборного бассейна реки Оба



Точка устья

Рис. 2. Водораздельный бассейн р. Оба

На основании вышеобозначенной методики получена зависимость предельного значения кумулятивного стока от количества водотоков-звеньев, которая справедлива для моделирования бассейнов водотоков на территории Верхнего Иртыша. Данная методика подлежит апробации при моделировании водосборных бассейнов рек на разных формах рельефа.

Таким образом, географические информационные системы находят все более широкое применение в гидрологии как для выполнения оперативных расчетов и оценки водных ресурсов, так и для изучения гидрологического режима водных объектов. Многие проблемы сбора, обработки и интерпретации данных, проектирования гидрологических сетей и подготовки предложений для принятия решений при широком использовании ГИС-технологии и персональных компьютеров могут разрешаться легче и эффективнее, чем это было до сих пор в гидрологической практике. Возможность ГИС-технологии оперативно представлять на цифровых или бумажных картах водные объекты совместно с их гидрографическими характеристиками, гидрологическими постами и данными измерений позволяет оперативно проводить автоматизированный комплексный анализ и интерпретацию материалов наблюдений для получения подробной картины происходящих процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милькоф, Ф.Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система / Ф.Н. Милькоф // География и природные ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 11-18.
2. Погорелое, А.В. Геоинформационный метод в практике региональных физико-географических исследований / А.В. Погорелое, А.Д. Салпагаров, Е.Н. Киселев, Е.В. Куркина // Тр. Теберинского заповедника. – Кисловодск, 2007. – Вып. 45. – 200 с.
3. Глазовская, М.А. Казахский Алтай (текст и геоморфологическая карта 1 : 500 000) / М.А. Глазовская. – М.: Институт географии, 1941.
4. Основы геоинформатики: учеб. для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
5. Павлова, А.Н. Геоинформационное моделирование речного бассейна по данным спутниковой съёмки SRTM / А.Н. Павлова // Известия Саратовского государственного университета. – 2009. – Т. 9. – С. 39-44.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ ERDAS IMAGINE И QGIS/GRASS (НА ПРИМЕРЕ ЗАКАЗНИКА ЕЛЬНЯ)

Н.Г. Литвинко

студентка магистратуры кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

А.А. Топаз

к.г.н., доцент, доцент кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

Значительный сегмент ГИС-проектов занимают коммерческие программы. Однако, в настоящее время высоко ценятся и специалисты, способные работать в открытых продуктах («open source») [1].

Целью настоящих исследований является сравнение эффективности методов цифровой обработки спутниковых данных в среде открытых ГИС-пакетов QGIS/GRASS и ведущего коммерческого пакета для автоматизированного дешифрирования Erdas Imagine на примере территории республиканского ландшафтного заказника «Ельня».

Озерно-болотный комплекс «Ельня» является одним из крупнейших в Европе олиготрофных болотных массивов. Основным фактором, определившим современную динамику его растительных сообществ, явились пожары последнего десятилетия, поэтому для изучения трансформации растительных сообществ было произведено детальное геоботаническое картирование территории заказника с использованием спутниковых данных [5].

Космический блок системы мониторинговых наблюдений включает:

- зональные снимки с космического аппарата «Landsat 5» (дата съемки – 18 июля 2010 г., пространственное разрешение 30 метров), прошедшие предварительную обработку и приведенные в геодезическую систему координат UTM на эллипсоиде WGS-84;

- свободно распространяемое ПО: интегрированная связка ГИС-пакетов GRASS GIS 6.4 и QGIS 2.0, а также коммерческий программный продукт для автоматизированной обработки ДДЗ Erdas Imagine 9.1;

- карту растительности лесоболотного комплекса «Ельня» и прикладную тематическую карту «Экологическая структура растительного покрова заказника «Ельня» [4], составленные коллективом авторов монографии о растительности заказника (базовые карты исследования).

Методика цифровой обработки многозональных снимков включала следующие основные этапы: выбор оптимального варианта синтеза спутниковых данных; вырезание фрагмента изображения, содержащего территорию заказника с использованием shp-файла маски и области интереса АОI (для облегчения и ускорения процесса работы); классификацию изображений (контролируемую и неконтролируемую) и интерпретацию полученных результатов (отраженных на картах классификации) [3].

В качестве опорной системы классификации была выбрана единая номенклатура земных покрытий на территорию Европы (CORINE Land Cover Classification System). Соответственно ей, рабочим вариантом RGB-синтеза для спутниковых данных Landsat 5 была избрана комбинация каналов 4-3-2 (ближний инфракрасный, красный видимый, зеленый). Она рекомендована специалистами для изучения состояния растительности [2].

Автоматизированное дешифрирование космического снимка было проведено на 2-м и 3-м уровнях классификации. На втором уровне выделено 5 классов: «Леса» (далее – обозначение в легенде «Forest»); «Кустарниковая растительность и/или травяные ассоциации» (Wasteland); «Открытые пространства с небольшим количеством растительности» (для нашей территории – «Гари», After_fire); «Внутренние болота» (Bog) и «Внутренние воды» («Озера», Lake).

Для выполнения классификации на 3-м уровне были сделаны некоторые

отступления от номенклатуры CORINE LLC, связанные с особенностями растительного покрова данной территории. Следует отметить, что пространственное разрешение снимка в 30 м не дает достаточных возможностей для распознавания породного состава растительности, учитывая относительно небольшие площади лесов в пределах снимка и отсутствие у дешифровщика калибровочных эталонов и полевых материалов [3]. Попытки классифицировать изображение согласно легенде карты «Экологическая структура растительного покрова заказника «Ельня» не дали однозначных результатов [4]. Поэтому более дробное деление класса «Леса» и «Кустарники» не вводилось, класс «Болота» был подразделен на три типа в соответствии с их увлажнением, а также был добавлен класс «Облака», по спектральным и яркостным характеристикам однозначно распознаваемый при визуальном дешифрировании. Таким образом, эталонные участки были созданы для следующих классов: «Леса» (Forest); «Кустарниковая растительность и/или травяные ассоциации» (Wasteland); «Открытые пространства с небольшим количеством растительности или полным ее отсутствием» («Гари», After_fire); «Верховые болота» (Bog_1); «Переходные болота» (Bog_2); «Низинные болота» (Bog_3); «Внутренние воды» (Озера, Lake) и «Облака» (Clouds).

Для выполнения контролируемой классификации на основании цвета и спектральных характеристик изображения были созданы обучающие выборки, соответствующие 5 и 8 классам согласно номенклатуре CORINE LLC. В QGIS создавался полигональный векторный слой с именем «sig» с атрибутивной колонкой «type_num», в которую записывался численный код класса объектов. В Erdas Imagine использовался «Редактор эталонов» (Signature Editor), функция «Create Polygon AOI» из набора инструментов «AOI Tools», а также функция «Region Grow AOI».

Контролируемая классификация в среде GRASS GIS (рис. 1) производилась с использованием алгоритма SMAP (Sequential maximum a posteriori classification), который оптимален для определения территорий с большим объемом имеющейся на них априорной информации. Для выполнения данной операции предварительно использовался модуль «i.gensigset», который рассчитывает сигнатуры с учетом спектральной яркости пикселей. После этого, модуль «i.smap» производит сегментацию изображения с учетом того, что расположенные рядом пиксели с большой степенью вероятности имеют один и тот же класс.

Контролируемая классификация в пакете Erdas Imagine производилась по методу максимального правдоподобия (Maximum Likelihood). Этот метод обычно применяют в случаях, когда спектральные характеристики классов объектов мало различаются, как это часто бывает при распознавании растительных сообществ.

Сравнительный анализ результатов работы алгоритмов контролируемой классификации, представленных в используемом программном обеспечении, позволил сделать следующие выводы: методы в целом дали достоверные результаты распознавания для всех классов, полученные карты классификации достаточно схожи вне зависимости от программного обеспечения и уровня

классификации. Однозначно распознались классы «Озера» и «Гари», на втором уровне (5 классов) «Открытые пространства» четко отделились от класса «Гари», однако территории с переходными болотами в обоих программных пакетах были распознаны как класс «Открытые пространства», низинные болота оказались в составе класса «Леса». Территория с лесами на олиготрофных торфяных болотах была классифицирована как «Гари» ПО Erdas Emagine, а в GRASS GIS – как «Открытые пространства».

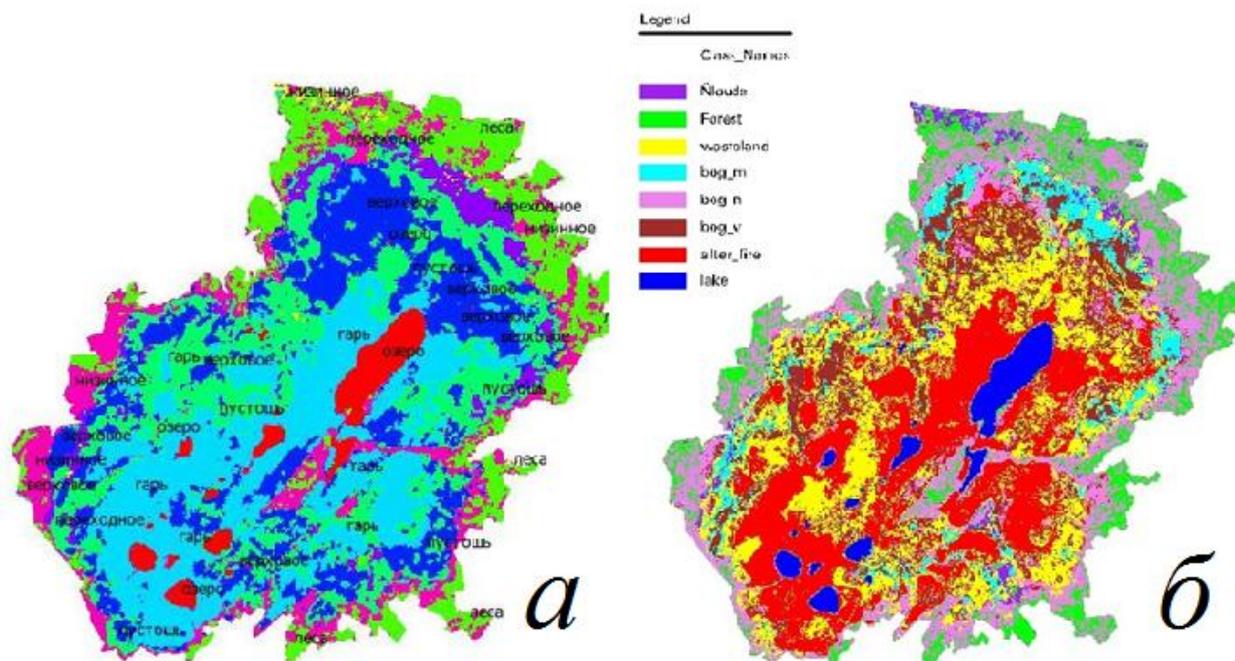


Рис. 1. Карты контролируемой классификации третьего уровня номенклатуры CORINE LLC (8 классов) для данных Landsat TM на территорию заказника Ельня, полученные в программных пакетах QGIS 2.0/GRASS GIS 6.4 (а) и Erdas Emagine 9.1 (б)

Более детальная классификация согласно 3 уровню номенклатуры CORINE LLC дала менее надежные результаты в обоих случаях, кроме того, карта классификации ПО Erdas Emagine требует дальнейшей генерализации полигонов, которые «зашумлены» неверно распознанными отдельными пикселями. Подразделение болот в соответствии со степенью увлажнения привнесло только путаницу, поскольку лесные территории классифицировались как лесоболотные. В целом, лучшие результаты распознавания показало ПО Erdas Emagine.

Для сопоставления и оценки возможностей автоматизированного дешифрирования при одних и тех же исходных данных в обоих программных пакетах была проведена неконтролируемая классификация. Единственный существующий пока алгоритм классификации без обучения в связке GRASS/QGIS (использующий модули «i.cluster» и «i.maxlik») базируется на автоматической кластеризации объектов, имеющих сходные спектральные характеристики. В ПО Erdas Emagine 9.1 операция выполнена с использованием инструмента «Unsupervised Classification» (Автономная классификация).

В случае с неконтролируемой классификацией в обоих программных пакетах вне зависимости от уровня номенклатуры четко идентифицируются

классы «Озера» и «Гари». Более однозначные результаты распознавания получены на втором уровне классификации как в коммерческом, так и в «свободном» ПО, однако класс «Открытые пространства» не был интерпретирован вовсе и вошел в состав класса «Болота». Алгоритм «без обучения» в ПО Erdas Imagine на втором и третьем уровнях дал лучшие результаты распознавания типов болот по типам увлажнения – отдельно обозначились верховые болота, переходные и низинные были объединены в один класс. В целом, лучшие результаты распознавания получены на втором уровне (5 классов) в обоих видах ПО.

Выполненные исследования показали, что алгоритмы как контролируемой, так и неконтролируемой классификации в обоих программных пакетах пригодны для проведения мониторинговых исследований растительности, однако при наличии достаточного количества исходных данных предпочтительными остаются методы контролируемой классификации. Алгоритмы неконтролируемой классификации также можно применять при мониторинговых исследованиях различного уровня, задавая большее количество кластеров (до 30-35) и добиваясь оптимального результата путем их перекодирования и объединения.

Более корректные результаты распознавания были получены в Erdas Imagine, что не является неожиданностью, поскольку это специализированное ПО для автоматизированной обработки спутниковых данных. Однако использование ГИС «open source» для автоматизированной обработки спутниковых данных, не требующих сложного анализа больших объемов информации, представляется довольно перспективным, хотя и не лишенным своих недостатков. Применение связки QGIS/GRASS GIS для цифровой обработки снимков в свободном доступе возможно при планировании природопользования в ООПТ: для создания карт динамики природных процессов, оценки экологических последствий освоения территории и т.д.

Проведенная работа по созданию карт классификации спутниковых данных Landsat TM из архива свободного доступа на базе свободно распространяемого ПО является позитивным примером удешевления реализации природоохранного ГИС-проекта. Следует отметить, что во многих случаях «open source» уступает коммерческому по своей функциональности и качеству технической поддержки, однако этот разрыв не глобален и быстрыми темпами сокращается. Архивы спутниковых данных свободного доступа не могут обеспечить потребности в оперативной космической информации, однако они пригодны для изучения динамики развития природных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубинин, М.Ю. Открытые настольные ГИС: обзор текущей ситуации / М.Ю. Дубинин, Д.А. Рыков // Геопрофиль. – 2010. – № 2. – С. 34-44.
2. Курлович, Д.М. ГИС-картографирование земель: учеб.-метод. пособие / Д.М. Курлович. – Мн: БГУ, 2011. – 244 с.
3. Токарева, О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие для студентов ВУЗов / О.С. Токарева. – Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.

4. Топаз, А.А. Использование «Quantum GIS» для тематической обработки спутниковой информации (на примере территории республиканского заказника «Ельня») / А.А. Топаз, Н.Г. Литвинко // Молодежь в науке – 2013: прил. к журн. «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі». В 5 ч. Ч. 1. Серия химических наук. – Минск: Беларуская навука, 2014. – С. 64-67.

5. Флора и растительность республиканского ландшафтного заказника «Ельня» / Д.Г. Груммо, О.В. Созинов [и др.] ; под ред. Н.Н. Бамбалова. – Мн: Минскпроект, 2010. – 198 с.

ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ ПРИ ЦИФРОВОМ КРУПНО- И СРЕДНЕМАСШТАБНОМ ПОЧВЕННОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

С.Н. Прокопович

аспирант, старший преподаватель кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

А.А. Монак, Е.Н. Казимерчик, В.А. Богуш, А.А. Сазонов

студенты кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

В настоящее время почвенная картография представляет собой обширный раздел почвоведения, содержание которого определяется разнообразием задач, решаемых при помощи карт разного назначения и разных масштабов. Почвенная карта суммирует достижения всех разделов почвоведения, отражая современный уровень развития науки о почве, и является исходным материалом для решения множества практических задач. Поэтому постоянно растущий спрос на разнообразную и качественную почвенную картографическую продукцию может быть удовлетворен путем перехода к цифровому почвенному картографированию и автоматизации процессов создания и использования карт.

В последние годы в связи с внедрением в картографию ГИС-технологий ученые работают над автоматизацией и объективизацией процессов почвенной картографии. Расширение возможностей современных информационных систем позволяет перейти от хранения и использования оцифрованных почвенных карт к их непосредственному производству с использованием цифровых технологий на всех этапах исследования. Сведения о почвах включаются в базы данных ГИС различного уровня и назначения. В практическом использовании ГИС первостепенное значение приобретает грамотная визуализация информации в различных масштабах, во многом определяющая географическую достоверность, объективность и информативность карт.

Как показывает анализ литературных источников по ЦПК, методы изображения почвенного покрова на разных уровнях визуализации, по средствам полной автоматизации процессов картографической генерализации

как в Республике Беларусь, так в мире не разработаны. В Республике Беларусь разработаны методические указания по составлению районных и областных почвенных карт, однако данные указания разработаны для аналоговых карт и не содержат практических рекомендаций по генерализации цифровых карт. В данной работе предложен алгоритм создания цифровых почвенных карт путем сводки и обобщения исходных почвенных материалов способом генерализации, где в максимальной степени возможно автоматизировать процессы генерализации цифровых почвенных карт (рис. 1).

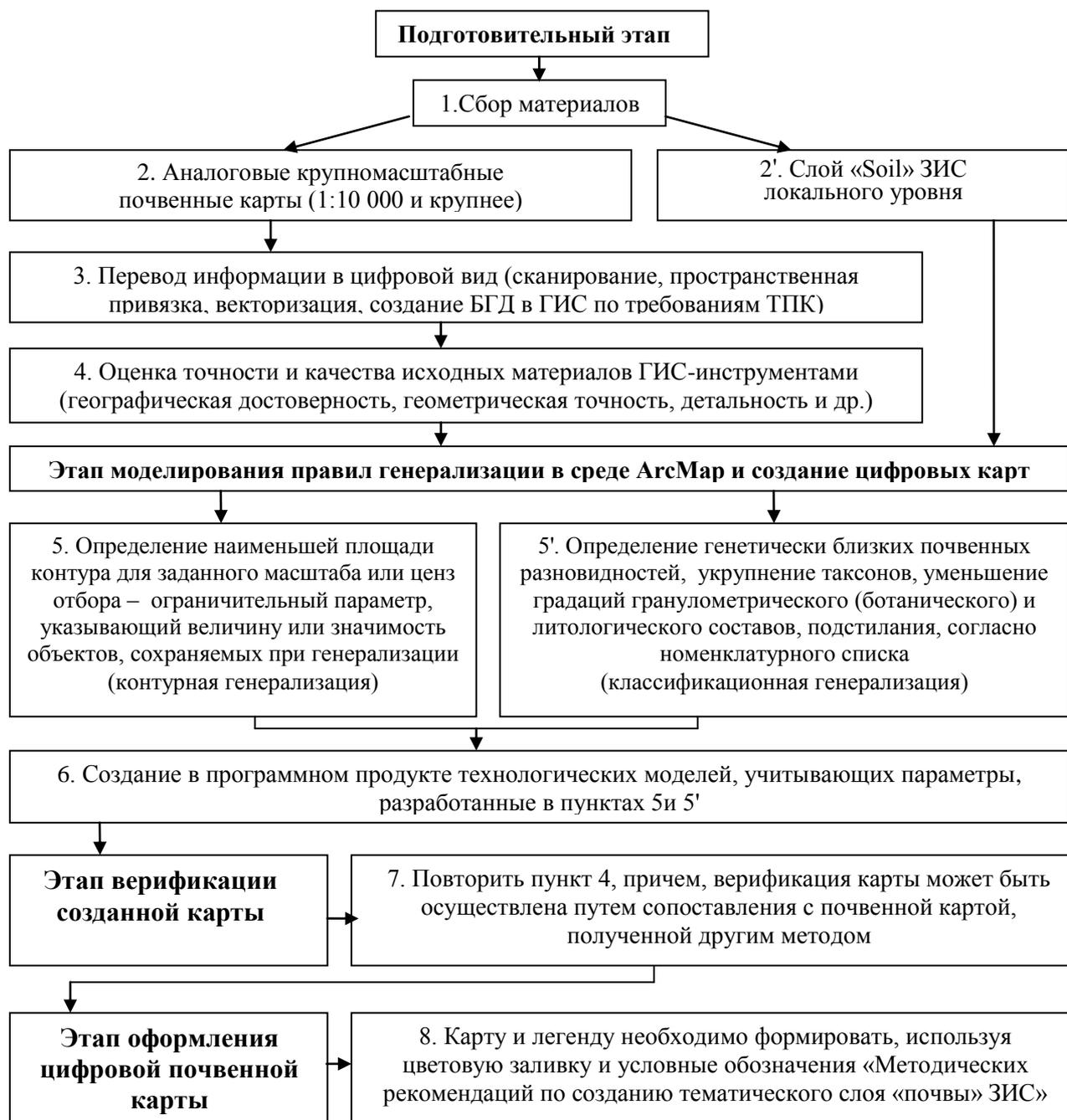


Рис. 1. Алгоритм создания цифровых почвенных карт

Таким образом, разработка методических аспектов создания цифровых почвенных карт неразрывно связана с интеграцией ГИС-технологий на всех этапах создания карт, максимальной автоматизации процессов генерализации

и машинной имитации знаний картографа-почвовед, главным образом средствами программирования в среде ArcGIS, либо другого программного продукта.

Для полной автоматизации процессов картографической генерализации как контурной, так и классификационной по вышеуказанному алгоритму (рис. 1) авторами были использованы инструменты и средства ArcGIS 10, в котором был создан набор инструментов **Soil_Generalization** включающий в себя четыре разработанные модели обработки данных:

- Generalization_same;
- Generalization_type;
- Generalization_complex;
- Generalization_smallest.

Следует отметить, что данные технологические модели выполняют автоматизированную генерализацию картографической информации интерактивно, в зависимости от заданного пользователем масштаба, т.е. созданный набор инструментов Soil_Generalization универсален в отличие большинства автоматизированных моделей в области тематической генерализации, которые лишь имитируют интерактивную генерализацию, т.е. масштабируют созданную в ручную или по заданным фильтрам картографическую информацию.

Обязательным условием для автоматизации обработки и генерализации любой почвенной карты является соответствие классификации почв принятому номенклатурному списку почв Беларуси [1]. В соответствии с данным документом числовыми обозначениями кодируются: род почвы – Kod1, генезис почвообразующих пород – Kod2, гранулометрический и ботанический состав – Kod3, характер подстилки – Kod4, мелиоративное состояние и освоение – Kod5. В представленных технологических моделях обрабатывались и учитывались все вышеперечисленные характеристики.

Использование инструмента Generalization_same. Созданная модель упрощает градации почв по гранулометрическому составу и характеру подстилки: 6 градаций для гранулометрического состава и 13 – для характера подстилки. Также для автоматизации обработки выделялись группы почв схожие на типовом и видовом уровне. Для этого было введено дополнительное поле soil_Type, в котором почвам присваивается номер группы в зависимости от почвенного наименования (Kod1). В соответствии с упрощенной классификацией производится расчет новых кодов (Kod3, Kod4). Производится слияние объектов по 4 полям: Kod1, Kod3, Kod4, soil_Type. Логическая схема обработки данных, а также схема инструмента Generalization_same представлена на рис. 2.

Использование инструмента Generalization_type. Созданная модель позволяет проанализировать атрибуты полигонов, имеющих площадь менее 6 га, и присвоить им значения соседних более крупных объектов, если таковые входят в ту же почвенную группу (поле soil_Type).

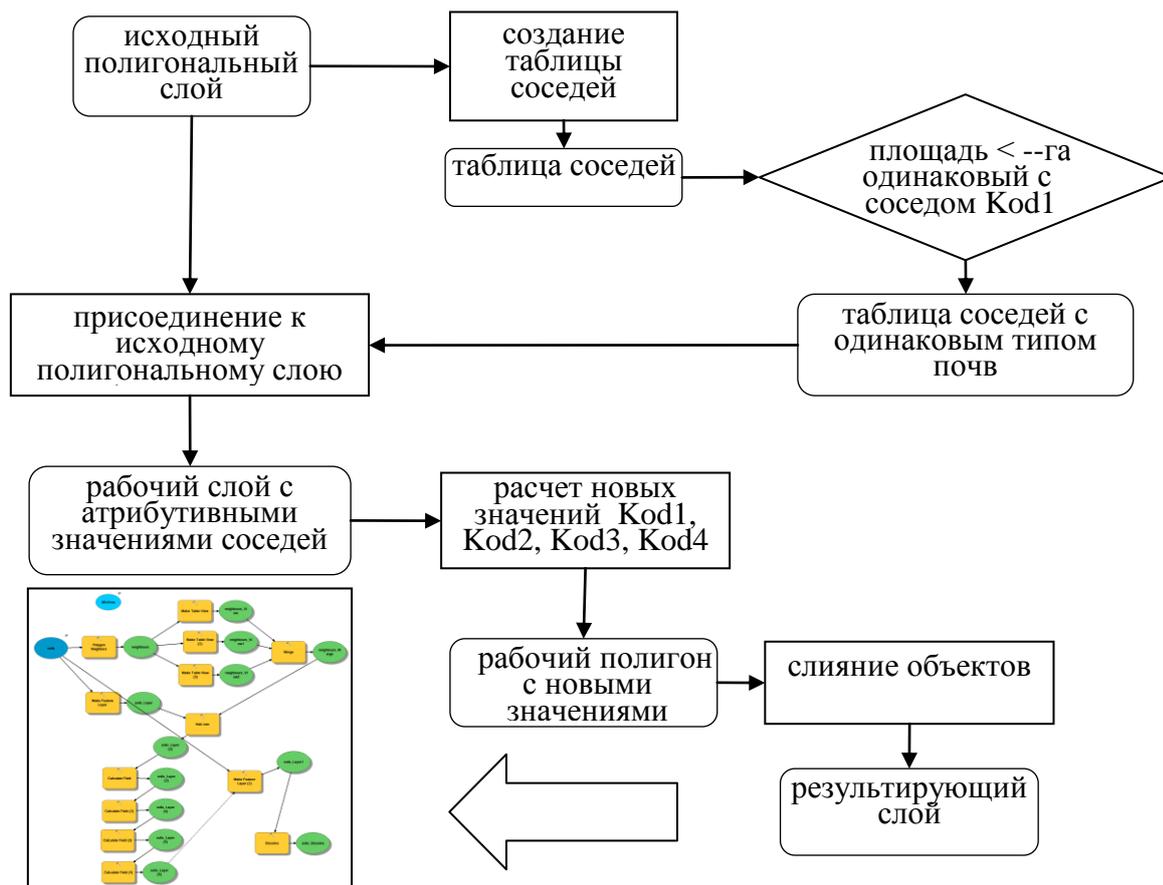


Рис. 2. Общая логическая схема обработки данных инструментом Generalization_same

Результатом выполнения данного инструмента являются заполненные атрибутивные поля Kod1_t, Kod3_t, Kod4_t, soil_Type_t для полигонов с площадью менее 0,5 от ценза отбора для заданного масштаба и имеющие соседей с одинаковым значением поля soil_Type. При этом, исходные поля (Kod1, Kod3, Kod4, soil_Type) не изменяются, что позволяет визуально контролировать качество выполнения инструмента.

После проверки корректности выполнения инструмента, исходные поля (Kod1, Kod3, Kod4, soil_Type) изменяются на рассчитанные значения Kod1_t, Kod3_t, Kod4_t, soil_Type_t, при их наличии. Выполняется объединение полигонов, заново рассчитывается поле newID, а текстовые поля обнуляются. Логическая схема обработки данных, а также схема инструмента Generalization_type представлена на рис. 3.

Использование инструмента Generalization_complex. Данная модель позволяет получать значения для комплексных контуров. В комплекс включаются соседние контуры имеющие площадь менее ценза отбора, но в сумме превышающие его, и не имеющие соседних полигонов с аналогичным значением поля soil_Type. Логическая схема обработки данных, а также схема инструмента Generalization_complex представлена на рис. 4.

Использование инструмента Generalization_smallest. Данная модель объединяет все оставшиеся почвенные контуры с площадью менее ценза отбора с соседним полигоном, имеющим большую общую границу, т.е. выполняет контурную (геометрическую) генерализацию, рис. 5.

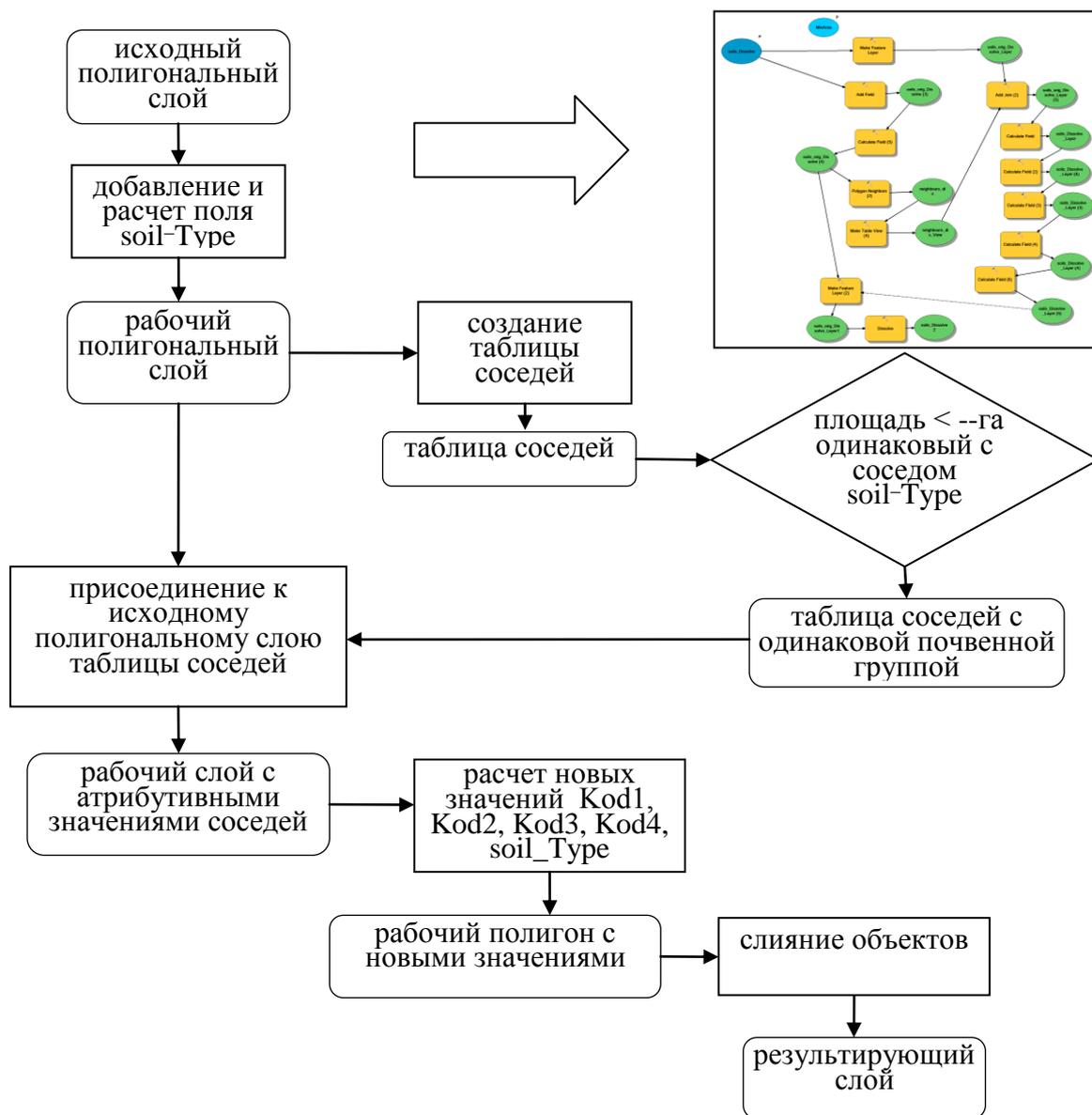


Рис. 3. Общая логическая схема обработки данных инструментом Generalization_type

Таким образом, установлено, что два вида генерализации из трех, а именно геометрическая (контурная) и классификационная, полностью поддаются автоматизации в среде ArcGIS набором созданных инструментов Soil_Generalization, при условии кодирования почвенных контуров, согласно номенклатурному списку почв Беларуси.

С учетом имеющейся возможностью сравнить созданные цифровые карты с бумажными аналогами был выбран уровень районных почвенных карт (масштаб 1 : 50 000), так как данные карты имеются на все административные районы. Исходным выступал слой «Почвы» ЗИС административных районов.

подавляющее большинство критериев по которым можно оценить качество генерализации [2], да и в целом созданной карты, возможно вычислить только по цифровой карте, используя широкий инструментарий, в нашем случае, программного продукта ArcGIS. Для сравнения цифровых карт, созданных по вышеуказанному алгоритму, с существующими аналоговыми картами, последние были оцифрованы, а данные, отражающие географическую

достоверность, геометрическую точность, наглядность и детальность почвенных карт были высчитаны для почвенных карт в границах слоя «Почвы» ЗИС локального уровня трех районов: Клецкого, Червеньского и Пуховичского.

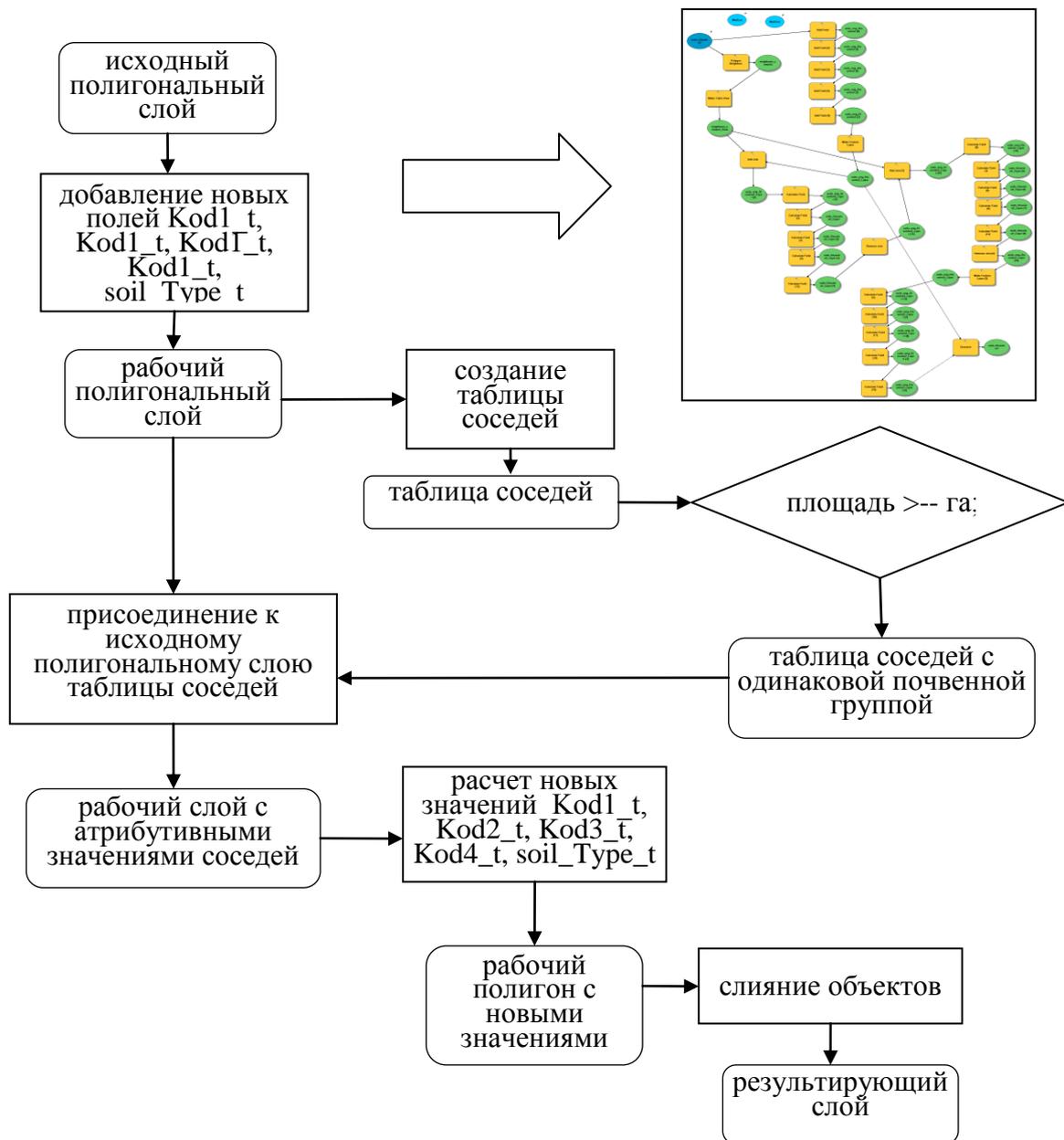


Рис. 4. Общая логическая схема обработки данных инструментом Generalization_complex

Самый главный критерий генерализации любой карты – географическая достоверность, показывающая, насколько правильно переданы пространственные взаимные соотношения, соподчиненность и расположение объектов [2]. Ни по одному из параметров, по которому она рассчитывалась, аналоговые почвенные карты на территорию трех районов не превзошли цифровые. На типовом уровне географическая достоверность созданных цифровых почвенных карт в масштабе 1 : 50 000 Клецкого, Пуховичского и Червеньского районов по отношению к почвенным картам 1 : 10 000 масштаба составила 96,6%, 96,8,0% и 96,4% соответственно.

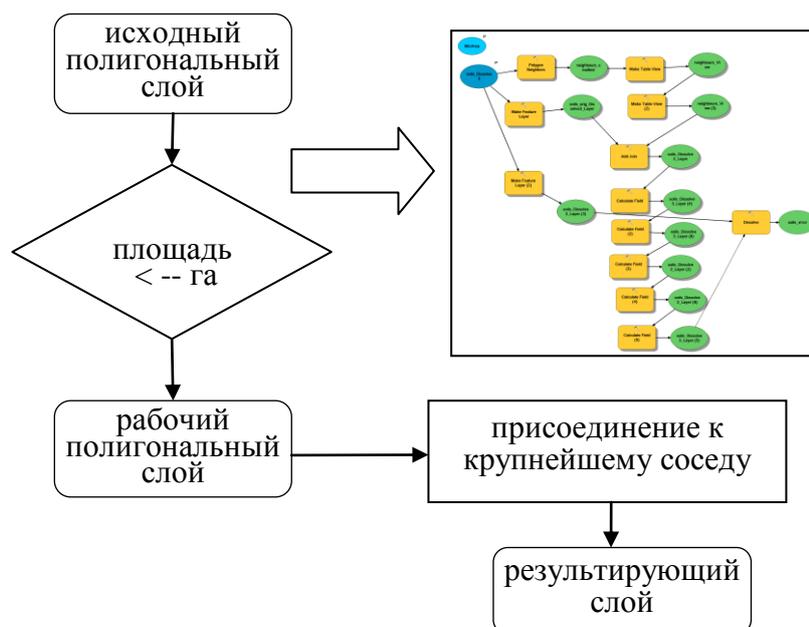


Рис. 5. Общая логическая схема обработки данных инструментом Generalization_smallest

Географическая достоверность бумажных аналогов составляет 81,6%, 88,0% и 95,6% соответственно. Учитывая коэффициент неоднородности почвенного покрова, который в максимальной степени приближен к картам 1 : 10 000 масштаба, можно сделать вывод, что созданные цифровые почвенные карты более гармоничны и в большей степени отражают реальный почвенный покров по сравнению с аналоговыми картами, созданными традиционными способами.

Геометрическую точность или соответствие положения объектов на карте их действительному положению [2] проверять нет необходимости, так как вышеописанный цифровой способ создания почвенных карт основан на топологической модели данных, поддерживаемой программным продуктом ArcGIS, поэтому созданные цифровые карты будут иметь 100% геометрическую точность по сравнению с исходным слоем «Почвы» ЗИС административных районов.

Единственным препятствием для реализации методики и создания цифровых крупно- и среднемасштабных почвенных карт, является тот факт, что описанный выше алгоритм опирается на использование слоя «Почвы» ЗИС локального уровня, вследствие чего для создания цифровых районных почвенных карт необходимо наличие данного слоя, а для областных и республиканских почвенных карт, необходимо единое цифровое почвенное пространство, интегрированное со всех ЗИС районов области или республики соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Номенклатурный список почв Беларуси. – Минск, 2003. – 43 с.
2. Герасимова, М.И. Мелкомасштабное почвенное картографирование / М.И. Герасимова, И.П. Гаврилова, М.Д. Богданова. – М., 2010.

НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА»

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА»

О.С. Лубочко

студентка 3-го курса кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

П.Ф. Парадня

старший преподаватель кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

В соответствии с государственной программой развития особо охраняемых природных территорий под эгидой Управления делами Президента Республики Беларусь и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды был создан и в 2013 году реализован проект геоинформационной системы по национальному парку «Браславские озера». Реализация данного проекта произведена в среде ArcGIS Белорусским государственным технологическим университетом.

Созданная геоинформационная система охватывает все важнейшие показатели деятельности Национального парка:

- рекреационные зоны;
- землепользователи в границах национального парка и экспериментальных лесохозяйственных хозяйств;
- функциональные зоны национального парка;
- ограничения хозяйственной и рекреационной деятельности;
- кварталы экспериментальных лесохозяйственных хозяйств;
- таксационные выделы экспериментальных лесохозяйственных хозяйств;
- кварталы национально парка;
- таксационные выделы национального парка (рис. 1).

Целью данной работы являлось усовершенствование организации туристической деятельности национального парка на основе имеющейся ГИС. Для этого были разработаны туристические маршруты разного уровня сложности и способа прохождения по территории Браславского района: пешие, водные, велосипедные.

В проекте были созданы точечные и линейные векторные темы. К точечным объектам относятся рекомендованные для посещения места и возможные места остановок на ночлег. В атрибутивную таблицу данной темы занесена следующая информация: название, к какому типу остановки относится, тип маршрута на котором лежит точка, так же есть сопроводительный фотоматериал (рис. 2).

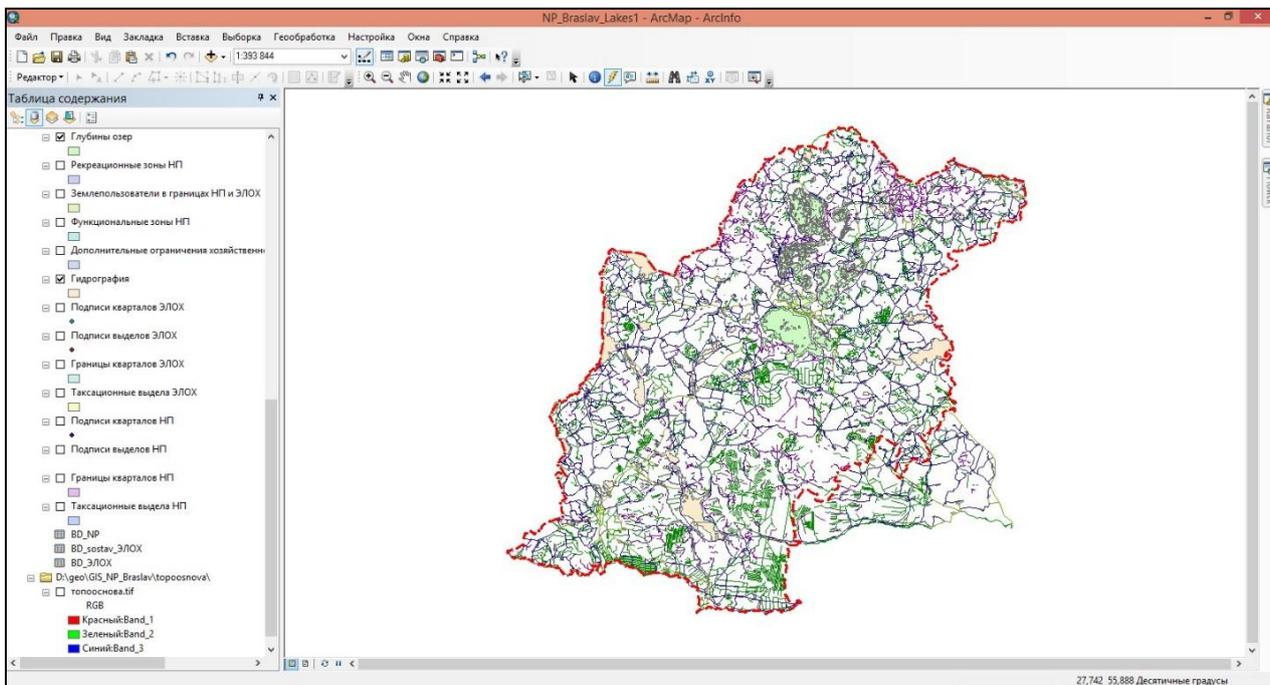


Рис. 1. Фрагмент ГИС национального парка «Браславские озера»

Таблица

ostanovki

OBJECTID *	Shape *	Id	название	значение	фото
1	Точка	0	Браслав	1	D:\Braslav\29
2	Точка	0	Иказнь	1	D:\Braslav\2
3	Точка	0	Слободка	1	<Null>
4	Точка	0	Друя	1	<Null>
5	Точка	0	Браслав	1	<Null>
6	Точка	0	Иказнь	1	<Null>
7	Точка	0	Слободка	1	<Null>
8	Точка	0	Плюсы	1	<Null>
9	Точка	0	Браслав	1	<Null>
10	Точка	0	Дрисвяты	1	<Null>

(0 из 36 Выбранные)

Рис.2. Атрибутивная таблица точечного слоя

В линейной теме отражен оптимальный маршрут движения. В таблице атрибутов можно просмотреть название, назначение и протяженность маршрута (рис. 3).

Таблица

Маршрут

FID	Shape *	Id	название	км	назначение
0	Полилиния	0	Браслав- Друя	46,858713	
1	Полилиния	0	Браслав- Плюсы	47,526467	
2	Полилиния	0	Браслав- Видзы-Браслав	98,005552	
3	Полилиния	0	оз. Цно-оз.Друйка	18,559805	
4	Полилиния	0	оз. Болойсо - о. Лакино	19,127476	
5	Полилиния	0	Леошки- Золово	33,098579	
6	Полилиния	0	оз. Дривяты- оз. Богинское	48,418569	

(0 из 7 Выбранные)

Рис. 3. Атрибутивная таблица линейного слоя

Для примера рассмотрим один из водных маршрутов, который пролегает от оз. Цно до оз. Друйка, через р. Друйка. Протяженность данного маршрута составляет 18,5 км. Стартовать можно с западного берега оз. Цно, затем необходимо пройти 2,3 км по реке. Дальше 7 км через оз. Несъпиш, Дербо и Недрово. Затем снова почти 9 км по р. Друйка до одноименного оз. Друйка. Такой маршрут можно пройти за 2 дня, сделав ночевку на берегу озера.

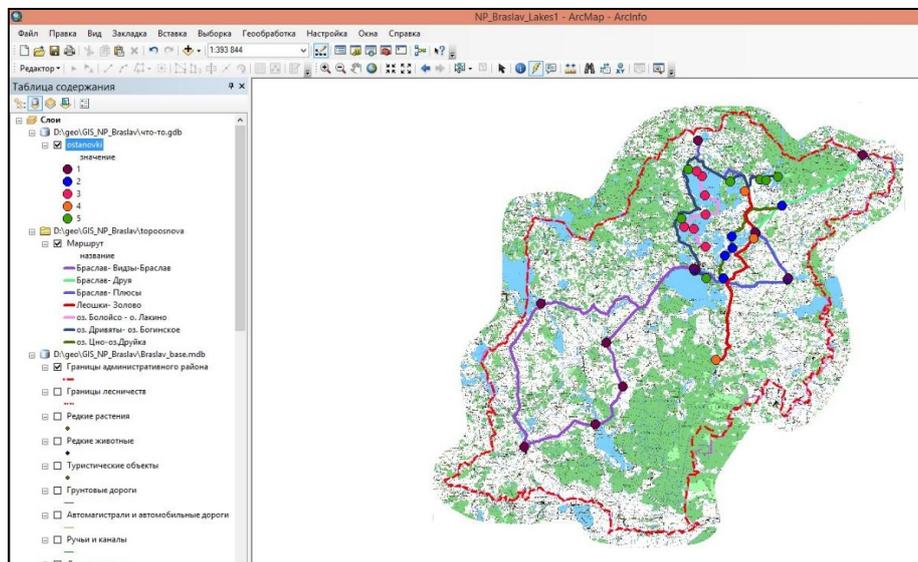


Рис. 4. Разработанные маршруты и места остановок

Таким образом, ГИС представляют собой эффективный инструмент для пространственного анализа. Выполненная работа позволит на основе маршрутов проектировать объекты экотуризма. При этом данную систему можно дополнить темами «Достопримечательности района», «Места отдыха» и «Транспортная инфраструктура».

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ QGIS ДЛЯ СИСТЕМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ПРЕПЯТСТВИЙ ПРИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АЭРОДРОМОВ БЕЛАРУСИ

Н.Г. Литвинко

студентка магистратуры кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

А.П. Романкевич

к.г.н., доцент, заведующий кафедрой геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

А.В. Ольшанский

ведущий инженер Управления аэродромного проектирования РУП «Белгипродор»

Важным элементом геодезического обеспечения аэродромов является контроль и оценка высотных препятствий на приаэродромной территории. Ими являются любые объекты, которые размещены в зоне наземного движения воздушных судов (ВС) и по своим планово-высотным характеристикам

способные представлять угрозу безопасности полетов. Примерами препятствий являются башни сотовой связи, буровые вышки, высотные здания, трубы заводов, антенны и т.д. В зависимости от класса аэродрома, препятствия подлежат выявлению в радиусе 25-50 км от контрольной точки аэродрома (КТА), как правило, геометрический центр взлетно-посадочной полосы (ВПП).

Однако на сегодняшний день весь массив информации о препятствиях находится в различной документации и в разрозненном виде, не отличается наглядностью и не представляет единой системы [1, 2]. Оптимизировать процесс систематизации данных о препятствиях могут помочь географические информационные системы (ГИС). В настоящее время все большую популярность приобретает использование «open source» ГИС (или OSS4G, «Open Source Software For Geospatial») – открытого программного обеспечения для геоинформационных систем.

Из-за недостаточной информированности о возможностях «open source», либо недоверия специалистов к свободно распространяемому ПО, такие программы пока не получили широкого распространения. В данной публикации рассмотрены аспекты использования одного из динамично развивающихся видов OSS4G – QGIS – для систематизации и контроля препятствий на аэродромах Беларуси. Мы считаем, что обмен практическим опытом решения производственных задач с применением свободных программ является полезным шагом для самообразования специалистов и студентов, работающих с пространственной информацией.

Поддержка различных форматов пространственных данных и добавление параметров геометрии. Работа с растрами в QGIS основана на библиотеке GDAL, поддерживающей более 100 различных форматов; в свою очередь, библиотека OGR позволяет работать более чем с 50 форматами векторных данных. Каждый векторный слой имеет таблицу атрибутов, в которой каждая строка соответствует одному объекту с конкретными координатами на карте и содержит его атрибуты в столбцах. Объекты в таблице можно искать, выделять, перемещать и редактировать, что очень важно в связи с изменением параметров конкретного объекта, что в свою очередь влияет на безопасность полетов ВС.

Посредством такого проекта мы можем объединить и визуализировать данные геодезических съемок препятствий на территорию всей республики, оптимизировать процесс сбора и доступа к информации, исключить возможное дублирование данных и разночтения координат (например, как показано на рис. 1) и в целом получить общую картину ситуации. Используемая таблица атрибутов включает следующие основные разделы: характеристика препятствия (идентификатор, тип, ориентир и т.д.); параметры планового местоположения препятствия; высота препятствия; материал изготовления и характеристики маркировки; источник данных о препятствии. Данные экспортируются в QGIS в формате .csv.

OpenStreetMap. Каркасом проекта является векторная подложка из сборки актуальных данных проекта OpenStreetMap (OSM) на территорию Беларуси, ежедневные обновления которых можно найти на сайте gis-lab.info в свободном доступе. QGIS при помощи специальных модулей прекрасно взаимодействует

со слоями проекта как на этапе экспорта/импорта данных, так и при редактировании свободной карты. Данные OSM являются отличной средой для визуализации точечного слоя препятствий (рис.1).

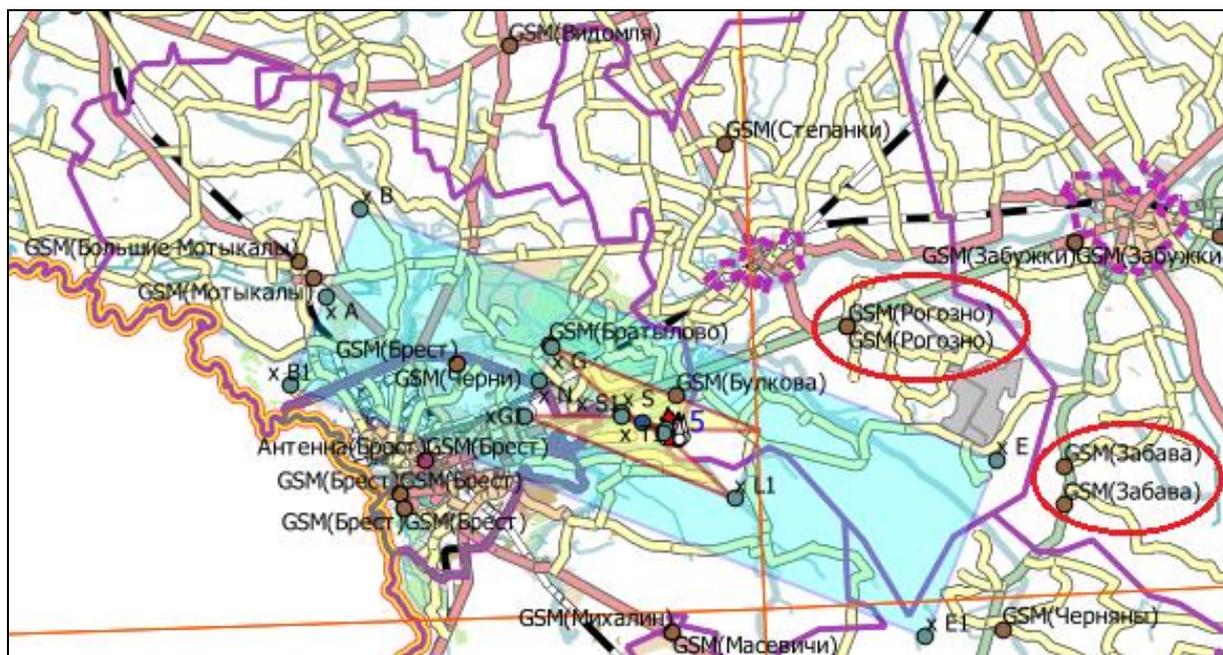


Рис. 1.Фрагмент интерактивной карты препятствий с границами зон их выявления на территорию аэропорта «Брест»

Библиотеки условных обозначений. Визуализированному на подложке точечному слою препятствий может быть задан стиль и присвоены условные обозначения. Нами используется уже существующая библиотека условных обозначений для топографических карт и планов в формате svg-маркеров, которая также находится в свободном доступе на сайте gis-lab.info и легко подгружается в «Менеджер стилей QGIS». Далее могут быть созданы группы условных знаков для улучшения читаемости и организации слоев проекта. При необходимости можно создать пользовательские библиотеки.

Взаимодействие с веб-картографическими сервисами. Очень удобным способом контроля планового положения препятствий является пересохранение точечного слоя в формат .kml для дальнейшего экспорта меток в веб-картографический сервис со спутниковой информацией.

Привязка растров. Мы можем добавить в проект растровые подложки для приаэродромной территории – космические снимки, топографические карты, чертежи в формате .dxf и т.д. Растры привязываются к векторным слоям по карте либо по точкам с известными координатами. QGIS поддерживает различные форматы файлов привязки, при необходимости возможно использование функции получения информации о проекции растра (программа создает файл в формате .prj с искомыми данными).

Фильтры, пространственные выборки и запросы. Как упоминалось ранее, основной функцией созданного проекта является контроль качества и достоверности данных топографо-геодезических работ. Это делается как визуально, так и с помощью инструментария программы – различных

фильтров, запросов и выборок. Также QGIS позволяет выявлять критические препятствия, высотные отметки которых превышают допустимые нормы для установленных поверхностей ограничения препятствий. В РУП «Белгипродор» на базе Microsoft Excel создан алгоритм, который позволяет получить координаты опорных точек каждой зоны выявления препятствий. По координатам крайних точек зон выявления в разных слоях отрисовываются соответствующие зонам полигоны и мультиполигоны, в границах которых функциями «Пространственная выборка» и «Конструктор запросов» графически определяются искомые объекты. Далее результат выборки сохраняется в отдельный shp-файл, а уже непосредственно в нем через «Фильтр» по формулам расчета определяются объекты, высоты которых выходят за пределы допустимых для полета воздушных судов.

Создание местных систем координат (МСК). Не менее важным аспектом является поддержка QGIS многообразия географических и прямоугольных систем координат в различных проекциях. Особенно употребительны функции автоматического перепроецирования слоев и создания местных систем координат (МСК) через ввод пользовательской проекции в формате proj4 [3]. МСК необходима для корректной работы с системой координат отдельного города либо аэропорта. Для того, чтобы создать МСК в формате proj4 необходимо знать координаты центра создаваемой проекции и 7 параметров преобразования СК. Для получения параметров перехода можно использовать находящуюся в свободном доступе программу «Вычисление 7 параметров» от компании «Ракурс», которая по наборам идентичных точек в двух СК позволяет определить $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, m$ (3 параметра для смещения и 3 элемента для углов сдвига, а также масштабный коэффициент). Нами были получены все необходимые данные для создания СК г. Минска на основе координат плано-высотного обоснования аэродрома Липки в СК-42 и WGS-84. Для оценки качества созданной проекции было проведено сравнение имеющихся координат различных объектов г. Минска с полученными при перепроецировании в QGIS (рис. 2). Как видно из диаграммы, расхождение составило не более 25 см, что отвечает существующим нормам отчетности «Авиационных правил» о плановом положении препятствий [1].

Наличие компоновщика карт и простых инструментов черчения CadTools делает возможным подготавливать, сохранять в различных форматах и выводить на печать различные карты и планы приаэродромной территории.

Взаимодействие с другими видами открытого ПО. Например, интеграция данного ПО со свободной полнофункциональной топологической GRASS GIS в качестве инструмента представляет вполне приемлемые решения для всех основных геоинформационных задач различных направлений. Также QGIS прекрасно взаимодействует с PostGIS – расширением СУБД PostgreSQL для хранения в базе данных пространственной информации.

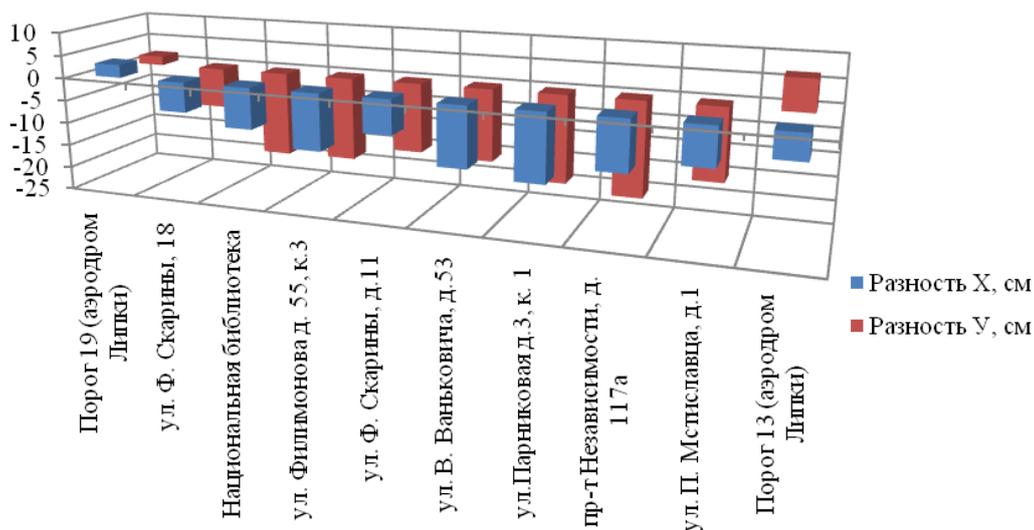


Рис. 2. Разности значений координат X и Y по сравнению с исходными, полученные в ПО Q.GIS 2.4 при перепроецировании из СК WGS-84 в СК г. Минска

Наличие добавляемых модулей. Функциональность QGIS может быть развита посредством создания собственных модулей расширения на языках программирования C++ или Python, либо свободно можно подгрузить с официального сайта проекта необходимые существующие модули. Полезным в работе будет модуль «Захват координат», позволяющий получить координаты выбранной точки одновременно в прямоугольной и географической системе координат, а модуль Qconsolidate собирает все слои открытого проекта QGIS в одном каталоге и создает на основе их новый консолидированный проект.

Поддержка сообщества пользователей и разработчиков. QGIS имеет одно из наиболее развитых сообществ в среде открытых ГИС, при этом количество разработчиков постоянно увеличивается, чему способствует наличие подробных руководств и удобная архитектура. Главной площадкой для профессионального самообразования и обмена опытом в работе с программой для стран постсоветского пространства является сайт gis-lab.info [4].

Таким образом, следует отметить, что открытое ПО QGIS можно успешно использовать для систематизации, анализа и получения наглядного представления пространственной информации о препятствиях. Выходные данные могут быть представлены как самим файлом проекта в формате .qgis (содержит векторные, точечные и полигональные слои с атрибутивными таблицами, растровые подложки и созданные картографические материалы); так и совокупностью этих файлов в отдельности для работы с ними в других видах программного обеспечения. В целом, совместное использование различных видов открытого ПО (QGIS, PostGIS, Sas.planet, «Вычисление 7 параметров» и др.) позволяет решать большинство актуальных задач по работе с пространственной информацией. Однако необходимо понимать, что OSS4G не может заменить специализированное геодезическое ПО и системы автоматизированного проектирования (САПР), но может эффективно с ними взаимодействовать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авиационные правила. Сертификационные требования к аэродромам гражданской авиации Республики Беларусь. – Мн.: Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2012. – 210 с.
2. Городецкий, С.И. Топографо-геодезическая жизнь аэродрома / С.И. Городецкий // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2007. – №2 (25). – С. 53-60.
3. Герасимов, Г.П. Золотой ключик: или как стать (или не стать) Буратино и решить проблему перехода от СК-42 и WGS-84 к СК-63 и местным системам координат / Г.П. Герасимов // Геопрофиль. – 2010. – № 4. – С. 24-31.
4. Дубинин, М.Ю. Открытые настольные ГИС: обзор текущей ситуации / М.Ю. Дубинин, Д.А. Рыков // Геопрофиль. – 2010. – № 2. – С. 34-44.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО- ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА)

А.А. Кохно, Е.О. Хрущева

студентки 4-го курса кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

А.А. Сазонов

студент 3-го курса кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Е.В. Казяк

аспирантка, преподаватель кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ) – уникальная территория с практически полным отсутствием антропогенной нагрузки, которая может служить резерватом сохранения биоразнообразия региона Полесья, Беларуси и Европы. Заповедник был создан в 1988 году после аварии на ЧАЭС с целью контроля текущих изменений отчужденных территорий.

Для контроля текущих изменений отчужденных территорий необходим источник информации, позволяющий получать оперативные данные о состоянии ландшафта одновременно на большие площади и с требуемой детальностью и обзорностью, при этом необходимо учитывать закрытость территории для проведения полевых исследований. Поэтому все большее значение приобретает применение дистанционных методов для изучения природных комплексов радиационно-загрязненных территорий.

Для анализа и прогноза динамики трансформации угодий территории заповедника составляются тематические карты. Тематическое картографирование в ГИС имеет ряд существенных методологических,

методических и технологических особенностей, позволяющих рассматривать его в качестве самостоятельного направления географического картографирования. В отличие от цифровой картографии, нацеленной на создание все более точных цифровых (электронных) аналогов общегеографических и топографических карт, ГИС-картографирование носит ярко выраженный информационно-аналитический и эвристический характер. Поэтому оно в гораздо меньшей степени ориентировано на точное воспроизведение картометрических характеристик территории, акцентируя внимание пользователя на закономерности пространственного распределения атрибутивных (тематических) признаков [2]. С помощью алгоритмов компьютерной графики в ГИС можно создавать специальные тематические карты, выполнить которые вручную практически невозможно.

Сопряженный анализ в среде ArcView GIS, ERDAS Imagine с использованием ГИС-технологий позволяет получать тематические результирующие карты и их количественные показатели современного состояния и динамики изменений экосистем.

Для производства тематической карты ПГРЭЗ были использованы космические снимки с ИСЗ Landsat 7 ETM+. Создание тематических карт проходит в несколько этапов.

Предварительная обработка КС с использованием ПО ERDAS Imagine (рис. 1). Основными функциями и задачами предварительной обработки изображений, получаемых в системах ДЗ, являются: радиометрическая и геометрическая коррекция, атмосферная коррекция, восстановление пропущенных пикселей, сжатие данных. Многозональные данные, получаемые в нескольких узких интервалах видимого диапазона, образуют серию моделей ландшафта. Полученные в результате изображения позволяют более достоверно распознавать и классифицировать (дешифрировать) объекты.

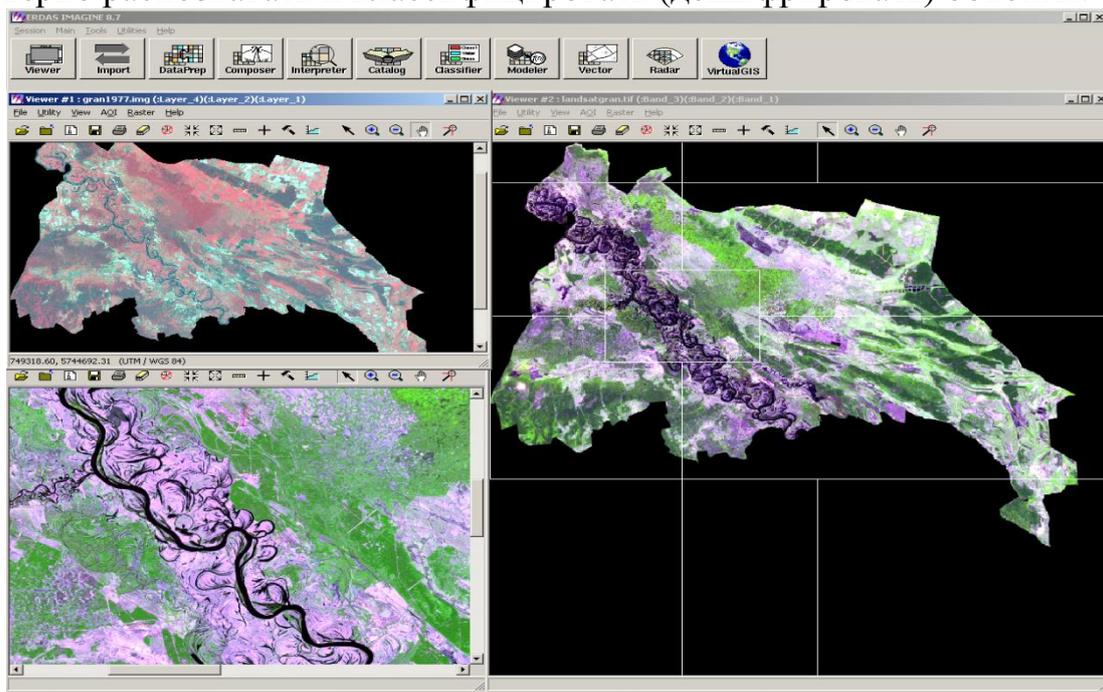


Рис. 1. Исходные разновременные снимки Landsat, загруженные для классификации в ERDAS Imagine

Тематическая обработка изображений. Под тематической обработкой изображений понимается преобразование оптических образов искомым объектов с помощью технических средств, облегчающих или обеспечивающих решение поставленной задачи. В настоящее время тематическая цифровая обработка ДДЗ осуществляется с помощью специализированных компьютерных программ, такими как ERDAS Imagine, ER Mapper, ENVI и другие. Преимущество специализированных программ – возможность предварительной и тематической обработки в одном пакете и возможности быстрого перехода от результатов обработки ДДЗ к выполнению операций средствами ГИС.

Тематическая обработка включает создание набора эталонных выборок и автоматизированную тематическую классификацию (дешифрирование) снимков по одному из методов тематической классификации.

Тематическое дешифрирование представляет собой процесс распознавания отобразившихся в процессе съемки и тематической компьютерной обработки объектов, их свойств и взаимосвязей по их изображениям на снимке. Тематическая классификация относится к более сложным технологиям использования соотношений попиксельных характеристик изображения, которые идентифицируются как природные или антропогенные объекты путем построения спектрального образа объекта (с обучением или без него), т.е. неконтролируемая классификация и классификация с обучением (рис. 2).

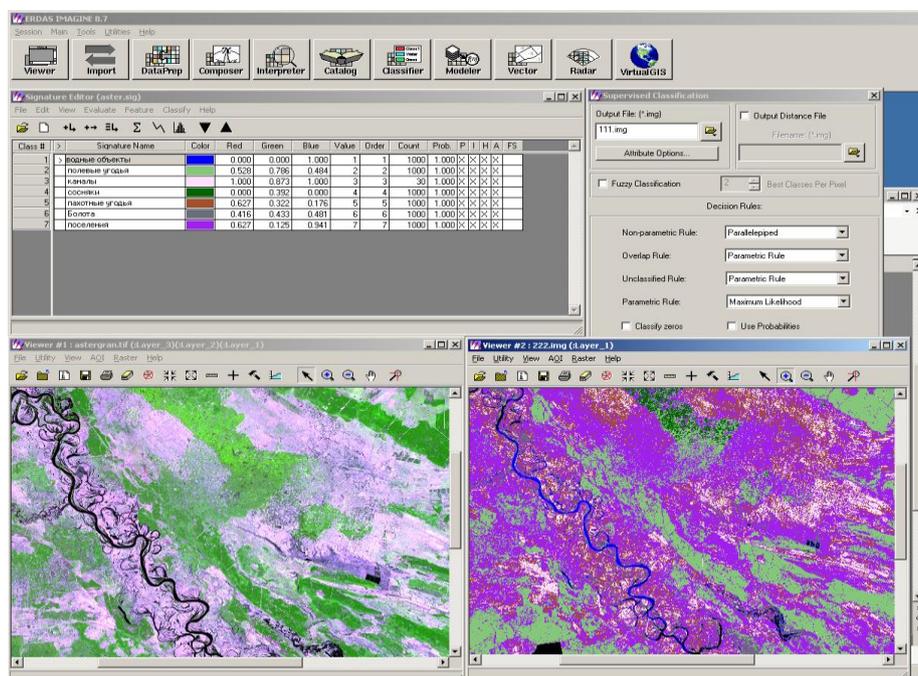


Рис. 2. Проведение классификации с использованием обучающих выборок в Erdas Imagine

Создание тематических растровых и векторных карт на ООПТ. В среде ArcGIS векторизацию растрового изображения можно проводить с помощью дополнительного модуля ArcScan. Он предоставляет инструменты, позволяющие преобразовать отсканированные изображения в слои векторных

объектов. Векторизацию можно выполнить вручную, интерактивно проходя по ячейкам растра, или в автоматическом режиме.

Пространственный сравнительный анализ и увязка полученных векторных тематических (эталонных) и растровых тематических (полученных в результате автоматизированного дешифрирования) карт. Пространственный сравнительный анализ невозможен без использования геоинформационных систем [1]. В ходе данного исследования использовался программный комплекс ArcGIS 9.3. ГИС организует пространственные данные в серии тематических слоев и таблиц. Так как наборы данных в ГИС связаны географически, им приписаны реальные местоположения, и они накладываются друг на друга. Применение геоинформационных технологий позволяет систематизировать картографические и атрибутивные данные, количественную и качественную информацию, согласовывать их и накладывать на общую картографическую основу.

Результатом проведенных операций стала тематическая карта природных геосистем на территорию заповедника (рис. 3). Фактически, созданный картографический материал является основой для оценки территории и разработки природоохранных мероприятий на ее основе.

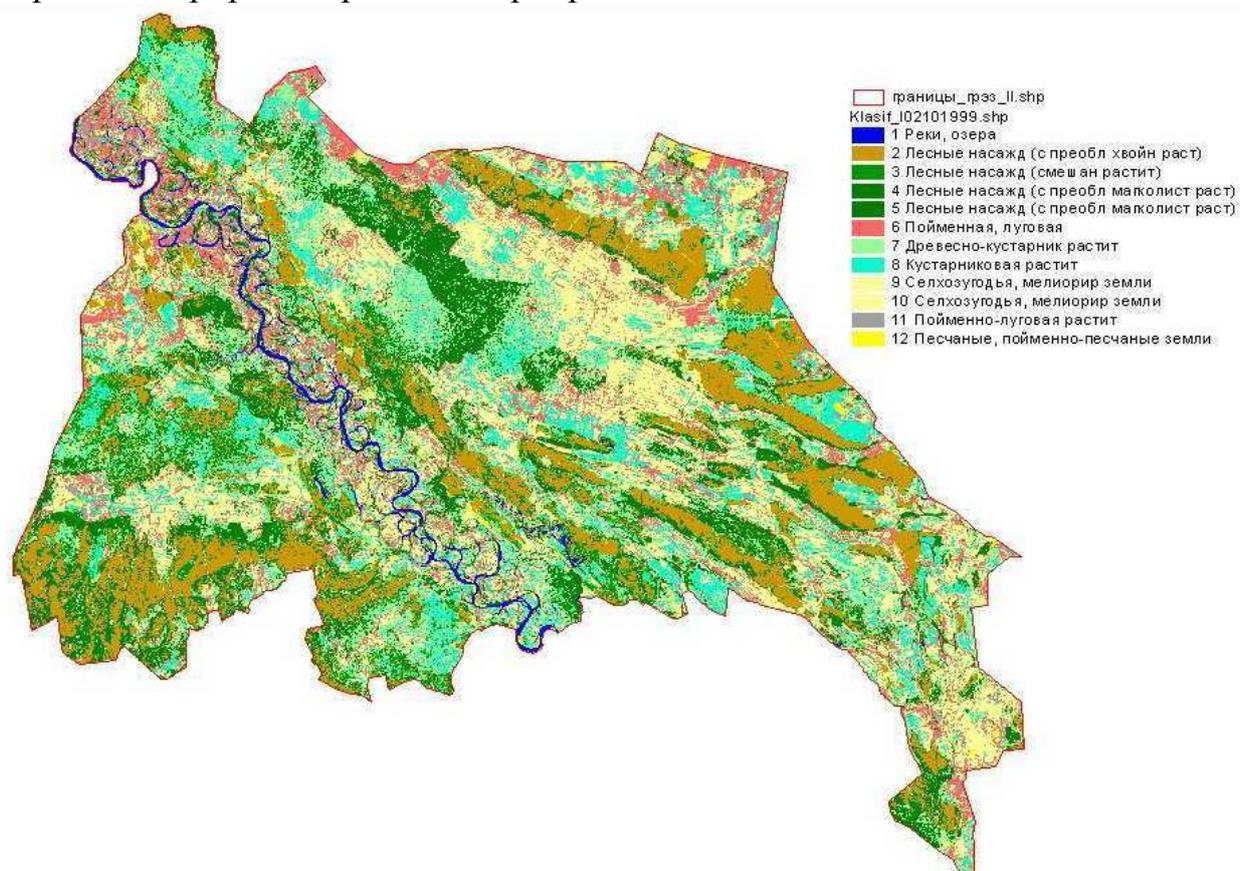


Рис. 3. Тематическая карта природных геосистем на территорию заповедника, составленная по космическому снимку Landsat 7 ETM+

Результаты, полученные за счет комплексного использования ГИС и технологий обработки данных дистанционного зондирования лягут в основу разработки методов реабилитации загрязненных радионуклидами земель. Дальнейший перспективы настоящего проекта – изучить динамику угодий за

26-летний период существования заповедника, в течение которых происходила постоянная деградация бывших сельскохозяйственных угодий, мелиоративных систем, дорог, строений, развивалось повторное заболачивание и подтопление земель. Также на основе выявленных закономерностей развития территории без влияния человека планируется создать прогноз развития ландшафтной структуры заповедника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лабутина, И.А. Использование данных листанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие / И.А. Лабутина, Е.А. Балдина. — М.: WWF России, 2011. – 88 с.
2. ArcGIS resuorse [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://resources.arcgis.com>.

АНАЛИЗ ТАКТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕСТНОСТИ, НЕОБХОДИМЫЙ В ХОДЕ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ

А.С. Новик

курсант 5-го курса общевоинской кафедры военного факультета
Белорусского государственного университета

В.А. Радевич

начальник цикла военно-специальных дисциплин общевоинской кафедры
военного факультета Белорусского государственного университета

В ходе создания специальных карт специалист опирается на информацию о конкретной местности, полученную не путем непосредственного ее наблюдения, а на данные, считанные с аналоговых и цифровых моделей местности и различную справочную информацию. Этот факт обуславливает необходимость наличия у создателя карты знаний и навыков, позволяющих ему не вступая в прямой контакт с объектом изучения мысленно представить все его свойства и характеристики.

Местность – это часть (участок, район) земной поверхности со всеми природными и антропогенными элементами (табл. 1). Она подразделяется: по характеру рельефа, по степени пересеченности, по проходимости, по условиям наблюдения и маскировки, по характеру почвенно-растительного покрова (табл. 2).

Сильнопоресеченная местность отличается от слабопоресеченной большим количеством труднопроходимых естественных препятствий, которые ограничивают маневр и скорость движения, как боевых машин, так и подразделений, передвигающихся в пешем порядке. Наличие таких препятствий требует выполнения значительных работ по инженерному оборудованию и применению специальных средств.

В зависимости от степени закрытости возвышениями рельефа, лесами, рощами населенными пунктами и другими местными предметами, позволяющими укрыться от огня стрелкового оружия и артиллерии, местность подразделяется на открытую, закрытую и полужакрытую.

Табл. 1. Элементы местности

<i>естественные</i>		<i>искусственные</i>	
<i>природные элементы</i>	<i>метеоусловия</i>	<i>элементы оперативного оборудования</i>	<i>другие элементы</i>
- рельеф; - почвогрунты; - гидрография; - растительность	комплекс природных факторов, присущих ТВД, определяющих оперативно-тактические свойства местности	- населенные пункты и отдельные постройки; - объекты путей сообщения и связи; - гидротехнические сооружения; - объекты инженерного оборудования	комплекс инженерных мероприятий, улучшающих оперативно-тактические свойства местности

Табл. 2. Разновидности местности

<i>по рельефу</i>	<i>по почвенно-растительному покрову</i>	<i>по условиям проходимости</i>	<i>по условиям маскировки</i>	<i>по пересеченности</i>
- равнинная; - холмистая; - горная	- лесная; - болотистая; - пустынная	- проходимая; - труднопроходимая; - непроходимая	- открытая; - полузакрытая; - закрытая	- сильнопересеченная; - среднепересеченная; - слабопересеченная

К открытой относится более или менее ровная местность, лишенная значительных естественных масок и укрытий. Она обеспечивает хороший обзор и обстрел, но вместе с тем на такой местности затрудняются скрытое передвижение войск, размещение и маскировка элементов боевого порядка.

Закрытая местность позволяет просматривать менее 25% всей площади. К закрытой местности относятся главным образом, лесные районы, хорошо укрывающие войска и боевую технику от наземного и воздушного наблюдения, в также районы с густой сетью населенных пунктов. На такой местности облегчается скрытое передвижение и маневрирование войск, организация противотанковой обороны, но зато сильно затрудняется наблюдение, ориентирование, целеуказание, ведение всех видов огня, управление подразделениями и взаимодействие.

В результате определения общего характера местности делают вывод о доступности района и отдельных его направлений для действия подразделений на машинах, а также намечают рубежи и объекты, которые следует детально изучить по карте, аэроснимкам и непосредственным осмотром.

Тактические свойства равнинной местности (рис. 1) зависят главным образом от почвенно-растительного покрова и от степени пересеченности. Глинистые, суглинистые, супесчаные, торфяные грунты ее допускают беспрепятственное движение боевой техники в сухую погоду и значительно затрудняют движение в период дождей, весенней и осенней распутицы. Она может быть изрезана руслами рек, оврагами и балками, иметь много озер и болот, значительно ограничивающих возможности маневра войск и снижающих темпы наступления. В целом равнинная местность легко

проходима, но не обладает достаточными защитными и маскирующими свойствами. Равнинная местность обычно более благоприятна для организации и ведения наступления и менее благоприятна для обороны.

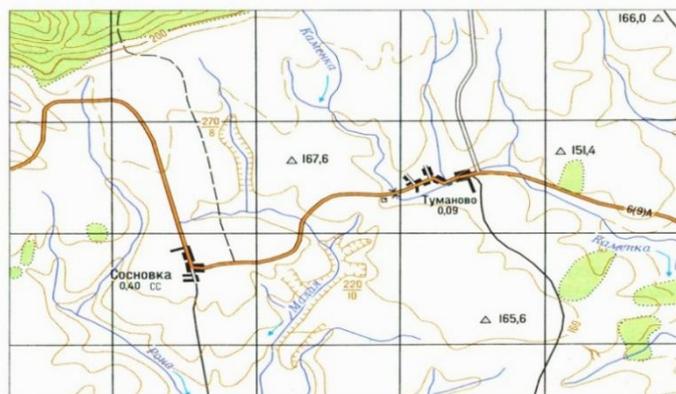


Рис. 1. Равнинная открытая слабопересеченная местность

Холмистая местность (рис. 2) не создает особых трудностей для передвижения войск, но обладает достаточными защитными и маскирующими свойствами. Она обеспечивает скрытое от наземного наблюдения противника передвижение и развертывание войск, облегчает выбор мест для огневых позиций ракетных войск и артиллерии, обеспечивает хорошие условия для сосредоточения войск и боевой техники.

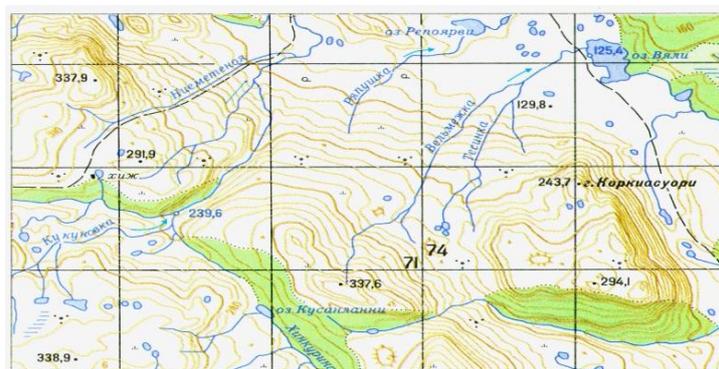


Рис. 2. Холмистая полузакрытая пересеченная местность

Боевые действия в горной местности (рис. 3) рассматриваются, как действия в особых условиях. Войскам часто приходится использовать горные проходы, затрудняется наблюдение и ведение огня, ориентирование и целеуказание, в то же время она способствует скрытности расположения и передвижения войск, облегчает устройство засад и инженерных заграждений, организацию маскировки.

Характерными особенностями пустынной местности являются острый недостаток или полное отсутствие воды, топлива, строительных материалов, слабая развитость дорожной сети. В такой местности затруднено ориентирование и целеуказание, скрытое сосредоточение войск.

Открытый характер степной местности, хорошая ее проходимость в любом направлении по дорогам и вне дорог, а также климатические условия создают в целом благоприятную обстановку для ведения боевых действий,

обеспечивается возможность широкого маневра войск, создается хороший обзор, облегчается выбор и оборудование грунтовых аэродромов.

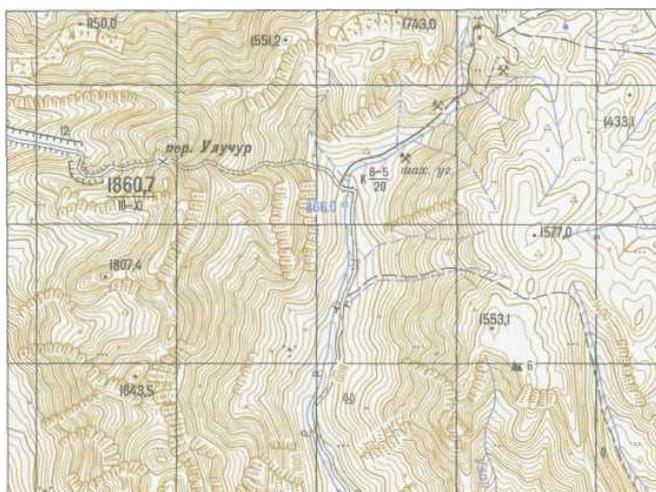


Рис. 3. Горная сильнопересеченная местность

В лесной местности проходимость зависит от наличия дорог и просек, характера рельефа и заболоченности грунта, густоты, толщины и породы деревьев; ограничиваются возможности наземного и воздушного наблюдения и ведения огня, усложняется ориентирование и целеуказание, организация взаимодействия и управления войсками. В то же время существенно облегчается маскировка и скрытое расположение войск.

Болотная местность существенно ограничивает боевые действия всех родов войск. Устройство укрытий и выполнение других инженерных работ сильно затрудняется близким расположением грунтовых вод. Открытые, безлесные пространства хорошо просматриваются при наземном и воздушном наблюдении. Труднодоступность такой местности вынуждает вести боевые действия по отдельным разобщенным направлениям, как правило, вдоль имеющихся дорог.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ООПТ (НА ПРИМЕРЕ НП «НАРОЧАНСКИЙ»)

Н.Г. Юдчиц

студент 5-го курса кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Н.В. Ковальчик

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Влияние человека на озерные экосистемы на протяжении различных этапов их развития неравнозначно. На начальном этапе использование ресурсов озер и водосборных территорий носило ограниченный характер и было связано

с рыболовством и зарождением земледелия и животноводства; затем – активизация хозяйственной деятельности в форме подсечно-огневого земледелия и сведения лесов, далее – развитие экстенсивного высокоразвитого земледелия, интенсификация сельскохозяйственного производства, гидротехническое строительство, развитие сети населенных пунктов. В настоящее время озера служат источниками водоснабжения и водопользования, приемниками вод мелиоративных сооружений, объектами рыболовства и рыбозаведения. Крупные озерные группы являются центрами курортов [1].

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) имеют важное значение в решении проблем взаимоотношений между обществом и природой. Только на территориях с особым режимом использования можно изучать развитие природных процессов, динамику биогеоценозов и ряд других проблем, необходимых для поиска путей наиболее рациональной эксплуатации и охраны природных ресурсов.

Уникальные природные ландшафты национального парка (НП) «Нарочанский» подвергаются все большему антропогенному воздействию. Применяемые меры по охране природных систем не всегда оказываются достаточно эффективными. Антропогенные источники, способные оказать воздействие на уникальные экосистемы охраняемой территории, могут находиться вблизи границ национального парка. Основное внимание в этом случае должно быть уделено изучению направленности поверхностного стока и, возможно, корректировке границ внешней охранной зоны ООПТ.

Основной целью настоящей работы был ГИС-анализ территориальной организации НП «Нарочанский» с учетом водосборных территорий озер, входящих в состав национального парка. Для выполнения работы были использованы данные геопортала НП «Нарочанский» и топокарт масштаба 1 : 100 000.

В процессе работы выполнено гидрологическое ГИС-моделирование с использованием модуля «Гидрология» ArcGIS 9.3. На первом этапе построена цифровая модель рельефа с использованием инструмента «Топо в растр». Основным преимуществом данной модели является то, что при построении учитывается не только данные о рельефе, но и урезы воды, реки, каналы и озера. Качество построенной модели многократно превышает качество модели полученной обычными методами интерполяции (ОВР, сплайн) [3, 4].

Для получения корректных данных, была построена бездепресссионная модель рельефа (т.е. заполнены все локальные понижения). Далее выполнялось построение модели направления стока и, по ее данным, направления суммарного стока с использованием инструмента «Суммарный сток». На их основе, пользуясь инструментами «Алгебра карт», «Идентификация водотоков», «Водоток в пространственный объект», были выделены постоянные и временные водотоки изучаемой территории.

Для того, чтобы выделить местные локальные водосборы, необходимо было с использованием программного модуля «Hawths Analysis Tools» определить устья постоянных и временных водотоков. В качестве устьев выступают точки пересечения постоянных и временных водотоков с озерами и

границей изучаемой территории. Используя данные точки, модель направления стока и сеть водотоков с помощью инструмента «Водосборная территория» были выделены локальные водосборы постоянных и временных водотоков. Затем, путем объединения локальных водосборов, была автоматически создана карта водосборных бассейнов рек и озер НП «Нарочанский» (рис. 1).

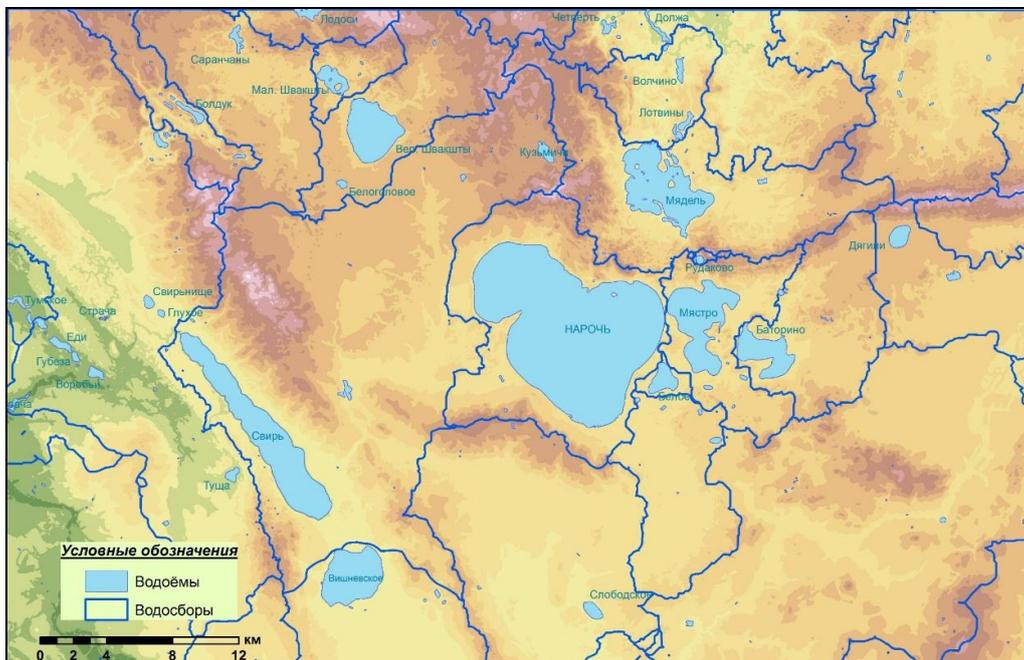


Рис. 1. Водосборные территории озер в районе НП «Нарочанский»

Полученная карта сопоставлялась со схемой функционального зонирования национального парка. С использованием оверлейных операций ГИС, при совмещении границ выделенных бассейнов и границы парка были выявлены участки водосборов, которые выходят за пределы территории национального парка. Хозяйственные объекты, приуроченные к данным участкам, могут оказать негативное воздействие на охраняемую территорию, поэтому их деятельность должна контролироваться. Возможно, с учетом границ водосборов, нужно внести изменения и в схему функционального зонирования парка (рис. 2).

К преимуществам гидрологического ГИС-моделирования можно отнести высокую скорость работы. Наиболее высокая точность проведения водораздельных линий была достигнута на участках, не затронутых мелиорацией. При выделении локальных водосборов на участках с мелиоративными каналами необходимо уточнять изменения направления стока на отдельных участках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов, Б.П. Хозяйственное использование и антропогенные изменения озер Беларуси / Б.П. Власов // *Naturalne antropogenne przemiany jezior.* – Варшава, 1999. – С. 277-284.
2. Власов Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: геоэкологическое состояние, изменения и прогноз / Б.П. Власов. – Минск: БГУ, 2004. – 207 с.
3. Hydrology toolset [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://resources.arcgis.com>.

4. Курлович, Д.М., Использование ГИС-моделирования для оценки гидрологических процессов / Д.М. Курлович, С.В. Гриб, Н.В. Ковальчик, Д.В. Иванов // Вестн. Белорус. гос. ун-та. – Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2013. – № 2. – С. 75-81.

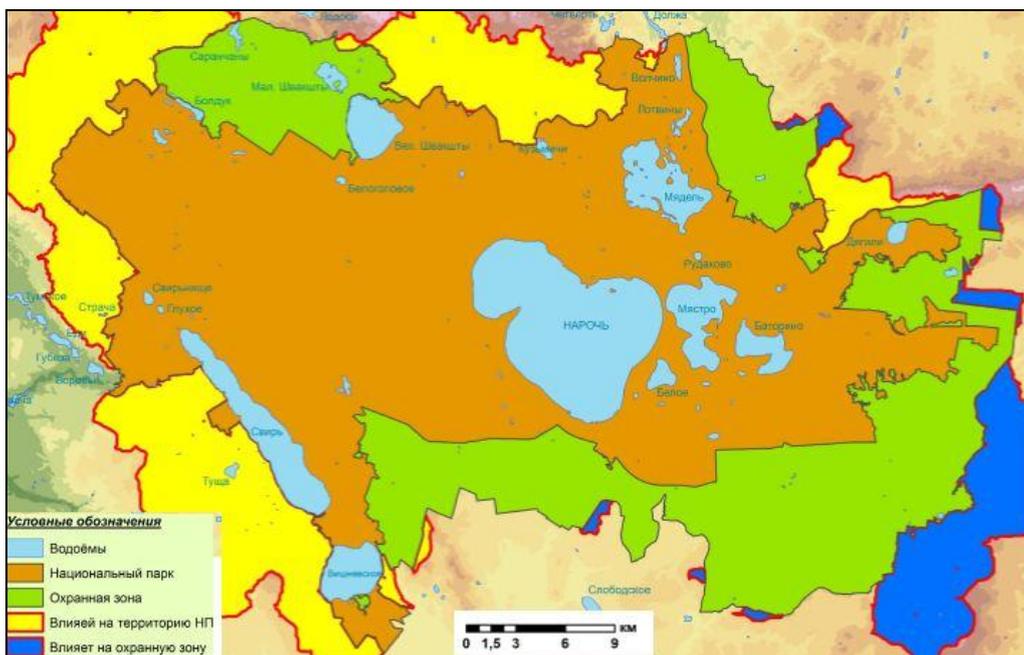


Рис. 2. Границы рекомендуемой охранной зоны НП «Нарочанский»

ГИС-АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СЛУЖБ В Г. МИНСКЕ

Б.А. Жоров

студент 5-го курса кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Для анализа транспортной доступности специальных служб в г. Минске было решено использовать сетевой анализ модуля Network Analyst ГИС ArcGIS 10. Исходными данными для проекта послужили векторы OpenStreetMap, находящиеся в свободном доступе в сети Internet (рис. 1).

Для построения сетевой модели дорог г. Минска использовались данные OpenStreetMap, а также их атрибутивные таблицы. При построении сети мы исходили из того, что спецслужбы г. Минска едут на вызовы, не взирая на сигналы светофора и на ограничения скорости.

После построения сети была произведена выборка точечных объектов, представляющих собой станции спецслужб г. Минска. По данному набору слоев строились зоны транспортной доступности.

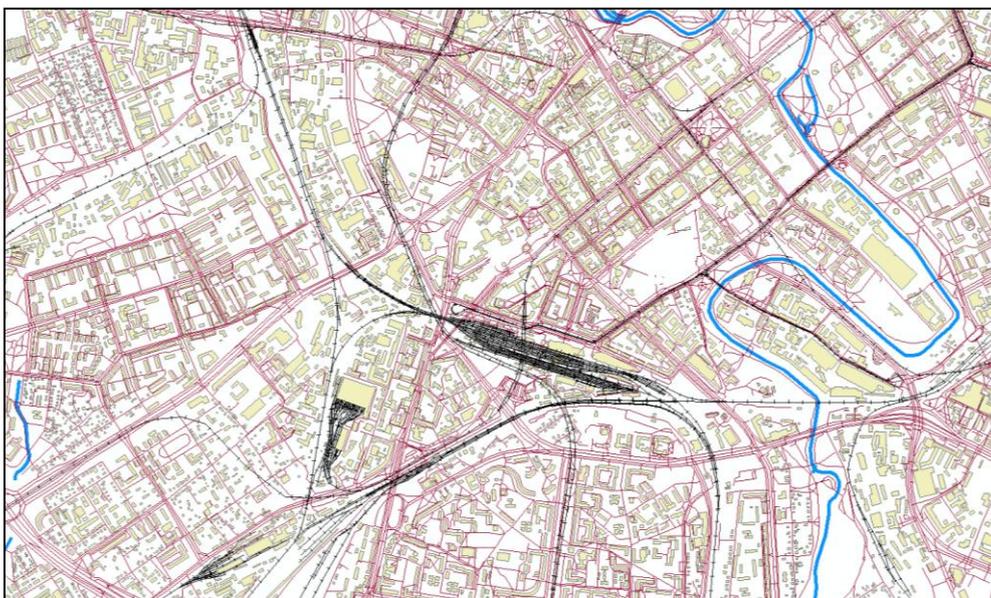


Рис. 1. Векторные данные OpenStreetMap

Карты доступности спецслужб были построены в модуле Network Analyst с помощью инструмента «Service Area» («Зоны обслуживания»). Для этого в раздел «Facilities» были добавлены точечные объекты, обозначающие станции МЧС, милиции и скорой помощи. С помощью операции «Solve» были получены полигоны доступности для каждой службы. Значения времени доступности для станций МЧС задавались равными 1, 2, 3, 5, 7 и 10 мин, а для станций милиции и скорой помощи – 1, 2, 3, 4 и 5 мин (рис. 2, 3, 4).

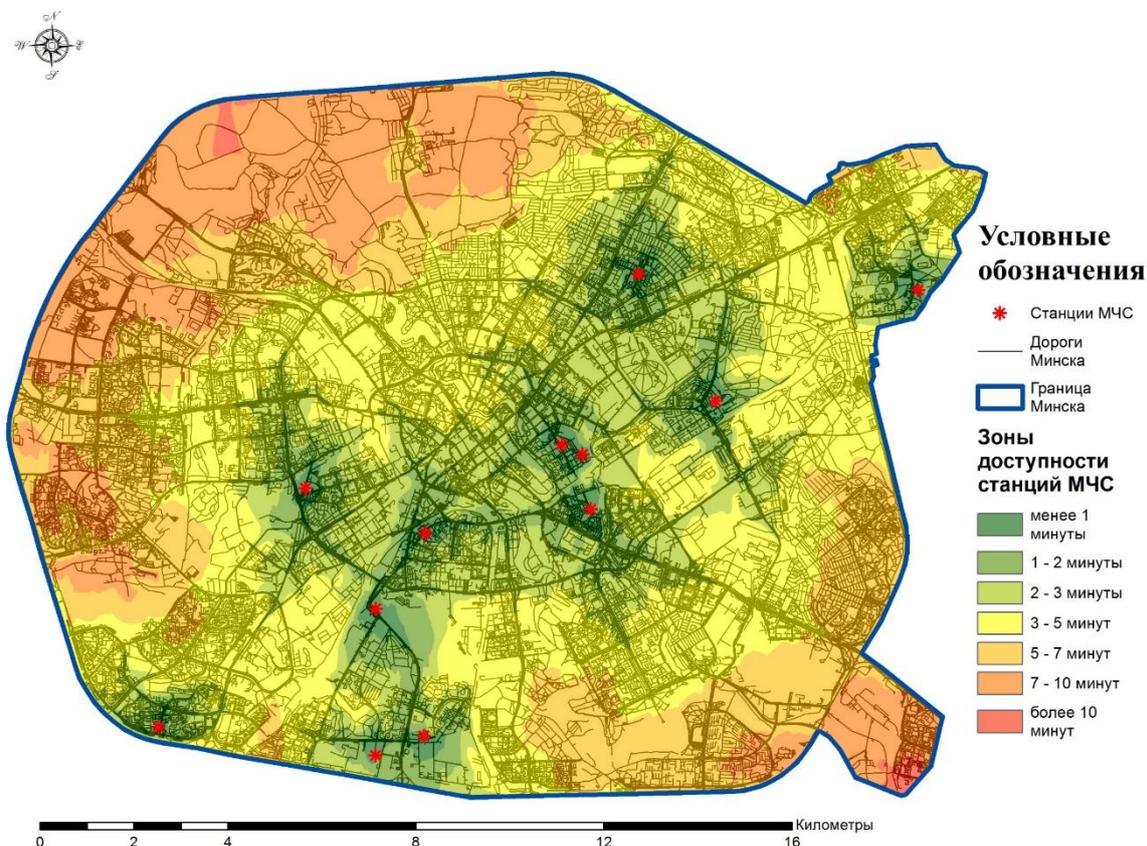


Рис. 2. Карта зон доступности станций МЧС г. Минска

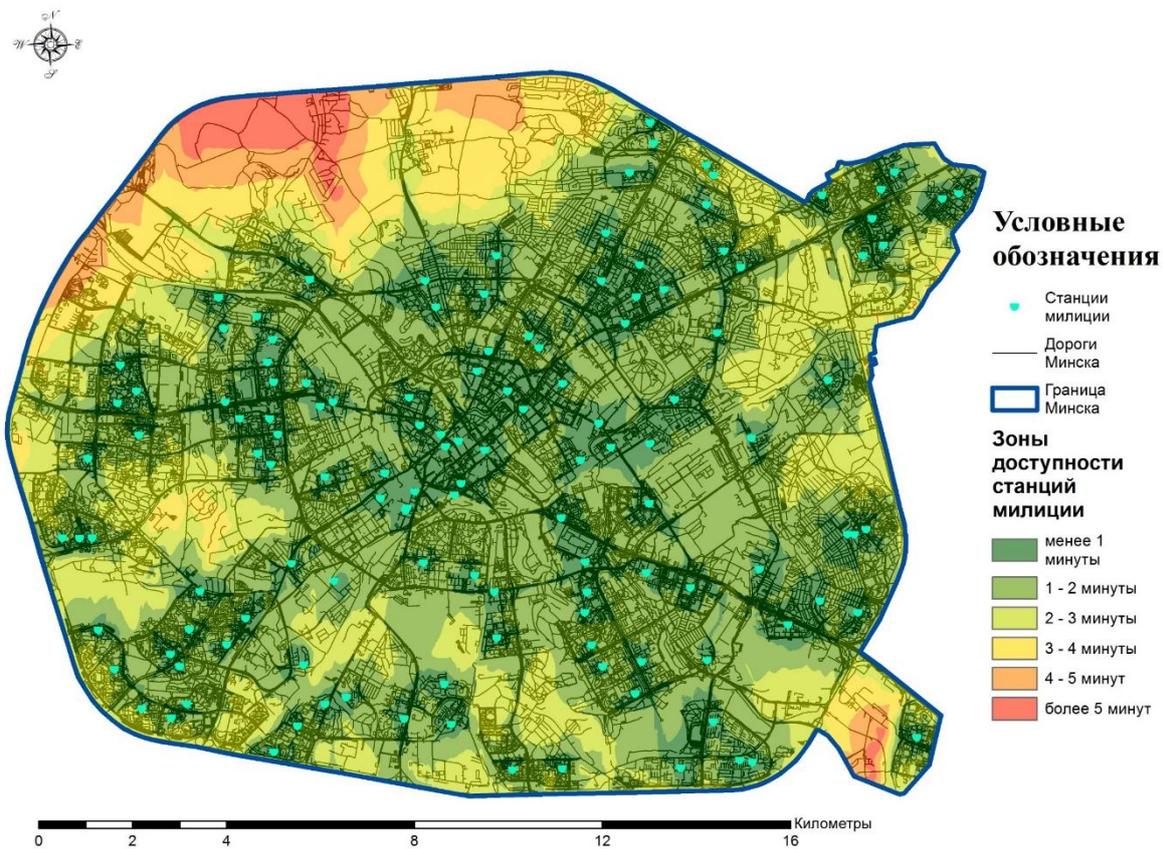


Рис. 3. Карта зон доступности станций милиции г. Минска

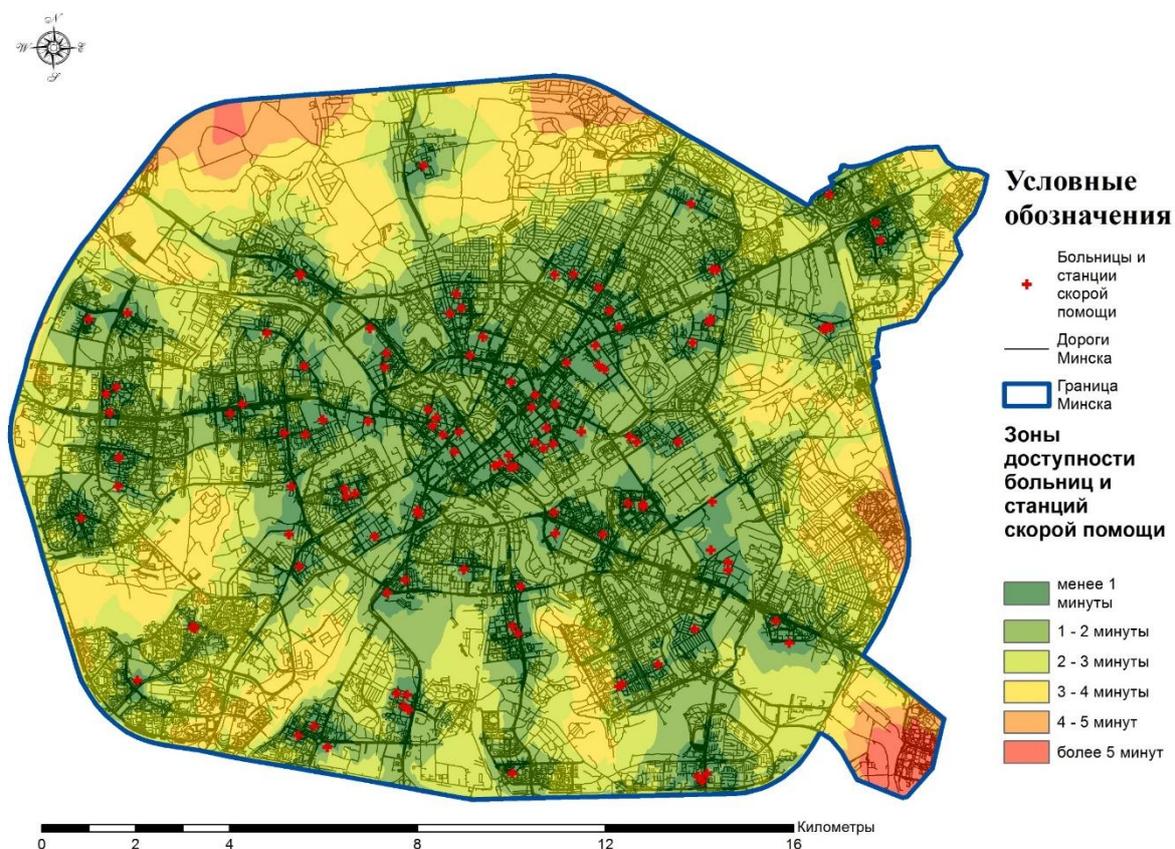


Рис. 4. Карта зон доступности больниц и станций скорой помощи г. Минска

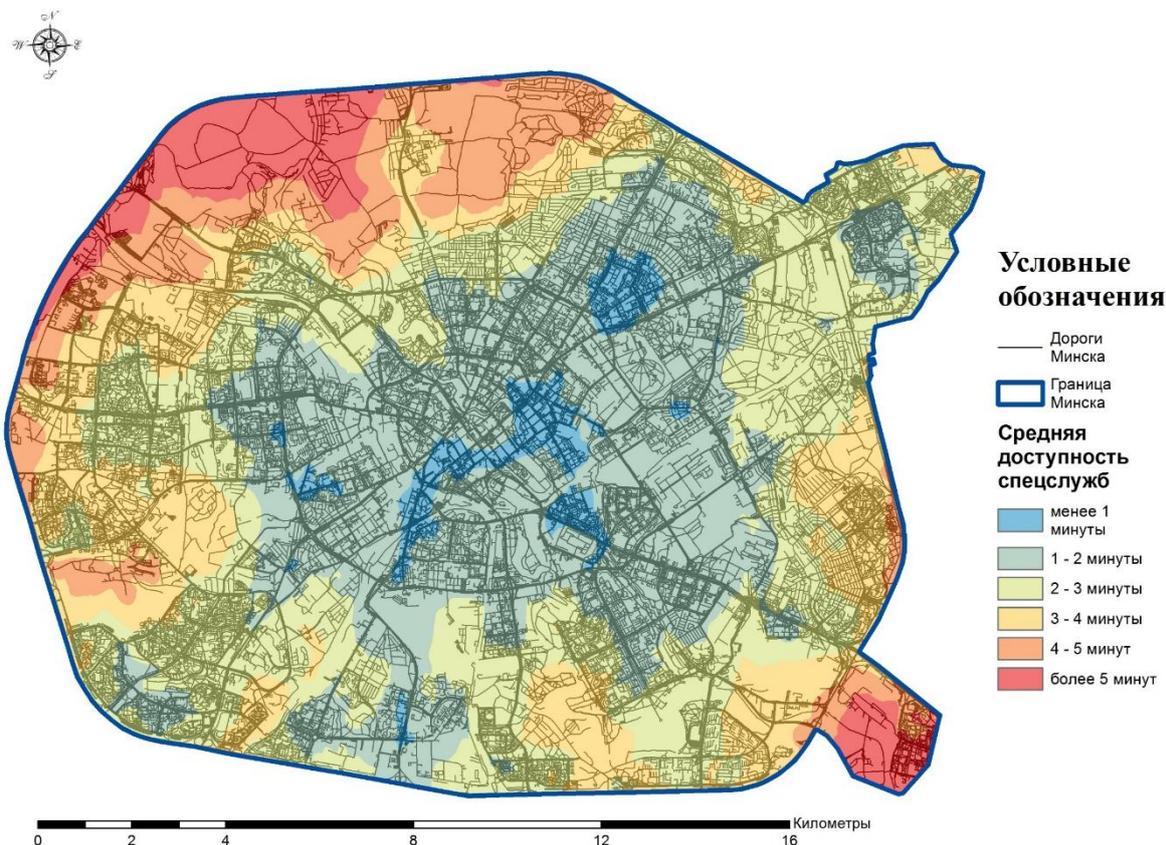


Рис. 5. Карта средней доступности спецслужб г. Минска

Полученные данные (рис. 2-4) свидетельствуют о том, что северо-западные и юго-восточные районы г. Минска довольно плохо обеспечены службами МЧС, станциями милиции и скорой помощи.

Карта средней доступности спецслужб г. Минска была получена следующим образом. При построении зон доступности для каждой спецслужбы были получены полигоны доступности с атрибутом доступности в минутах. Они были конвертированы в линии в помощью операции «Feature to Line». По данным линиям с помощью операции «Topo to Raster» были построены растры доступности каждой спецслужбы. С помощью растровой математики все три растра были сложены между собой, а результат разделен на 3.

Как видно из итоговой карты (рис. 5), наиболее благоприятны в плане транспортной доступности оказались центральные районы г. Минска, где средняя доступность составляет менее 1 минуты, а наименее благоприятны – северо-запад и юго-восток (более 7 минут).

В перспективе, нами планируется рассчитать транспортную доступность крупнейших торговых центров, школ, автозаправок и других элементов социальной инфраструктуры, которые будут впоследствии использованы при классификации новостроек, разрабатываемой порталом realt.by.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОРИДОРОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВЫХ ДОРОГ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ)

Ю.В. Ананич

студент 5-го курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Н.В. Жуковская

старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

В настоящее время географические информационные системы (ГИС), нашли эффективное применения во многих отраслях экономики, в том числе и на транспорте. В данном сегменте ГИС могут использоваться для решения следующих задач: управление инфраструктурой и ее развитием; управление парком подвижных средств и логистикой; управление движением. ГИС также эффективно применяются на стадиях проектирования и строительства, они позволяют выбирать оптимальные положения для новых объектов в зависимости от множества факторов.

Применение ГИС-анализа на этапе трассировки железной дороги позволит существенно сократить расходы на поиск оптимального пути, обеспечить визуальное представление всех аспектов, влияющих на проход трассы, ускорить подготовительный процесс разработки экономического обоснования для строительства железной дороги.

Целью данной работы является определение оптимальных коридоров для строительства Полесской железной дороги с использованием инструментов ГИС-анализа. Территория проектирования новой железной дороги расположена на юго-западе Гомельской области и включает 3 административных района (Мозырский, Ельский и Лельчицкий). Официальный маршрут трассирования проходит по направлению Глушковичи – Лельчицы – Михалки.

В качестве основных факторов, влияющих на стоимость прокладки новой железной дороги, рассматривались геологические и гидрологические условия местности, уклон, виды земель, близость транспортных коммуникаций, населенных пунктов и важнейших месторождений.

Исходными данными для выполнения проекта служили: геологическая карта четвертичных отложений Припятского Полесья масштаба 1 : 500 000 [1], карта гидрогеологического районирования территории Припятского Полесья для целей мелиорации масштаба 1 : 500 000 [2], многозональный космический снимок Landsat-5TM от 05.06.2011г., векторные данные OpenStreetMap [3]. В качестве цифровой модели рельефа использовались данные радарной интерферометрической съемки поверхности земного шара SRTM [4]. Разрешение равно трем угловым секундам (~90 м), что отвечает уровню детализации региональных геоморфологических исследований.

Исследование проводилось в программной среде ArcGIS 9.3 и включало несколько этапов. На первом этапе была создана векторная топографическая основа (автомобильные и железные дороги, леса, гидрография, административные границы), осуществлена геопривязка и оцифровка карт четвертичных отложений и гидрогеологического районирования Полесского региона.

На основе данных SRTM была построена карта уклонов и классифицирована согласно нормативам уклонов железных дорог [5]. Карта четвертичных отложений была классифицирована на восемь классов: пять классов аллювиальных отложений, и по одному для ледниковых, эоловых и болотных отложений. Карта гидрогеологического районирования была классифицирована по глубине залегания и сезонному уровню подъема грунтовых вод, наиболее пригодными считались земли с небольшим уровнем подъема и достаточно большой глубиной залегания.

Виды земель выделялись на основе многозонального снимка Landsat-5 TM. Последний был синтезирован по спектральным зонам 4-5-3. Классификация изображения проводилась в программе ERDAS Imagine 2010 методом неконтролируемой классификации ISODATA, однако было задано большое число классов – 40, что позволило вручную определить, к каким землям относятся определенные участки [6]. Были выделены следующие виды земель: лесные земли, кустарниковая растительность, пахотные земли, болота, луга (рис. 1). Как наиболее пригодные были отмечены луговые земли, по соотношению затрат на их преобразование плюс работы по подготовке укладки полотна, затем кустарники и редколесья, пашня, леса, болота и водные объекты.

Вокруг границ населенных пунктов района исследования были построены буферные зоны в 100 и 1000 метров, отражающие санитарную и зону пешеходной доступности соответственно. При классификации веса были заданы таким образом, чтобы исключить прохождение железной дороги непосредственно через населенные пункты. Слой водные объекты был классифицирован с учетом разницы в стоимости моста и прокладкой пути по суше на одинаковое расстояние. Также был создан отдельный слой с буферами вокруг месторождений полезных ископаемых (глина и торф) и поселка Лельчицы для последующего увеличения их приоритета при прокладке трассы.

На втором этапе подготовленные и классифицированные наборы исходных данных были скомбинированы для получения результирующего раstra стоимости строительства дороги (рис. 2).

При комбинировании слоев наибольший весовой коэффициент был задан населенным пунктам, далее в порядке уменьшения следуют геологические и гидрогеологические условия, водные объекты, уклон и виды земель. Последний слой имеет невысокий вес для предотвращения резких поворотов.

Был создан точечный класс объектов, представляющий точку назначения (месторождение в Глушковичах). На основе наборов данных: точка назначения, стоимостная поверхность и цифровая модель рельефа, были рассчитаны путевое расстояние и путевое направление.

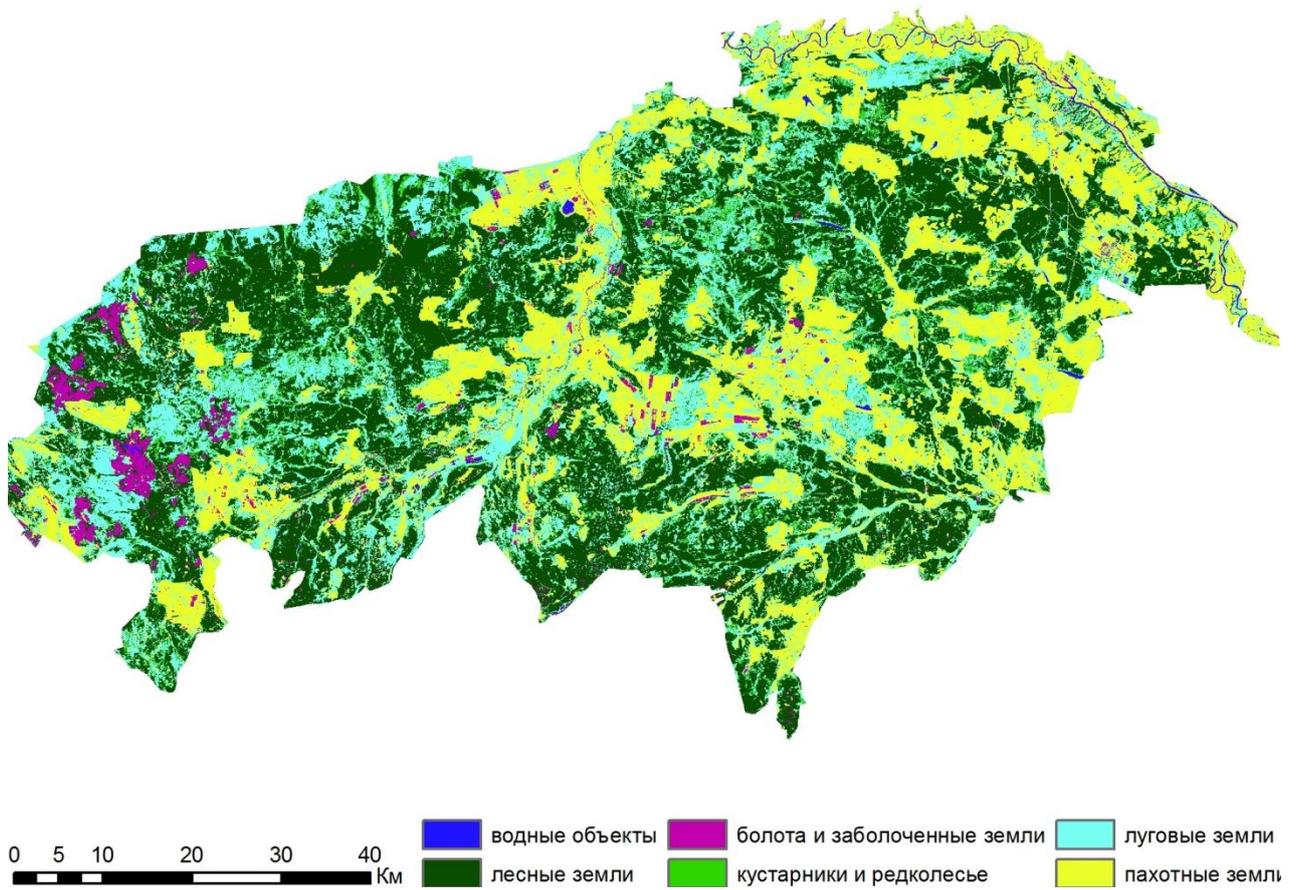


Рис. 1. Структура земельного фонда района исследования



Рис. 2. Результирующий растр стоимости

Линейный класс объектов железных дорог был заменен отдельными точечными объектами по ходу трассы. В качестве перспективных узловых станций были выбраны Козенки, Михалки и Ельск. С помощью инструмента «Кратчайший путь» были определены три оптимальных маршрута для строительства новой железной дороги (рис. 3).

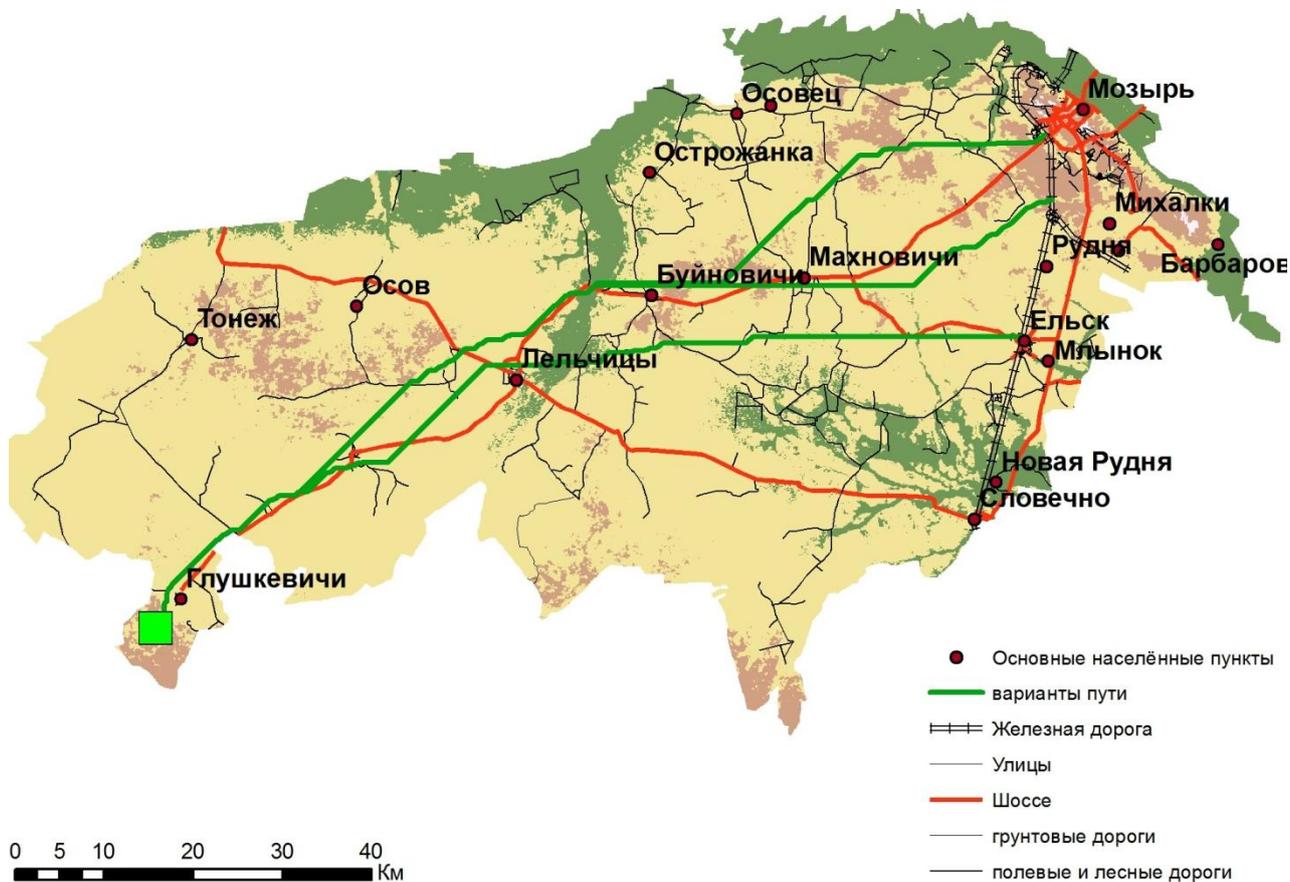


Рис. 3. Карта района исследований с перспективными вариантами трассировки

Маршрут № 1 длиной 124 км начинается от станции Козенки и проходит по территории Мозырского и Лельчицкого районов. Данный вариант наиболее близко подходит к Острожанскому месторождению бентонитовых глин и пролегает в 5 километрах к северу от центра городского поселка Лельчицы. Возле деревни Буйновичи маршрут № 1 сливается с маршрутом № 2, идущим от станции Михалки, которая по официальной информации является наиболее вероятным местом начала железнодорожной линии. Длина маршрута № 2 – 122 километра. Стоит принять во внимание и наибольшую пригодность самой станции для устройства там узлового пункта. Этот вариант проходит примерно в 16 километрах к югу от Острожанского месторождения глин.

Дополнительно также был построен маршрут № 3, который начинается в городе Ельск, отходя от одноименной станции. Этот маршрут имеет протяженность 112 километров, проходит ближе к центру городского поселка Лельчицы, но дальше от всех попутных месторождений.

Проведенный анализ показывает, что наиболее экономически целесообразным является маршрут № 2.

На текущем этапе данного исследования ведется поиск эталонных объектов для определения типовых затрат при строительстве, обрабатывается реальный проект Полесской железной дороги, планируется перспективный анализ конкретного маршрута, учет реалий существующих норм трассировки и проектирования железной дороги.

Дальнейшие исследования методов использования ГИС в данной области помогут сэкономить трудовые и материальные ресурсы Республики Беларусь, улучшить транспортную систему и обеспечение природными ресурсами, увеличить и развить высокие технологии в производственном секторе экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов, М.Ф. Геологическая карта четвертичных отложений Припятского Полесья для целей мелиорации / М.Ф. Козлов. – Минск: Институт геохимии и геофизики АН БССР, 1971.
2. Козлов, М.Ф. Карта гидрогеологического районирования территории Припятского Полесья / М. Ф. Козлов, В. П. Васильев, Я. М. Шилинская. – Минск: Институт геохимии и геофизики АН БССР, 1970.
3. Данные OSM в формате shape-файлов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY>.
4. SRTM 90m Digital Elevation Data [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://srtm.csi.cgiar.org/Index.asp>.
5. Строительные нормы Республики Беларусь – Железные дороги колеи 1520 мм. СНБ 3.03.01 – 98. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 1998 – 38 с.
6. Скачкова, А.С. Структура и динамика земельного фонда Воложинского района минской области за период с 1975 по 2010 г. (по результатам автоматизированного дешифрирования классов земных покрытий в европейской номенклатуре CORINE LANDCOVER) / А.С. Скачкова, Д.М. Курлович, Л.В. Катковский // Вестник БГУ – Минск: БГУ, 2013-№ 1. – С. 98-103.

ГИС-АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИИ Г. ВИТЕБСКА

С.А. Алимпов

студент магистратуры кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Н.В. Ковальчик

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Транспортная система города входит в общую систему жизнеобеспечения территорий и имеет инфраструктурное значение. Наряду с системами энергоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения, канализации города транспортная система создает необходимые условия для эффективной работы всех отраслей народного хозяйства.

Транспортная ситуация в г. Витебске является не самой простой. Несмотря на то, что основные пассажироперевозки в городе осуществляются пассажирским транспортом, постоянно увеличивается роль и использования личного автомобильного транспорта. В последние десять лет автомобилизация населения увеличилась в 1,5 раза и составила 320 (в том числе 270 легковых) автомобилей на 1000 жителей. Ожидается, что при сохранении таких темпов увеличения автомобилизации населения, интенсивность движения транспорта на существующей уличной сети города и мостовых переходах увеличится в перспективе на 40 процентов. Несомненно, это приведет к увеличению аварийности на дорогах города, ухудшит экологическую обстановку, затруднит движение в центральной части города.

Вместе с тем, город будет расти и расширяться и далее. Несмотря на мнение, что за последние годы произошло снижение демографического потенциала прилегающих к городу территорий, рост численности города продолжается. Если в начале 2000-х ожидалось, что численность населения Витебска к 2020 году увеличится до 350 тысяч человек, то уже можно констатировать, что на момент первого квартала 2014 года она составляет 370 тысяч. Рост численности населения, несомненно, отражается и на интенсивности использования транспортных коммуникаций.

В настоящее время Витебск имеет радиально-полукольцевой тип дорожной сети. В центральной части города автомобильные дороги образуют каркас квадратной формы, сторонами на север (ул. Фрунзе и Кирова), восток (ул. Терешковой и Петруся Бровки), юг (ул. Воинов-Интернационалистов и Зеленогурская) и запад (ул. М. Горького, Герцена, Буденного). От этого ядра расходятся путепроводы-радиусы, переходящие в междугородние автотрассы: ул. Фрунзе (на Сураж, Велиж, трассу Е-95), просп. Московский (на Смоленск), продолжение ул. Воинов-Интернационалистов (на Оршу), Бешенковичское шоссе (на Минск), ул. Титова (на Полоцк), ул. Ленинградская (на Городок, Псков). Формирование кольцевой автодороги началось довольно поздно (1970-80 гг.) и пока не завершено. Ее основу составляет участок международного коридора Е-95 к востоку от города.

Коммунальный транспорт города представлен трамваем (9 маршрутов), автобусом (57 маршрутов), троллейбусом (10 маршрутов) и маршрутными такси. Движение маршрутных такси слабо регулируется: у них нет фиксированного расписания в открытом доступе, их маршруты движения не постоянны – появляются и исчезают в зависимости от конъюнктуры. Поэтому решено для данного анализа не учитывать движение маршрутных такси.

Целью настоящего исследования явилось выявление географических особенностей распределения потока пассажирского транспорта на территории г. Витебска и предложить пути для его оптимизации.

Основная часть работы выполнялась в среде ГИС ArcGIS 10. Первоначально была создана модель средней численности населения в домах города. Полноценной картой плотности населения ее назвать нельзя, поскольку она показывает пространственное распределение и емкость жилых зданий, тем не менее, она вполне дает представление о районах наиболее плотного

заселения. Для расчета численности населения в домах учитывались количество подъездов, этажей, квартир на этажах; эти данные были получены камеральным и полевым методами. Расчетное суммарное население города (в учтенных жилых домах) составило 386 252 жителей, что отличается от реальной численности населения на 4%. Было принято решение считать данную ошибку допустимой и использовать полученный слой для дальнейшей обработки. Таким образом, наиболее заселенными районами оказались центр, юго-восток, восток и северо-восток города.

Далее была составлена карта провозной способности транспорта на различных участках транспортной сети города. В расчет брался общественный транспорт большой вместимости – автобус, троллейбус, трамвай. Был рассчитан показатель средней максимальной вместимости для каждого вида транспорта (для трамвая – 160 человек на транспортную единицу, для автобуса – 150, для троллейбуса – 115) [7-10]. Так как наиболее устойчивое транспортное движение наблюдается в час пик, то необходимо было рассчитать окно наибольшей интенсивности движения общественного транспорта. Анализ производился с помощью специального приложения для Android, показывающее актуальное расписание движения витебского транспорта. Таким окном оказался промежуток времени с 6.30 до 8.30 и с 17.00 до 19.00. После проведения всех расчетов для каждого участка дорожно-транспортной сети было определено значение максимальной провозной способности транспорта за время максимальной загрузки в течение дня (рис. 1).

Исходя из полученных в работе результатов, можно сделать вывод о диссонансе емкости общественного транспорта и распределения населения в г. Витебске. Наиболее это явление характерно для восточной, южной и юго-западной частей города. На юго-западе (район улицы Горького, ДСК, Марковщина) при низкой плотности заселения наблюдается избыток предложения транспорта. Наиболее вероятной причиной этого является наличие трудоемких предприятий в этом районе (РУМПП ВЗРД, Витебская ТЭЦ, КИМ, Герой труда). Однако необходимо отметить, что большинство из них значительно сократили производство, количество занятых тоже уменьшилось. Возможно, расписание общественного транспорта не успело отследить эти изменения и изменить направленность пассажиропотоков. Рекомендуется снизить пассажиропоток в данном направлении.

За последние годы, наибольшее развитие получили предприятия на востоке, северо-востоке и северо-западе города. На востоке и юге наблюдается несоответствие заселенности и предложения транспорта, здесь уже спрос на транспорт видится максимальным в городе. Связано это также с устареванием маршрутной сети, которая формировалась еще до появления этих районов. Возможно, составление новой маршрутной сети изменит ситуацию. Нужно учесть также то, что, согласно генплану Витебска, город продолжит расти на юг и на восток. Рекомендуется увеличить охват общественным транспортом данных районов.

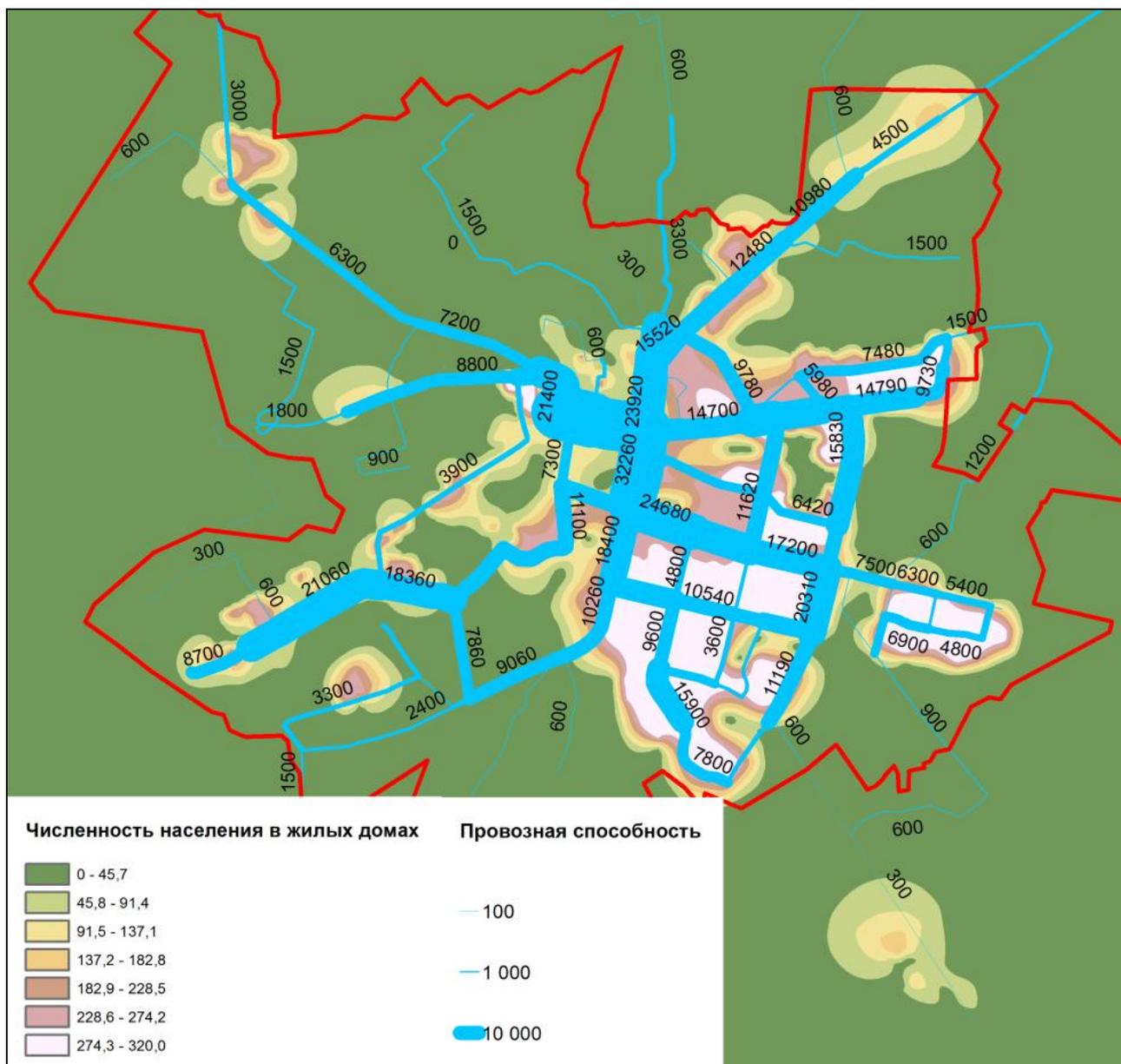


Рис.1. Карта максимальной провозной способности транспорта на участках дорожной сети г. Витебска в час пик

Хотелось бы обратить внимание на использование отдельных видов транспорта в районах города. Трамвай и троллейбус занимают особое положение, они не могут ходить везде в городе. В некоторых районах они являются доминирующим видом транспорта: трамвай на юго-западе и северо-востоке, троллейбус – на довольно оживленных улице Терешковой (восток) и проспекте Строителей (юг). С одной стороны, электротранспорт экологичен и экономичен. Однако при сбоях в электросети может быть парализована перевозка пассажиров в целых микрорайонах, поэтому, возможно, следует обратить внимание на диверсификацию транспорта в этих районах. Особенно это касается юго-запада, далеко расположенного от автопарков города. Рекомендуется предусмотреть диверсификацию видов транспорта на юго-западе, северо-востоке города, на улице Терешковой (восток) и проспекте Строителей (юг).

НОМИНАЦИЯ «СОЗДАНИЕ ГИС ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОГО И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА»

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ В СРЕДЕ ГИС

П.С. Долгий, А.О. Скарубо, А.Н. Морев

студенты 3-го курса кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

П.Ф. Парадня

старший преподаватель кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

В настоящее время геоинформационные системы со своим многообразием функций и широким спектром возможностей могут использоваться не только для целей цифрового картографирования, но и как обучающие средства.

В рамках настоящего проекта было создано обучающее приложение-игра на определение (угадывание) районов Беларуси по их границам, расположению крупных населенных пунктов, выдающихся природных объектов, а также по ряду дополнительной информации.

Для разработки приложения использовался программный продукт ESRI ArcGIS 9.3 и язык программирования Visual Basic for Applications. Для диалога с пользователем создана пользовательская форма (рис. 1). Запускается приложение при помощи кнопки на панели инструментов, к которой привязан макрос. После этого в экстенде карты отображается случайным образом выбранный один из районов Беларуси (рис. 2).

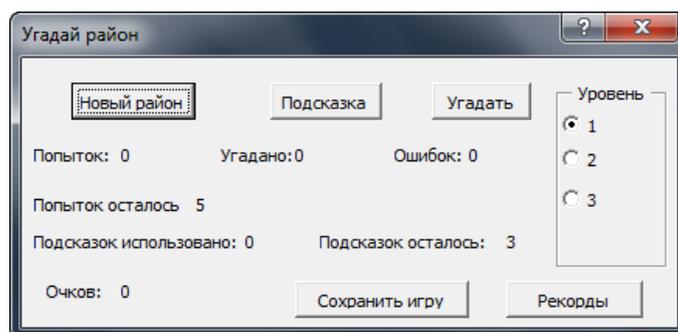


Рис.1. Пользовательская форма приложения

Цель тестируемого – определить как можно больше районов и набрать как можно больше очков. Тест имеет три уровня. На первом предлагается определить район со слоями рек, озер, городов, контуром района, а также границами смежных районов. Максимальная сумма очков на первом уровне – 10. На втором уровне отображаются только слои городов, контур района и границы смежных районов. Максимальная сумма очков – 15. Третий уровень предлагает определить район только по контуру района и городам. Для отображения объектов слоев «Города» и «Районы» программа использует определяющий запрос.

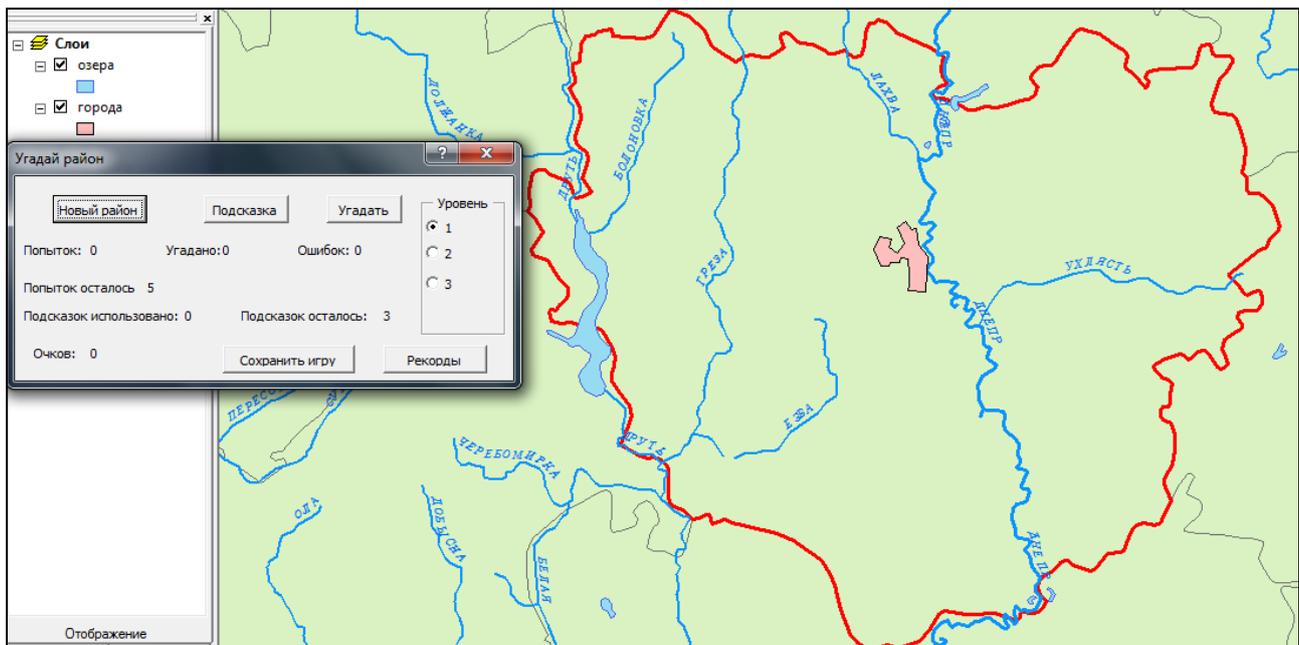


Рис. 2. Вид карты после запуска приложения

Каждая использованная подсказка или неправильный ответ уменьшает число очков за текущий район на 1. Количество попыток определения отдельного района, а также число правильных и неправильных ответов фиксируется в соответствующих полях атрибутивной таблицы, что позволяет определить, какие районы угадываются проще, а какие – труднее (рис. 3).

FID	Shape *	DISTRICT	REGION	попыток	угадан	ошибок	
0	Полигон	Шумилинский	Витебская	1	1	0	Здесь расположен самый большой остаток от ледника.
1	Полигон	Шарковщинский	Витебская	4	2	2	Из этого района родом Я.Дроздович и И.Сикора - художник и
2	Полигон	Глубокский	Витебская	2	2	0	Этот район имеет самое уникальное положение на нашей час
3	Полигон	Ушачский	Витебская	2	2	0	Самый озёрный район в республике (если брать по группам).
4	Полигон	Бешенковичский	Витебская	4	4	0	Родом именно из этого района канцлер ВКЛ Лев Сапега, живог

Рис. 3. Фрагмент атрибутивной таблицы слоя Районы

Для каждого района имеется три подсказки: интересный факт о районе, буква, на которую начинается его название и название области, в которой он находится. Подсказка вызывается нажатием одноименной кнопки (рис. 4).

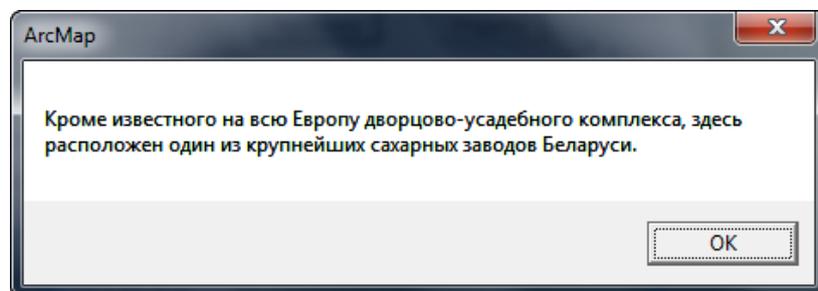


Рис. 4. Окно с подсказкой

В поле атрибутивной таблицы, в котором содержатся интересные факты, можно вписывать любые сведения, в зависимости от того, в какой области знаний используется приложение.

После определения 10 районов появляется окно, в котором показывается количество набранных очков и количество возможных очков. Программа

напоминает о сохранении набранных очков (рис. 5), которые затем можно вывести в отдельном окне (рис.6) .

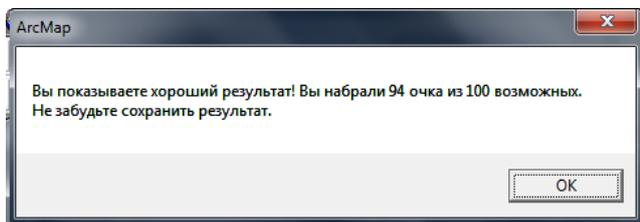


Рис. 5. Окно, появляющееся после 10 угаданных районов

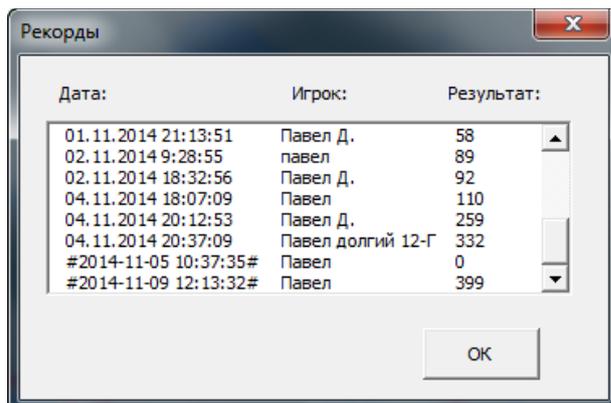


Рис. 6. Окно с результатами

При закрытии пользовательской формы программа предлагает сохранить набранные очки, устанавливает в качестве определяющих запросов использованных слоев пустой символ, делает отображаемые на полном экстенсте слои видимыми, возвращает карту к полному экстенсту (рис.7).

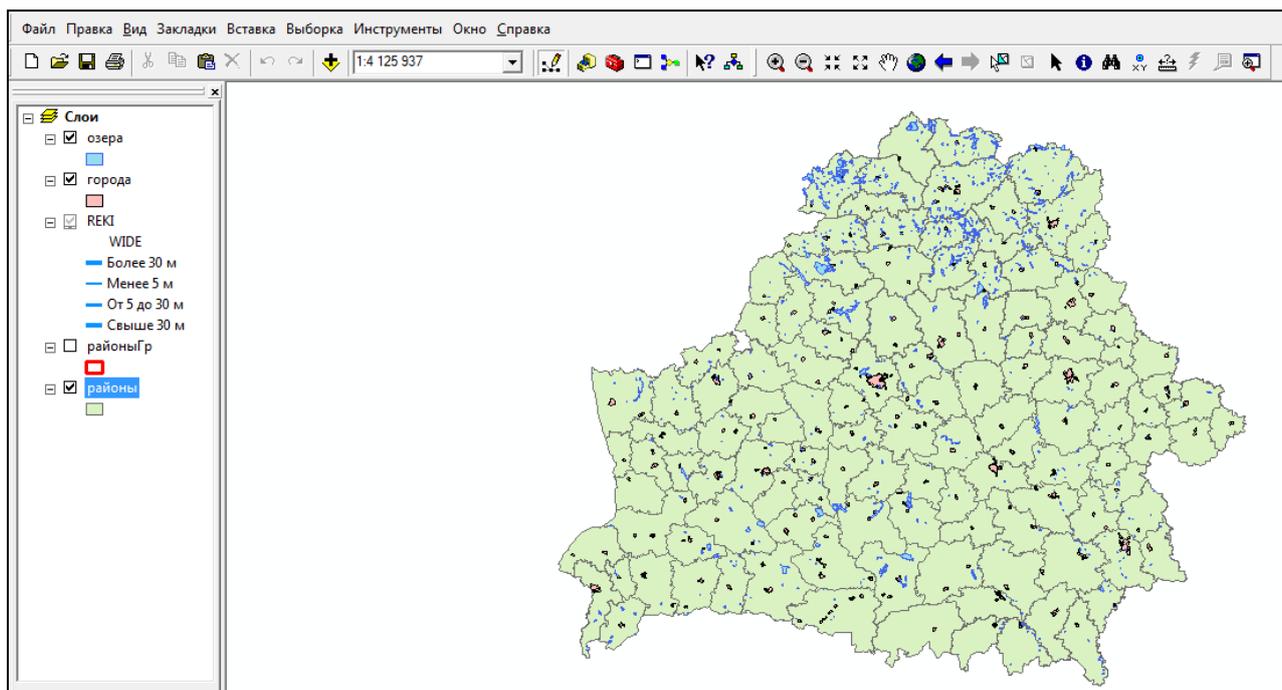


Рис. 7. Полный экстенст карты

Программный код приложения не содержит имен слоев, полей атрибутивных таблиц, что позволяет легко адаптировать приложение к разным картам, например, к карте мира (рис. 8).

Разработанное приложение может использоваться как учебное пособие при изучении географии Беларуси, истории Беларуси и других дисциплин, а также как средство для досуга, для совершенствования персональных знаний о районах Беларуси и в педагогических исследованиях.

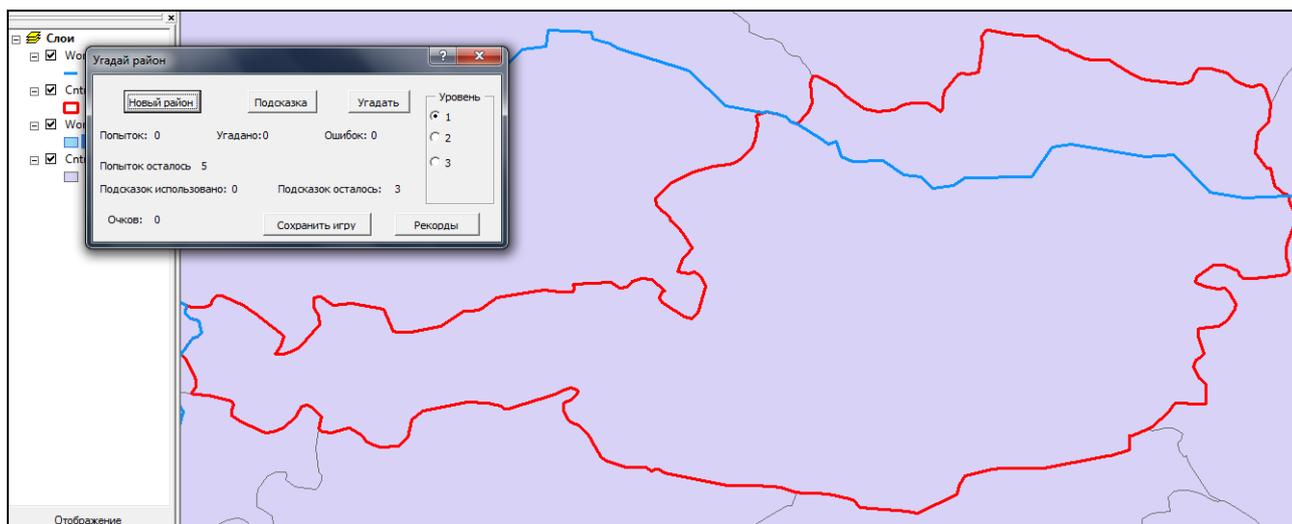


Рис. 8. Работа приложения с картой мира

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА ПО ГЕОГРАФИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**А.И. Хвалько, Г.И. Радюкевич, Е.Ф. Каранец,
А.В. Седельник, С.И. Малашкевич**

студенты кафедры интеллектуальных информационных технологий
факультета информационных технологий и управления Белорусского
государственного университета информатики и радиоэлектроники

С.А. Самодумкин

старший преподаватель кафедры интеллектуальных информационных
технологий факультета информационных технологий и управления
Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники

Геоинформационные системы (ГИС) – системы, предназначенные для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. Характерной чертой таких систем является решение информационно-поисковых задач с привязкой объектов на некоторую территорию местности. Однако, из-за многообразия типов объектов местности, большого количества различных топологических отношений и множества встречаемых на практике задач, для которых не всегда существуют алгоритмические решения, современная ГИС нуждается в интеллектуализации.

Реализация интеллектуальных вопросов предполагает такой способ хранения информации в компьютерной системе, который позволяет представлять объекты предметной области и устанавливать связи или отношения между ними. Применительно к географическим объектам, в дополнение устанавливаются топологические связи между ними. Такую возможность предоставляют семантические модели, построенные на основе семантических сетей. На данный момент существуют программные средства и

технологии, позволяющие описывать предметные знания на языке семантических сетей. Одной из таких технологий является технология OSTIS [1] – открытая семантическая технология проектирования интеллектуальных систем.

В соответствие с общими принципами проектирования интеллектуальных систем по данной технологии, семантическая модель геоинформационной системы состоит из базы знаний, машины обработки знаний и интеллектуального пользовательского интерфейса. Последний компонент обеспечивает работу с картами. Он условно включает в себя следующие компоненты:

- модуль разбора карт в объекты карты;
- модуль отображения карты;
- модуль конвертирования картографических данных во внутренние графовые структуры;
- модули установления топологических отношений между объектами карты.

Ядром разрабатываемой ИСС является база знаний. База знаний (БЗ) – это совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на некотором языке, приближенном к естественному) [3]. В данной ИСС в качестве языка представления информации выступает язык SC и его подмножества: SCs и SCg.

Для каждого класса объектов местности выделены основные, присущие только ему, семантические характеристики. В соответствии с этим, каждый географический объект можно отнести к одному из данных классов объектов местности. Для указания семантических свойств самим классам объектов местности используется разработанный и ныне действующий в Республике Беларусь классификатор топографической информации, отображаемой на топографических картах и планах городов, ОКРБ 012-2007 [2].

В соответствии с данным классификатором, каждый класс объектов на карте однозначно задается классификационным кодом.

Иерархия классификатора имеет восемь ступеней классификации: код класса, код подкласса, код группы, код подгруппы, код отряда, код подотряда, код вида, код подвида.

Таким образом, отражаются соотношения различных классов объектов местности, а также устанавливаются характеристики конкретного класса объектов местности. Представленная информация задает основные свойства и отношения самих классов объектов. Такую информацию по отношению к конкретным объектам местности можно назвать метаинформацией, а совокупность данной метаинформации представляет собой онтологию объектов местности. Полученная онтология является частью базы знаний интеллектуальной геоинформационной системы [4]. Онтология объектов местности включает описание следующих классов объектов местности:

- водные объекты и гидротехнические сооружения;
- населённые пункты;

- промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;
- дорожная сеть и дорожные сооружения;
- растительный покров и грунты.

В соответствии с этим, создается множество статей, описывающих конкретные объекты местности для каждого класса объектов местности. В качестве примера приведем фрагмент базы знаний, описывающий город Бельниччи на SCs:

```

belynichi => nrel_main_ru_idtf:[Бельниччи] ;;
belynichi => nrel_main_en_idtf:[Belynichi] ;;
belynichi => nrel_population: [10688];;
belynichi => nrel_region: mogilev_region
(*
=> nrel_main_idtf: [Могилевская область] (* <- lang_ru;; *));;
=> nrel_main_idtf: [Mogilev region] (* <- lang_en;; *));;
*);;
belynichi => nrel_district: belynichi_district
(*
=> nrel_main_idtf: [Бельничский район] (* <- lang_ru;; *));;
=> nrel_main_idtf: [Belynichi district] (* <- lang_en;; *));;
*);;
belynichi => nrel_locality: belynichi
(*
=> nrel_main_idtf: [Бельниччи] (* <- lang_ru;; *));;
=> nrel_main_idtf: [Belynichi] (* <- lang_en;; *));;
*);;
belynichi => nrel_state: residential
(*
=> nrel_main_idtf: [жилой] (* <- lang_ru;; *));;
=> nrel_main_idtf: [residential] (* <- lang_en;; *));;
*);;
belynichi => nrel_politic: district center
(*
=> nrel_main_idtf: [районный центр] (* <- lang_ru;; *));;
=> nrel_main_idtf: [district center] (* <- lang_en;; *));;
*);;
belynichi <= nrel_photos: "file://power.jpg";;
belynichi => nrel_date: [1556];;
belynichi => nrel_postcode: [213051];;
belynichi => nrel_code_soato:[7204551000];;

```

Любой из объектов на карте может быть отнесен к одному из четырех типов (рис. 1): точечный объект, линейный незамкнутый объект, линейный замкнутый объект, полигон.

При этом объект типа полигон может иметь внутреннюю и внешнюю границы. Непосредственный вывод карты реализован с использованием сервиса «Яндекс.Карты». Координаты объектов задаются в системе WGS 84.

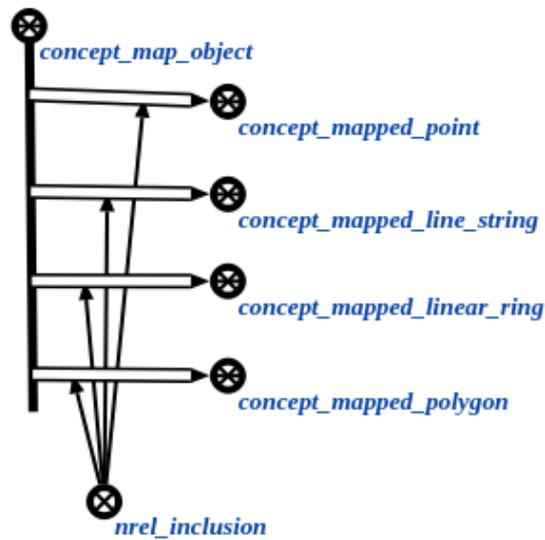


Рис. 1. Типы объектов на карте

В качестве примера, на рисунке 2 приведен фрагмент базы знаний «Мозырь», представленный на SCg. Объект Мозырь будет отображен на карте одиночной меткой с заданными координатами. Долгота – 29,243235, широта – 52,052002.

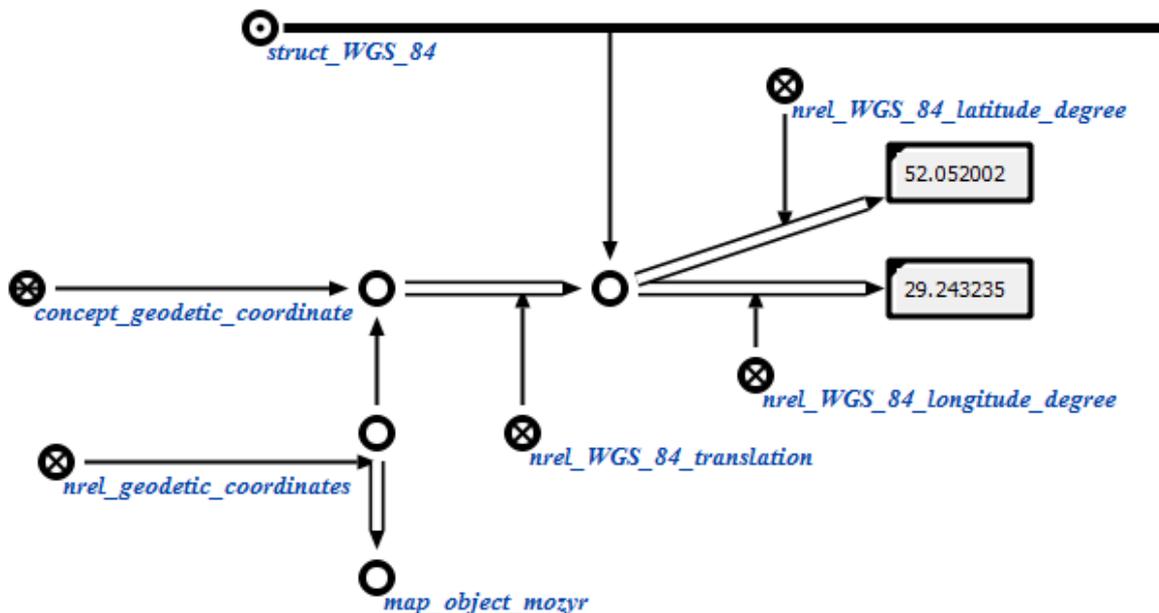


Рис. 2. Фрагмент базы знаний «Мозырь», представленный на SCg

Интеллектуальные системы, разработанные по технологии OSTIS, могут решать предметные задачи, когда нет конкретной спецификации и алгоритма ее решения. Это достигается с помощью формирования продукций, которые записываются и хранятся так же в базе знаний. В качестве исходных данных берутся некоторые утверждения из базы знаний. Затем, основываясь на формальной логике и этих данных, строится алгоритм решения задачи и делается вывод. Стоит отметить, что в процессе решения задач генерируются дополнительные знания, необходимые в процессе вывода. Эти знания могут быть сохранены и в дальнейшем использоваться при решении других задач или в поисковых запросах.

В текущей версии проекта используется машина обработки знаний со стандартным набором операций. На данный момент начата реализация вычислительных алгоритмов и поисково-навигационных операций.

Разрабатываемая ИСС предназначена в первую очередь для практического применения в различных сферах: в картографии, геологии, землеустройстве, экологии, транспорте, экономике, обороне и многих других областях. Хранение информации давно перестало быть проблемой человечества. Систематизация информации, её семантическое представление и максимальная минимизация «информационного мусора» являются главными причинами разработки ИСС, применимой непосредственно к предметной области «Республика Беларусь».

Показателем успешности данной системы является то, что она содержит в себе базу знаний практически обо всех объектах Республики Беларусь и может заменить большое количество энциклопедий, книг и других источников информации об объектах Республики Беларусь. Также, с помощью семантических связей система сможет ответить практически на любой вопрос, связанный с географией Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект OSTIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ostis.net>.
2. ОКРБ 012-2007. Цифровые карты местности. Топографическая информация, отображаемая на топографических картах и планах городов.
3. Хорошевский, В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем / В.Ф. Хорошевский, Т.А. Гаврилова – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
4. Самодумкин, С.А. Интеллектуальные геоинформационные системы / С.А. Самодумкин // Материалы международной научной конференции OSTIS-2012, Минск, 18 февраля 2012 г. – Минск: БГУИР, 2012.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПЛАТФОРМЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ARCGIS ONLINE ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГПУ «НП «НАРОЧАНСКИЙ»

О.В. Шукейло

соискатель кафедры лесоустройства лесохозяйственного факультета
Белорусского государственного технологического университета

О.С. Ежова, А.Ч. Милько

научные сотрудники ГПУ «Национальный парк «Нарочанский»

В.А. Сипач

научный сотрудник РУП «Геоинформационные системы» НАН Беларуси

Туризм является одним из ключевых направлений деятельности национального парка «Нарочанский». Территория парка характеризуется разнообразием экосистем и концентрацией уникальных природных и историко-культурных объектов и комплексов. Здесь расположена крупнейшая в республике курортная зона, которую ежегодно посещают более 100 000 туристов, и пролегает сеть туристических маршрутов [1].

На сегодняшний день на территории парка характерны следующие виды туризма: рекреационный, лечебно-оздоровительный, познавательный, деловой, спортивный, этнокультурный, религиозный и образовательный [2].

Наиболее развиты рекреационный (единственный курорт в Беларуси), лечебно-оздоровительный (функционируют 10 государственных и 16 частных оздоровительных учреждений), познавательный (разнообразные экологические маршруты и экотропы), спортивный (проходят слеты юношеских спортивных и туристических организаций) виды туризма. А вот деловой, этнокультурный, религиозный и образовательный были представлены незначительно, поэтому для развития этих видов туризма, а также для продвижения туристических продуктов на рынок, признано целесообразным использовать интерактивные карты на основе веб-сервисов [3].

В 2012-13 гг. в рамках международного проекта «Культурные ландшафты: традиции для развития» сотрудниками научного отдела национального парка была проведена масштабная работа по сбору, накоплению, анализу, систематизации и адаптации к демонстрации значительного пласта материала (в т.ч. воспоминания старожилов, энциклопедические данные, исторические очерки, картографический материал), характеризующего развитие историко-культурного ландшафта региона. Культурный ландшафт представляет собой неразделимый комплекс взаимосвязанных материальных природных и культурных компонентов и нематериального наследия [4].

Этот материал лег в основу комплексного субрегионального туристического маршрута «Дорогами Межозерья», охватывающего различные типы культурного ландшафта и материальные объекты природного и историко-культурного и религиозного наследия, расположенные на территории национального парка «Нарочанский» как типичного уголка Белорусского Поозерья.

Информационные текстовые и фотографические материалы категорировались и заносились в базу геоданных национального парка, работающую на платформе ArcGIS 10. На основе этой базы и облачной инфраструктуры картографической платформы ArcGIS Online создано веб-приложение, демонстрирующее основные природные, религиозные и историко-культурные объекты и комплексы на туристическом маршруте, дополненное их кратким описанием, координатной привязкой и перекрестными ссылками на более развернутые материалы, размещенные на интернет-портале национального парка «Нарочанский» (рис. 1).

Опубликованное веб-приложение объединило и сделало посредством интернет-среды общедоступной информацию о представляющих интерес культурных и природных комплексах; создало условия для удовлетворения интереса различных категорий посетителей парка в области религиозного и этнокультурного туризма; упростило поиск интересующей информации и объектов по категориям; предоставило возможность формирования индивидуальных маршрутов для знакомства с Нарочанским и смежными регионами.

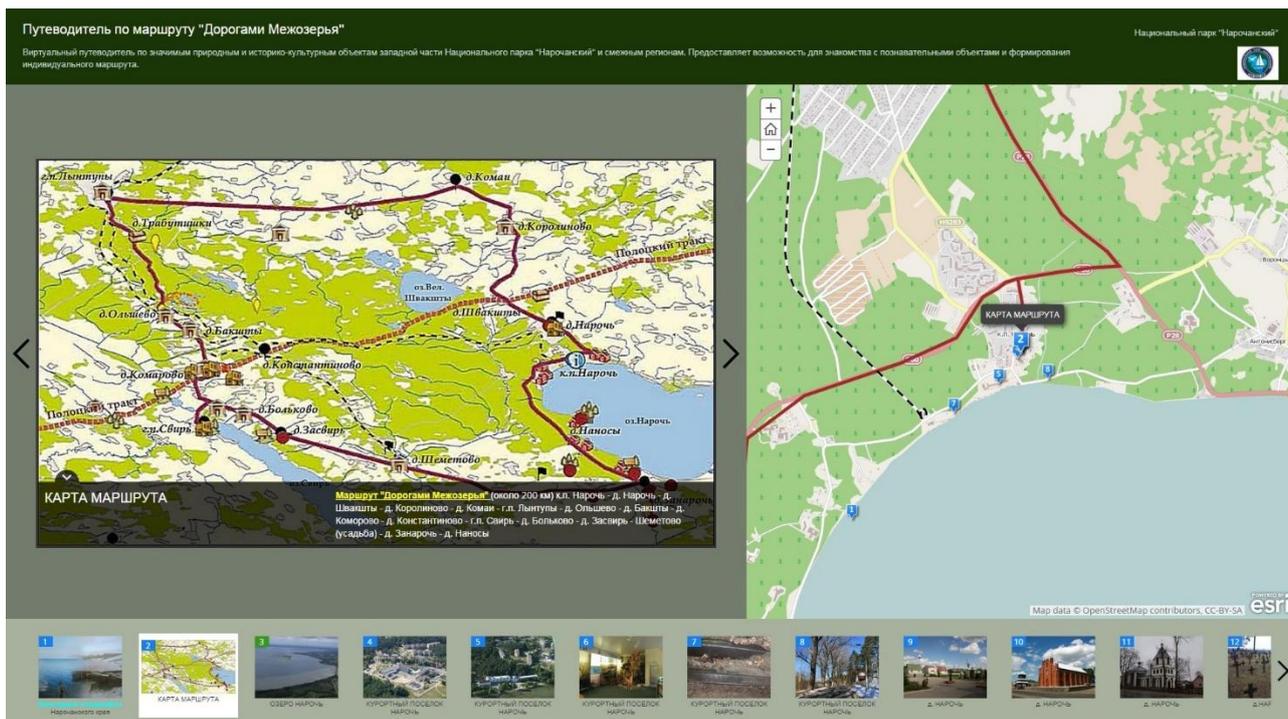


Рис. 1. Веб-приложение в ArcGIS online
«Путеводитель по маршруту «Дорогами Межозерья»»

Для развития делового туризма парк в последние годы стал расширять перечень предлагаемых услуг в виде проведения крупных международных семинаров и конференций. Так, в 2014 году (12-16 мая) здесь прошла международная научно-практическая конференция «Современные технологии в деятельности ООПТ». Это мероприятие посетили более 150 участников из 6 стран. Для поддержки конференции, обеспечения и повышения ее привлекательности было разработано веб-приложение «Карта участников международной конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ». В нем будущие участники и все желающие могли ознакомиться с географией участников мероприятия, местом их работы и представленными на конференцию в виде тезисов материалами (рис. 2). Такая возможность общения создала актуальный деловой контакт между участниками, облегчила понимание нюансов научно-прикладной тематики конференции, предоставила широкие возможности деловых контактов.

Для развития нового для парка вида туризма – образовательного – в рамках международной научно-практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ» была создана и успешно работала Школа молодых ученых. Студенты, магистранты, аспиранты и молодые ученые подготовили и представили свои научные работы посетили лекции и мастер-классы. Для удобства подготовки мастер-классов, а также предварительной оценки проектов жюри, было разработано веб-приложение в ArcGIS online «Карта участников Школы молодых ученых», рис. 3.

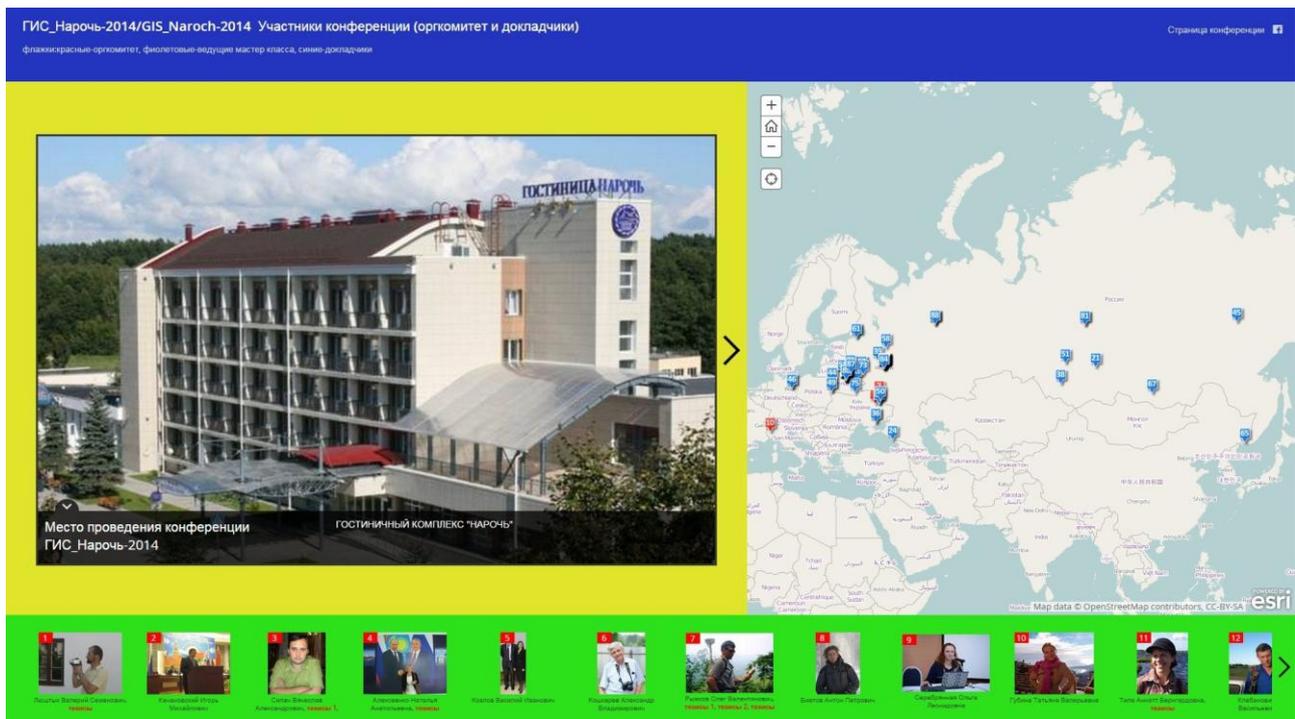


Рис. 2. Веб-приложение в ArcGIS online «Карта участников международной конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ»»

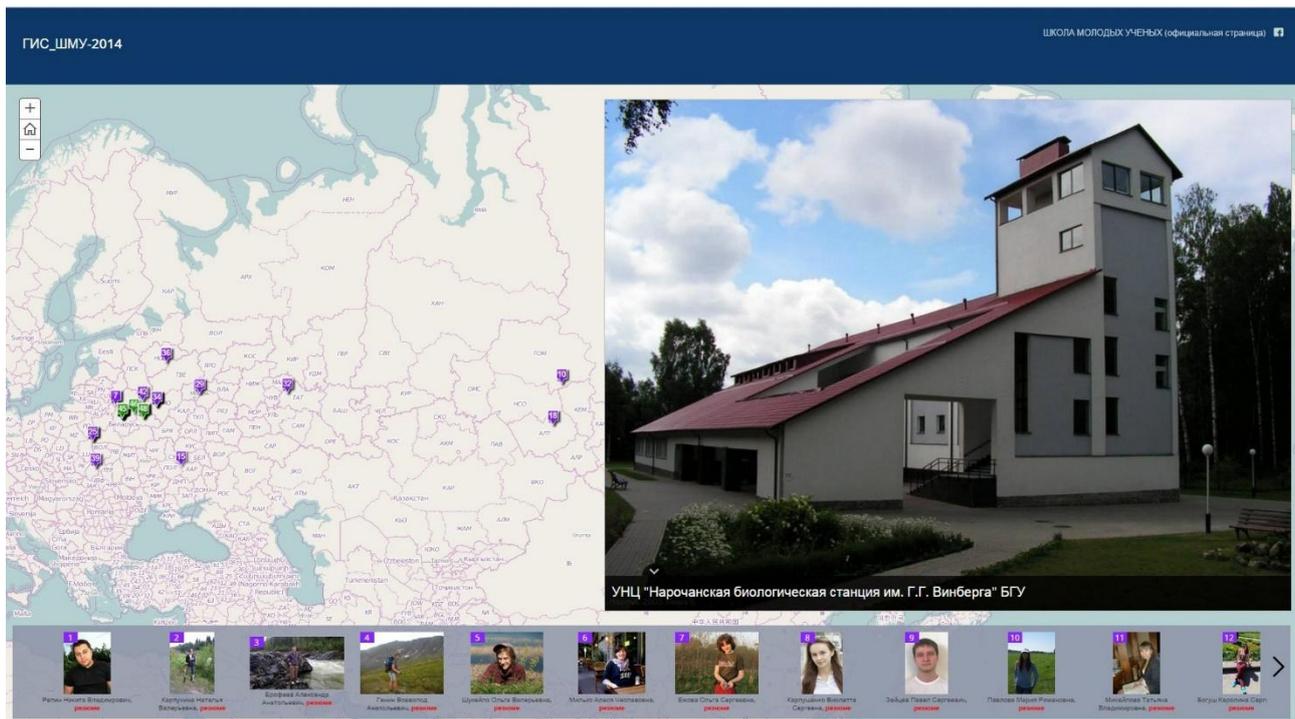


Рис. 3. Веб-приложение в ArcGIS online «Карта участников Школы молодых ученых»»

В 2014 году на ежегодном международном конкурсе картографических веб-приложений в сфере геоинформационных систем, организованном крупной российской компанией Esri CIS – официальным дистрибьютором в России и странах СНГ международной компании Esri – основоположника и мирового лидера рынка геоинформационных систем, было представлено 15 веб-проектов из четырех стран по тематикам: государственное управление, бизнес, муниципальное управление, туризм и экология. От национального парка

«Нарочанский» и, собственно, от Республики Беларусь было представлено два веб-проекта: «Интерактивная карта участников Школы молодых ученых» и «Путеводитель по турмаршруту «Дорогами Межозерья» [5]. Итоги конкурса были подведены на 20-ой Конференции Esri в России и странах СНГ, прошедшей в конце октября.

Несмотря на то, что проекты не заняли призовых мест, они были положительно отмечены организаторами. Участие в конкурсе позволило продемонстрировать большой аудитории ГИС-пользователей и специалистов возможность реализации новаторских подходов к привлечению туристов.

В последние годы в Нарочанском регионе активно развивается сектор агроэкотуризма. В настоящее время в пределах территории национального парка «Нарочанский» зарегистрированы и обустроены более 60 агроусадоб, в 2013 году зарегистрировано более 1300 их посетителей. Большинство хозяев данных объектов не имеют необходимых знаний и опыта для организации экскурсионно-туристической деятельности посетителям своих усадеб. Это стало основанием для научного отдела сформировать серию (коллекцию) целевых экскурсионных и турмаршрутов. Идея разработки такого тематического ГИС-проекта возникла в 2013 года при проведении мастер-класса «Эффективное использование культурного ландшафта для увеличения туристического потенциала местности в условиях особо охраняемой природной территории», во время которого представители местных агроусадоб выразили желание активизации сотрудничества с научным отделом Национального парка в сфере агроэкотуризма [4].

В результате выполнения ГИС-проекта позиционирован список усадеб в регионе, в том числе усадьбы одной местности (например: в д. Нарочь, г. Мядель и др.) объединены в одну группу и относительно этой группы разработаны познавательные экскурсионные и туристические маршруты протяженностью от 5 до 15 км. В среде ArcGIS были созданы слои «Агроусадьбы» и «Достопримечальности», «Туристические маршруты». Впоследствии предполагается перенос проекта в облачную инфраструктуру картографической платформы ArcGIS online.

Все разработанные веб-приложения доступны не только на стационарных устройствах desktop или laptop, но и на мобильных устройствах – смартфонах, планшетах – при установленном бесплатном приложении от компании ESRI ArcGIS для смартфонов и планшетов на операционных системах Android, iOS, Windows mobile.

В конечном итоге, созданные веб-приложения должны способствовать налаживанию и углублению научных контактов, популяризации экологических и историко-культурных познаний, упрощению доступа населения к информации о природном и историко-культурном наследии региона, укреплению туристического потенциала местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ежова, О.С. Веб-приложение «Культурные ландшафты Нарочанского края», как инструмент развития познавательного туризма в национальном парке «Нарочанский» / О.С. Ежова, О.В. Шукейло, А.Ч. Милько, М.Ю. Буйченко // Материалы Международной научно-

практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ», Нарочь, 14-16 мая 2014. – Мн.: ООО «АльПак», 2014. – С. 183-184.

2. Якуш, Н.М. История и география туризма в Беларуси: учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Туризм и природопользование» / Н.М. Якуш. – Минск: БГТУ, 2012. – С. 9-10.

3. Люштык, В.С. Направления развития ГИС Национального парка «Нарочанский» / В.С. Люштык, В.А. Сипач // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ», Нарочь, 14-16 мая 2014. – Мн.: ООО «АльПак», 2014. – С. 57-58.

4. Милько, А.Ч. Реализация на основе геоинформационных технологий идей сотрудничества национального парка с местными сообществами в сфере туристическо-экскурсионной деятельности / А.Ч. Милько, О.С. Ежова, О.В. Шукейло // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ», Нарочь, 14-16 мая 2014. – Мн.: ООО «АльПак», 2014. – С. 193-194.

5. Участие в конкурсе картографических веб-приложений [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://narochpark.by/news/562.html>.

6. Конкурс веб-приложений [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://esri-cis.ru/events/klyazma2014/competition>.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС БАССЕЙНА РЕКИ ЩАРА

Е.В. Трофимчук

студентка магистратуры кафедры физической географии географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

С.М. Токарчук

к.г.н., доцент, доцент кафедры физической географии географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

Создание электронных атласов является одним из наиболее эффективных методов экологического просвещения населения, т.к. атласы являются общедоступными, наглядными и могут создаваться для территорий любого ранга. Электронное атласное картографирование позволяет создавать самые разнообразные продукты, сочетать картографические изображения с другим иллюстративным материалом (графиками, фотографиями), текстовыми описаниями, музыкальными файлами и др. В настоящее время, большую роль приобретают работы направленные на создание методики формирования электронных атласов различной тематики и масштаба охвата территорий.

Цель создания «Ландшафтно-экологического атласа бассейна реки Щара» (далее Атлас) – объединить в единую атласную систему результаты научной работы «Ландшафтно-экологический анализ бассейна реки Щара с использованием ГИС-технологий» [1], на примере которой разработать и апробировать методику создания электронных эколого-географических атласов.

Задачами Атласа являются: (1) разработать на основании имеющихся результатов научного исследования методические особенности проектирования электронных атласов; (2) разработать структуру и создать электронный

Ландшафтно-экологический атлас бассейна реки Щара в виде набора «малых атласов»; (3) конкретизировать особенности реализации основных ключевых моментов создания региональных эколого-географических атласов на примере каждого из малых атласов; (4) информационное обеспечение населения объективной, современной и качественно обработанной информацией об основных особенностях территорий, расположенных в пределах бассейна реки.

Разработка Атласа основывается на методике создания электронного геоэкологического атласа Брестской области [2], электронного природоохранного атласа Ивановского района [3], а также методических и практических разработках, представленных в литературе.

Ландшафтно-экологический атлас бассейна р. Щара состоит из четырех самостоятельных атласов (т.н. «малых атласов»), а также файла-связки. Атласы отличаются набором содержательных элементов (картосхемы, таблицы, иллюстрации, графический материал и текст), сверстаны в разных информационных оболочках и могут использоваться как единая атласная система либо независимо друг от друга (табл. 1).

Табл. 1. Сравнительная характеристика атласов

Атлас	Формат	Средство верстки	Размер	Содержание				Доступность программы
				карты	текст	таблицы	иллюстрации	
Обзорно-топографический	*.exe	Neobook 5	1,84 МБ	+	+	-	-	Условно бесплатная
Особо охраняемых природных территорий	*.exe	Neobook 5	2,04 МБ	+	+	+	+	Условно бесплатная
		PHP Dewel Studio 2.0	11,0 МБ					
Ландшафтный	*.chm	SunRav BookEditor	1,69 МБ	+	+	+	-	Условно бесплатная
Экологический	*.html	WebProject	11,5 МБ	+	+	+	+	Условно бесплатная

Собственно внешняя оболочка атласа (файл-связка) выполнена в формате *.html в программе WebProject и включает основные сведения об атласе (краткое описание, авторы, рецензенты) и собственно четыре «малых атласа» (рис. 1).

Обзорно-топографический атлас (скомпонован в среде NeoBook 5.8.4 Professional в формате *.exe, включает 7 структурных блоков, содержит карты и картосхемы (рис. 2), краткие текстовые описания).

Атлас особо охраняемых природных территорий (скомпонован в среде NeoBook 5.8.4 Professional, DevelStudio 2010 в формате *.exe, включает 4 структурных блока, содержит карты и картосхемы, краткие текстовые описания, таблицы, диаграммы иллюстрации), рис. 3.

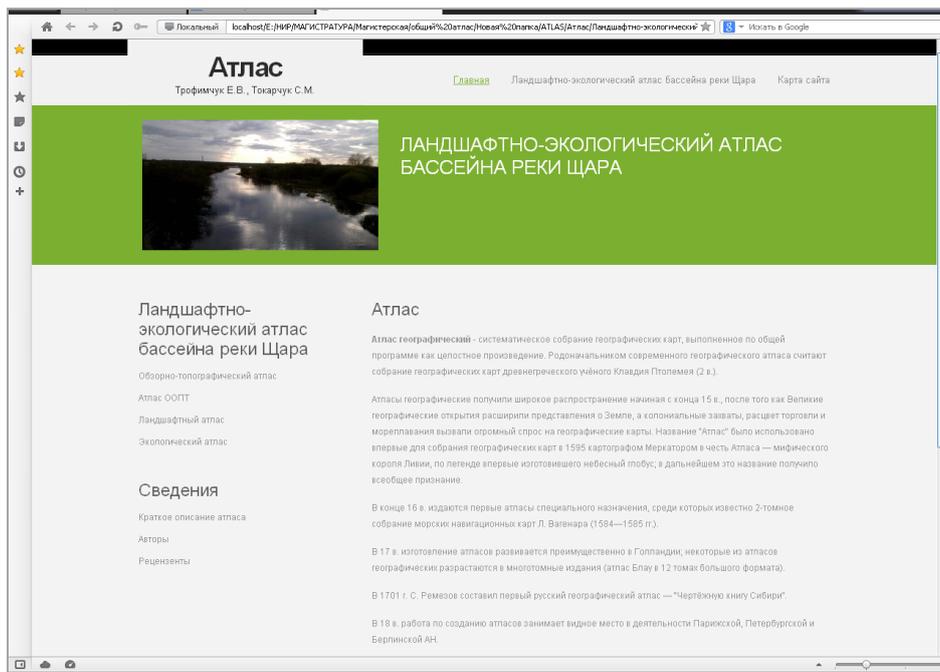
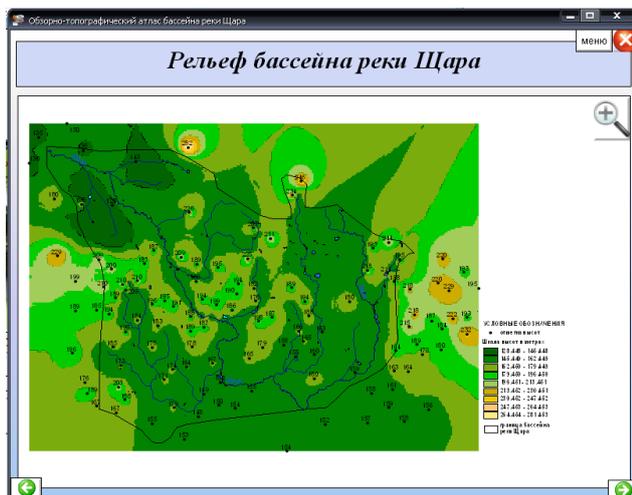


Рис. 1. Титульная страница «Ландшафтно-экологического атласа бассейна реки Щара»



а)

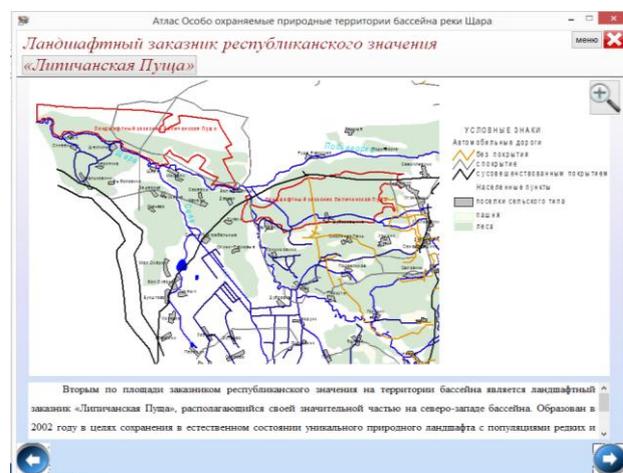


б)

Рис. 2. Фрагменты «Обзорно-топографического атласа»



а)



б)

Рис. 3. Фрагменты «Атласа особо охраняемых природных территорий»

Ландшафтный атлас (скомпанован в среде SunRay Book Editor в формате скомпилированный HTML-файл справки (*.chm), включает 5 структурных блоков, содержит карты и картосхемы, краткие текстовые описания, таблицы), рис. 4.

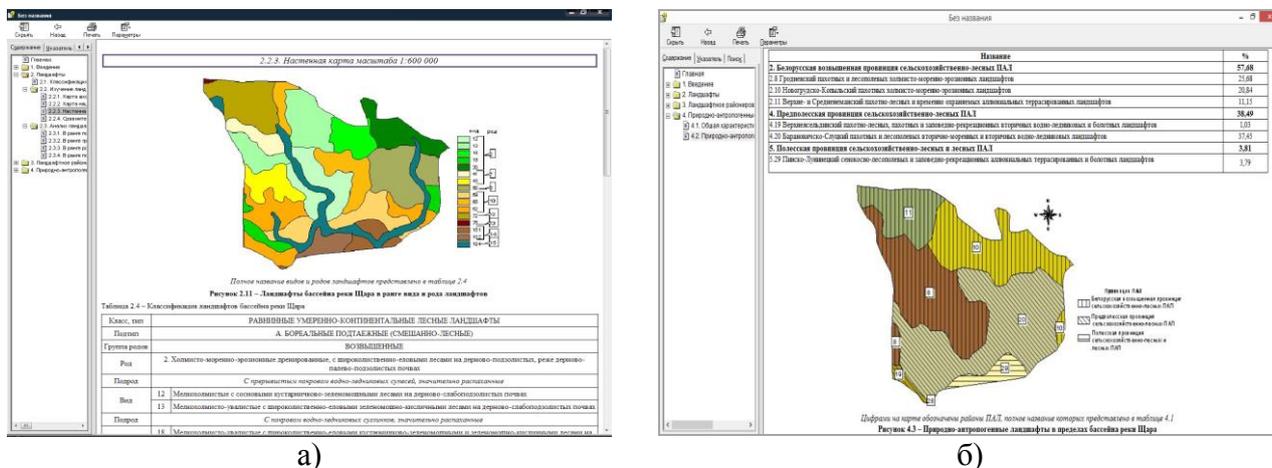


Рис. 4. Фрагменты «Ландшафтного атласа»

Экологический атлас (скомпанован в среде WebProject в формате *.html, включает 5 структурных блоков, содержит карты и картосхемы, краткие текстовые описания, таблицы), рис. 5.

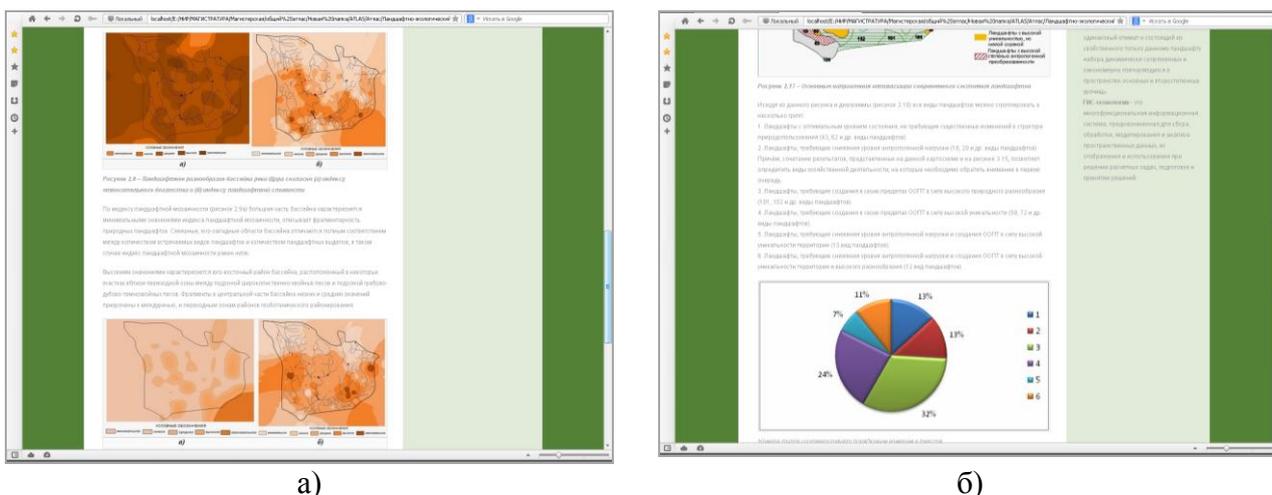


Рис. 5. Фрагменты «Экологического атласа»

Для создания картографической продукции Атласа, а также таблично-иллюстративного материала использовалась созданная авторами ГИС бассейна р. Щара [4]. Карты и картосхемы являются основным и доминирующим элементом содержания Атласа.

Для создания карт использовались готовые векторные наборы карт, а также растровые подложки атласов областей, национального атласа, настенных карт и т.д. При проведении исследования растровые карты переводились в векторные различными способами: (1) оцифровка аналогично оригиналу (на рис. 6, показан перенос всех тематических слоев карты лесов), (2) с оригинала оцифрован необходимый тематический слой, (3) с карты в ГИС данные переносились вручную (на рис. 7 показан перенос точечных объектов памятников природы местного и республиканского значения).

Помимо карт, выполненных с растровых подложек, Атлас включает *оценочные и собственные карты и картосхемы*, которые создавались самостоятельно с помощью ГИС-инструментов на основании статистических данных либо расчетных показателей данных с помощью преимущественно модулей ArcView GIS. Например, на рис. 5а представлены картосхемы ландшафтного разнообразия бассейна р. Щара, построенные с помощью модуля Spatial Analyst.

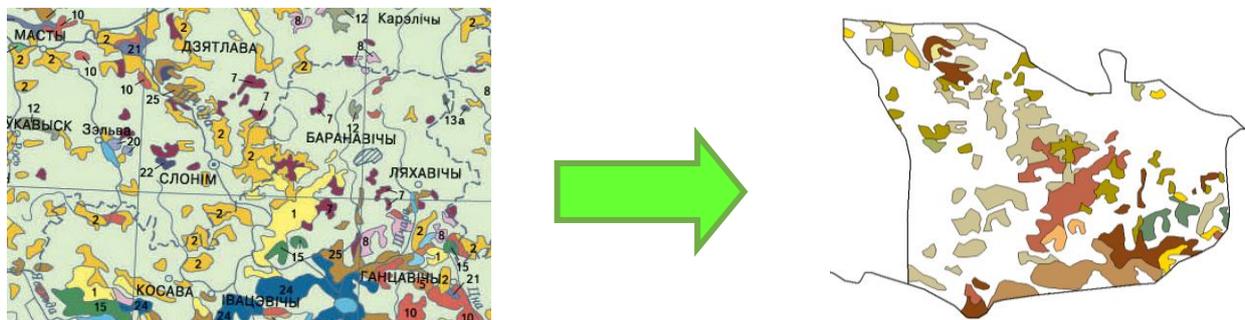


Рис. 6. Оцифровка аналогично оригиналу на примере карты лесов

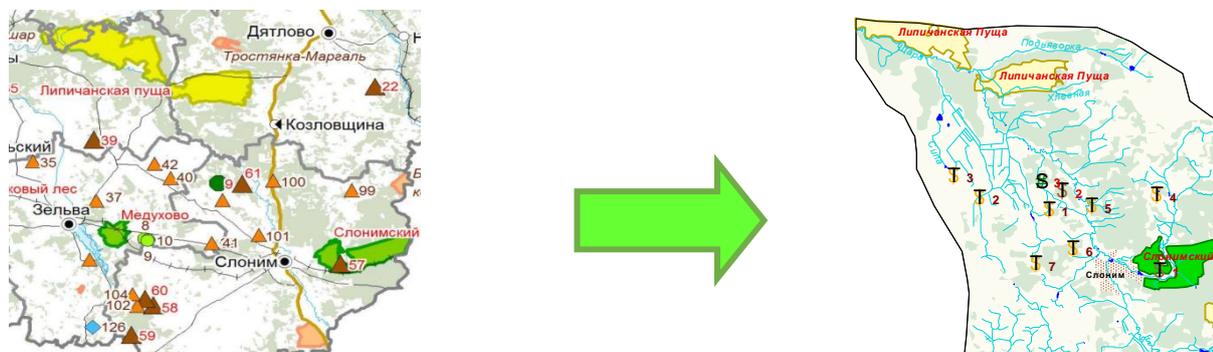


Рис. 7. Перенос точечных данных в ручную

Графики и диаграммы, представленные в Атласе, были выполнены с использованием статистических данных полученных из различных источников либо на основе созданного картографического материала с применением методов *ГИС-анализа* (рис. 5б).

Табличный материал также либо отображает статистические сведения и дополняет картографический материал Атласа (рис. 4а), либо создан на основе анализа карт Атласа (рис. 4б).

Созданный Атлас предполагается широко использовать в учебном процессе в курсах: (1) «Методы физико-географических исследований», (2) «Ландшафтоведение», (3) «Гидрология», (4) «Геоэкология», (5) «Использование природных ресурсов и охрана природы Республики Беларусь», (6) «ГИС-технологии»: (а) при выполнении лабораторной работы «Оцифровка топографической карты»; (б) как пример использования внутренних (Xtools, Пространственные операции и др.) и внешних (Spatial Analyst) модулей ArcView; (с) как пример выполнения компоновки карт; (д) как пример создания атласных листов в компоновках; (е) как пример создания электронных атласов и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимчук, Е.В. Электронный ландшафтно-экологический атлас бассейна реки Щара / Е.В. Трофимчук, С.М. Токарчук // Библиотека БрГУ им. А.С. Пушкина [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://lib.brsu.by/node/719>.
2. Новик, С.М. Концепция электронного геоэкологического атласа Брестской области / Новик С.М., Мороз В.А., Ковалев И.В. // Брэсцкі геаграфічны веснік. – 2005. – Том V, вып. 1. – С. 47-56.
3. Токарчук, С.М. Концепция электронного природоохранного атласа Ивановского района / С.М. Токарчук, С.С. Кухтей // Краеведение в учебно-воспитательном процессе школ и вузов : сборник материалов III Республиканской научно-практической конференции, Брест, 16-17 февраля 2012 г. / Брест. гос. университет им. А.С. Пушкина; под общ. редакцией Е.Н. Мешечко. – Брест: «Альтернатива» 2012. – С. 60-61.
4. Токарчук, С.М. Концепция гидроэкологической ГИС бассейна средней реки Беларуси / С.М. Токарчук, Е.В. Москаленко, Е.В. Трофимчук // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2013. – № 2/2013. – С. 100-108.

УЧЕБНАЯ ГИС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

О.В. Давыденко

студент 5-го курса кафедры прикладной геодезии и фотограмметрии
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

С.Г. Шнитко

старший преподаватель кафедры прикладной геодезии и фотограмметрии
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

В настоящее время существует тенденция интеграции геодезического образования, ядром которой служит геоинформатика [1]. Данный факт обусловлен тем, что геоинформатика является системой наук, в рамках которой возможен междисциплинарный перенос знаний. Например, сбор данных в геоинформатике осуществляется обширным набором разных технологий: воздушная и наземная фотограмметрия, геодезия, ГНСС, космические методы, картография и др. Предобработка этих разнообразных данных также является областью геоинформатики. Она включает унификацию разнообразных данных и интеграцию их в единую среду. С другой стороны, интегрированные данные в ГИС позволяют решать задачи в области картографии, фотограмметрии, кадастра и т.д. Таким образом, при геоинформационном подходе к интеграции ГИС становится инструментом для решения прикладных задач. Данный подход имеет важное достоинство – он не требует адаптации, т.к. изначально ориентирован на конкретную область и конкретные структуры данных [2].

Наиболее часто обращается внимание на связи геоинформатики с геодезией и картографией, которые проявляются в следующих аспектах [3]:

- тематические и топографические карты – главный источник пространственно-временной информации;
- системы географических и прямоугольных координат и картографическая разграфка служат основой для координатной привязки всей информации, поступающей и хранящейся в геоинформационных системах;

- геодезические методы широко используются для координирования объектов и геопространственного мониторинга территории;
- картографическое изображение – целесообразная, с точки зрения человеческого восприятия, форма представления информации об окружающем пространстве;
- карты – основное средство географической интерпретации и организации данных дистанционного зондирования и другой используемой в ГИС информации;
- картографический анализ – один из наиболее эффективных способов выявления географических закономерностей, связей, зависимостей.

Как видим, цифровые карты обладают ярко выраженной интегрирующей функцией, что позволяет с их помощью объединять разнородные информационные ресурсы в единое целое. Поэтому первым шагом при реализации геоинформационного подхода к интеграции геодезического образования было создание цифровой учебной карты на основе ГИС-технологии. При решении этой задачи стал вопрос выбора программного обеспечения.

В настоящее время большое распространение имеют системы автоматического проектирования (САПР) для создания цифровых карт и планов. Преимущество САПР в том, что цифровой план создается с полным соблюдением нормативов и правил картографирования, точности, генерализации, системы условных обозначений. Такой цифровой план может служить основой для изготовления обычных бумажных планов.

Из теории ГИС известно, что каждый пространственный объект должен иметь цифровое описание, которое в себя включает [4]:

- наименование;
- указание местоположения (местонахождения, локализации);
- набор свойств;
- отношения с иными объектами;
- пространственное «поведение».

Недостаток САПР заключается в том, что в них не поддерживается полный список данного описания. Обычно чертеж САПР поддерживает только указание местоположения, набор геометрических свойств, частично наименование объекта.

В некоторой мере данный недостаток можно компенсировать, используя программные продукты, которые совмещают технологии САПР и ГИС. В качестве примера можно привести программу Autocad Map. На наш взгляд, подход создания ГИС-проектов на основе чертежей формата dwg является перспективным и целесообразным [5].

Программа Autocad Map позволяет идентифицировать объекты чертежа через присоединение объектных данных (семантических характеристик). Это позволяет производить атрибутивный анализ данных. Анализ отношений с иными объектами производится внутренними функциями программы.

При использовании данного подхода нет необходимости полного преобразования чертежей в ГИС-форматы, что позволяет соблюдать принятые в производстве правила картографирования и систему условных обозначений.

Однако применение программы Autocad Map имеет недостатки:

- трудоемкий процесс создания и редактирования классификатора топографической информации;
- невозможность реализации некоторых условных обозначений согласно нормативным требованиям и при этом использовании их в геопространственном анализе;
- программа требовательна к компьютерным ресурсам;
- высокая цена;
- зарубежный поставщик;
- закрытый формат dwg.

Для создания учебной ГИС была выбрана программа ГИС «Карта 2008». Основными причинами были следующие:

- мощные средства для создания и редактирования классификатора топографической информации, что весьма облегчает процесс работы.
- нет необходимости создавать классификатор с нуля, т.к. существуют уже созданные разработчиками с учетом отечественных требований;
- соблюдаются требования условных обозначений и при этом поддерживаются широкие возможности геопространственного анализа;
- невысокая цена;
- низкие требования к компьютерным ресурсам;
- открытый формат SXF;
- российский разработчик;
- широко применяется для создания цифровых топографических карт и планов в отечественном производстве.

Полнофункциональная, профессиональная ГИС «Карта 2008» является мощным инструментом по созданию и использованию цифровых карт совместно с дополнительной информацией из баз данных. Она позволяет выполнять все процессы, связанные с обработкой данных топографо-геодезических изысканий, созданием топографических планов и ведением кадастрового учета земель, в едином программном ядре. Для обработки цифровых карт в ней используются различные средства: редактор карты, базовые и прикладные задачи. К базовым задачам относятся редактор растра, система работы с базами данных, подсистема выполнения расчетов по карте [6].

Практическая часть работы заключалась в создании учебной ГИС на основе топографической учебной карты масштаба 1 : 10 000 «г. Снов», которая используется в учебном процессе.

При создании учебной ГИС использовалась следующая технологическая схема, которая рекомендована разработчиками:

- сканирование бумажной учебной карты. Полученный растр был исходным материалом для дальнейшей работы;

▪ трансформирование растрового изображения. Процесс трансформирования обеспечивается прикладной задачей «Трансформирование растровых данных»;

▪ оцифровка карты и перевод ее в векторный формат выполнялся средствами «Редактора карты»;

▪ создание цифровой модели рельефа.

Практическая часть работы включала в себя также применение полученной ГИС при решении инженерно-геодезических задач.

Возможности программы ГИС «Карта 2008» при выполнении геодезических расчетов следующие:

▪ расчет и уравнивание теодолитного хода или нескольких ходов;

▪ решение прямой геодезической задачи на одной или нескольких станциях;

▪ решение обратной геодезической задачи;

▪ вывод на печать отчетных документов.

Наиболее распространенными инженерно-геодезическими задачами, которые решаются по карте, являются (за основу взяты учебные задания, которые выполняются в лабораторных работах и курсовых проектах):

▪ измерения по карте;

▪ расчеты с использованием ЦМР (определение расстояния с учетом рельефа, создание профиля, построение профиля видимости (рис. 1), расчет объемов земляных работ);

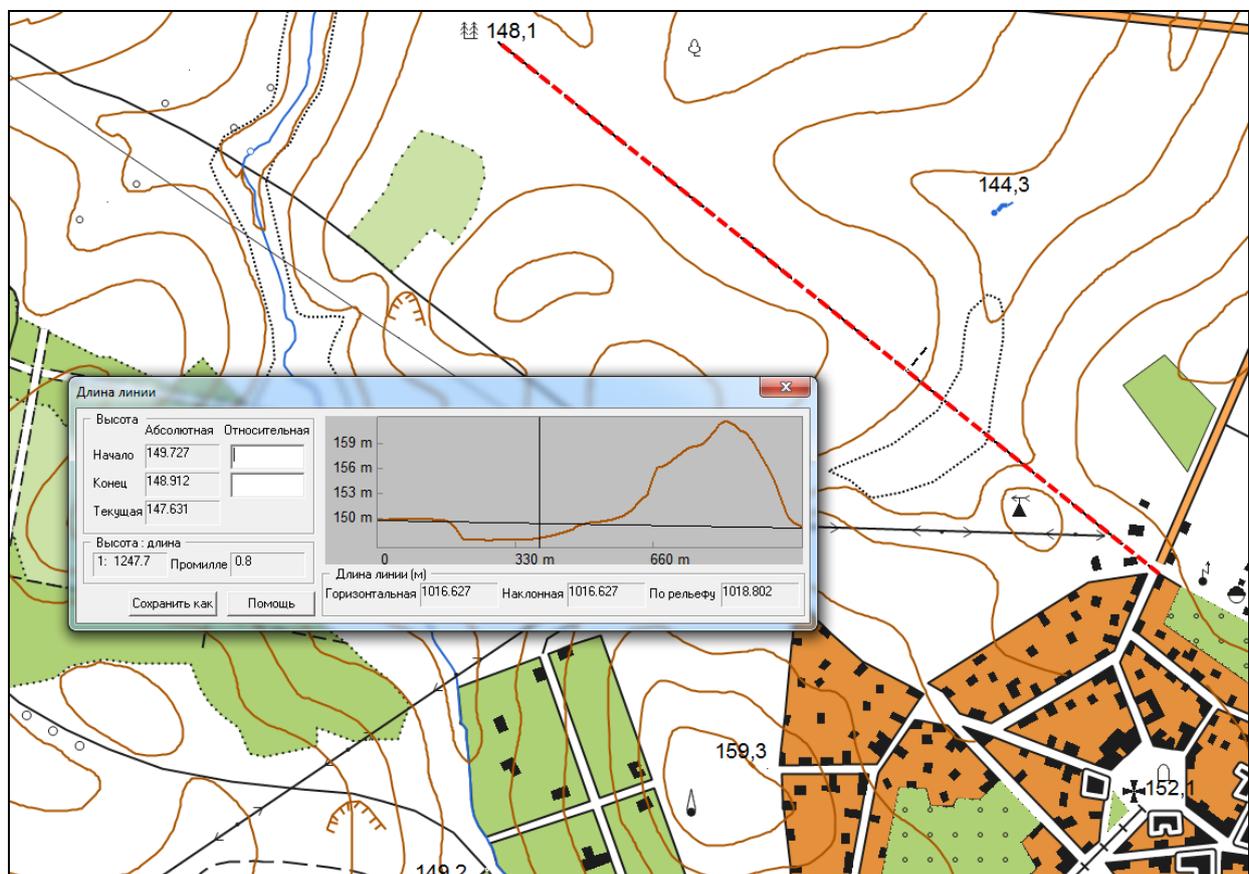


Рис. 1. Построение профиля видимости в проекте ГИС «г. Снов»

- проектные работы по трассированию линейных сооружений;
- измерение площади;
- проектирование наклонной площадки рельефа;
- подсчет объема земляных работ.

Различные расчеты по карте, в том числе расчеты с использованием цифровых моделей рельефа являются ни чем иным как аналитическими функциями ГИС. Создание ГИС под конкретную специфику позволит использовать ее при изучении смежных дисциплин.

В перспективе создание на основе ГИС базы учебных геодезических данных, к которой преподаватели и студенты будут иметь доступ через локальную компьютерную сеть или интернет. Программный комплекс ГИС «Панорама» предлагает широкие возможности для реализации данных проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудж, С. А. Интеграция геодезического образования / С. А. Кудж, В. Я. Цветков // Интеграция образования. – 2014. – № 1 (74). – С. 25-30.
2. Савиных, В. П. Геоинформатика как система наук / В. П. Савиных, В. Я. Цветков // Геодезия и картография. – 2013. – № 4. – С. 52-57.
3. Карпик, А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий / А.П. Карпик. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
4. ДеМерс, Майкл Н. Географические Информационные Системы. Основы / Майкл Н. ДеМерс. – М.: Дата+, 1999.
5. Давыденко, О.В. Использование AUTOCAD MAP при создании цифровых топографических планов / О.В. Давыденко // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – Вып.67. Строительство. – Новополоцк: ПГУ, 2013. С. 180-182.
6. Сайт КБ Панорама [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gisinfo.ru>.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ МАРШРУТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»)

А.А. Максимова

студентка 5-го курса кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Л.И. Смыкович

к.г.н., доцент кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Зеленые маршруты – это туристские маршруты природного и культурного наследия, проложенные вдоль «зеленых коридоров» – рек, традиционных и исторических торговых путей, естественных природных коридоров. Такие маршруты объединяют регионы, туристские достопримечательности и местные инициативы, поддерживают развитие туризма и отдыха, благоприятного для

окружающей среды, пропагандируя здоровый образ жизни и немоторизированные формы передвижения – велотуризм, пеший туризм, верхом на лошадях, водный туризм и пр. Одновременно создают возможности для улучшения уровня жизни и состояния окружающей среды, оживления местной экономики, продвижения региональной продукции и развития предпринимательства среди сельских жителей, а также сохранения уникальных природных, ландшафтных и культурных ценностей [1].

Для построения зеленого маршрута на территории национального парка «Нарочанский» был отобран ряд объектов природного и историко-культурного наследия. Используя данные, предоставленные парком, в среде ArcGIS 10 была проложена линия маршрута, затем полученные данные импортировались в среду ArcGIS Online. Далее непосредственно в программе ArcGIS Online с использованием имеющихся инструментов создавались тематические петли. В результате были получены 2 тематические петли («Следы первой мировой войны» и «Парк редких растений», рис. 1-2), представляющие собой интерактивную карту, позволяющую визуализировать местоположение объектов на местности, добавлять различную информацию о них (название, характеристики объекта и т. д.) [2].

В программе ArcGIS Online были созданы онлайн-приложения для данных петель маршрута. По мере накопления информации проект будет расширяться как в плане выделения новых тематических петель («Народные промыслы»), так и в плане совершенствования технологической составляющей проекта.

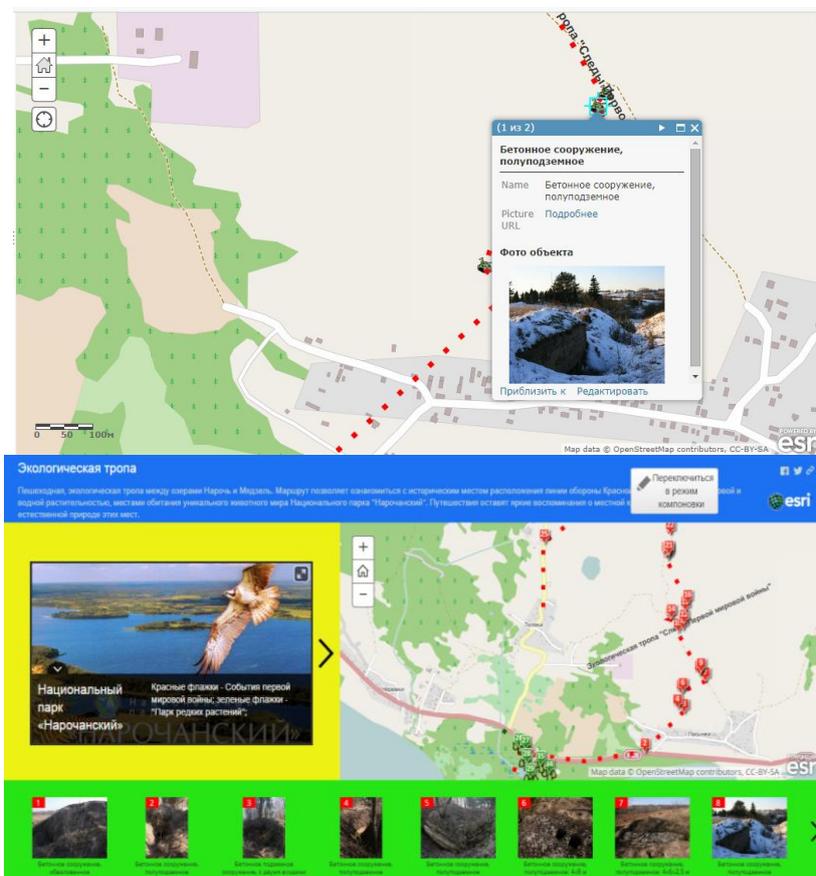


Рис. 1. Тематическая петля «Следы первой мировой войны»

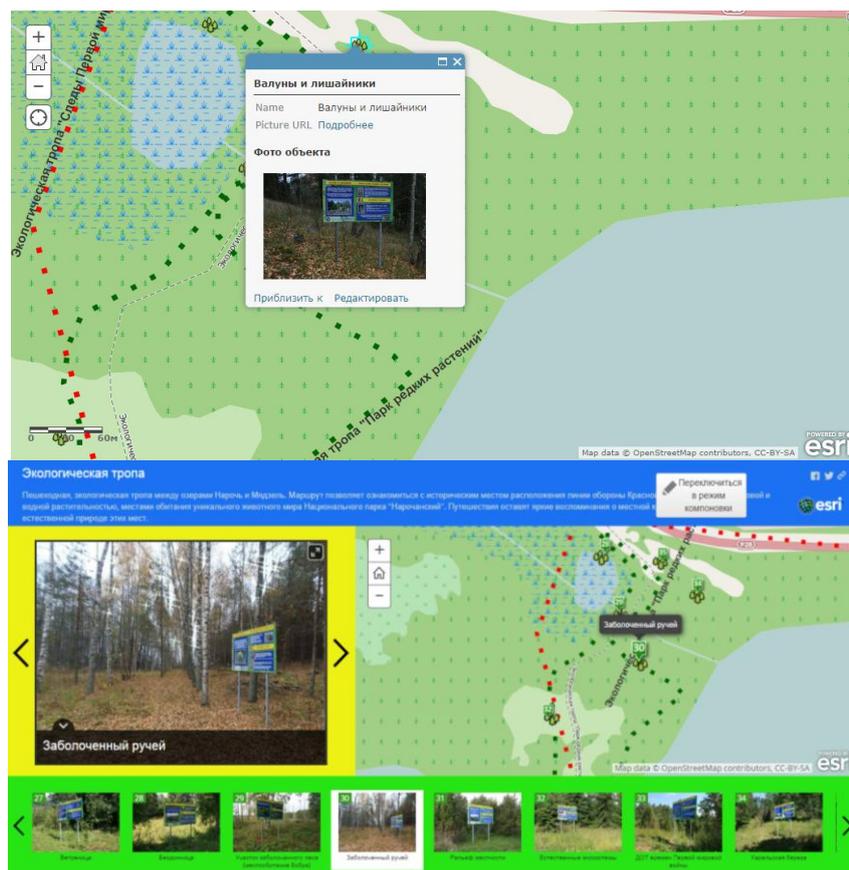


Рис. 2. Тематическая петля «Парк редких растений»

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленые маршруты Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.greenways.by/index.php?lang=ru>.
2. Продукты ArcGIS Online [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://esri-cis.ru/products/arcgis-online/detail/corporate>.

GPS-НАВИГАЦИЯ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ

А.А. Гусарева

студентка 4-го курса кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

П.Ф. Парадня

старший преподаватель кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

Проблема пространственной ориентировки людей с дефектами зрения – одна из серьезных и острых как для самих незрячих, так и для специалистов, занимающихся вопросами их реабилитации.

К настоящему времени имеется большое количество средств, позволяющих незрячим в той или иной степени свободно передвигаться в пространстве (белая трость, собака-поводырь, «информационный дисплей»,

BlindAid, «клипсы-браслеты», DrawBrailleMobilePhone, электронный компас «Пеленг-01» и др.).

GPS-навигация представляет собой альтернативный метод ориентирования, с помощью которого незрячие пользователи смартфонов и GPS-устройств обрели возможность ориентирования в любом, даже незнакомом месте. Пользуясь навигацией, человек может сориентировать себя по сторонам света, узнать, не отклоняется ли он от данного маршрута. Навигационная программа сообщает о расстоянии, на котором находится нужный объект, заранее оповещает незрячего о приближении той или иной заданной им точки.

Наиболее широкое практическое применение среди инвалидов по зрению получил открытый, распространяемый бесплатно, проект Loadstone (рис. 1).

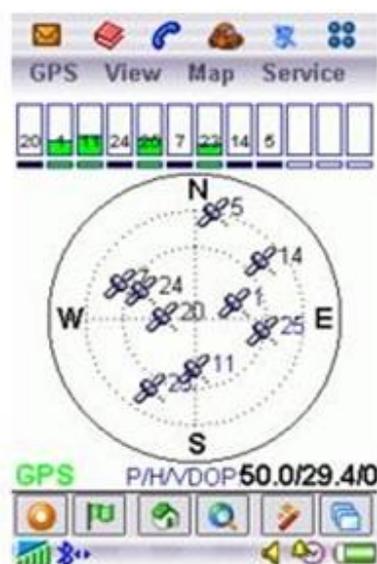


Рис. 1. Изображение местности в программе Loadstone-GPS

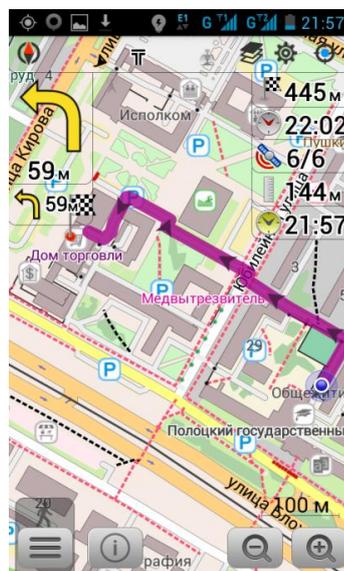


Рис. 2. Изображение местности в программе OsmAndAccess

Для работы с программой Loadstone пользователю ней необходимо иметь:

- мобильный телефон с операционной системой Symbian;
- программы Talks или Mobile Speak;
- внешний GPS-приемник с технологией Bluetooth или встроенный в телефон модуль.

Незрячему необходимо включить внешний GPS-приемник и запустить на смартфоне по горячим клавишам программу Loadstone. При достижении либо приближении к какой-то точке программа будет издавать характерный звуковой сигнал и сообщать название текущей точки, а также расстояние до нее. Например, «трамвайная остановка, 60 метров на 12 часов».

Еще одно навигационное приложение – OsmAndAccess. Оно работает на мобильных устройствах под управлением операционной системы Android. В программе введены средства обратного геокодинга, позволяющие получить словесное описание текущего местоположения, как с помощью различных online источников, так и в режиме offline по картам, хранящимся в памяти аппарата (рис. 2). Программа заранее предупреждает о предстоящем повороте и

при неверном направлении не прокладывает новый маршрут. Проложив новый путь его можно сохранить.

В соседних странах уже давно созданы курсы обучения с данными программами. В Беларуси к настоящему моменту были запущены данные приложения в тестовом режиме. 30 волонтеров по всей стране создают пешеходные маршруты. Спутниковая навигация развивается и становится доступной все большему количеству людей. Программные обеспечения регулярно усовершенствуются, а карты покрытия любых уголков мира своевременно обновляются. Незрячий человек, овладевший основными тонкостями GPS-навигации и применяющий их в своей повседневной жизни, чувствует себя на порядок увереннее и гораздо меньше зависит от окружающих.

ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ ГИС МУЗЕЯ ВАЛУНОВ Г. МИНСКА

Ю.Д. Терещенко, М.В. Точило, Н.В. Макаревич
студенты 4-го курса кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович
к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

На восточной окраине г. Минска между микрорайонами Академгородок и Уручье-2 расположен уникальный памятник природы республиканского значения «Музей валунов». Под открытым небом на территории более 7 гектаров находится 2134 валуна и множество каменных глыб. Центральной частью «Музея валунов» является экспозиция «Карта Республики Беларусь», площадью около 4,5 га. Здесь воссоздана модель карты страны, на которой размещены более 500 крупных валунов. Валуны на «каменной» карте располагаются точно по географическому принципу: именно в тех местах, где они были собраны на самом деле. Вся карта сделана в следующем масштабе: 1 метр равен реальным 2 км, а 1 метр в высоту равен реальным 100 метрам. Граница страны очерчена низким подстриженным кустарником. Областные города отмечены голубыми елями. Реки показаны тропинками, усыпанными мелкими камешками. В виде бетонных корыт представлены 2 водоема (оз. Нарочь и Минское море). Границы двух последних оледенений – Поозерского и Сожского – выложены цепочкой небольших валунов.

Кроме «Каменной карты Беларуси» в музее находится 5 экспозиций. Аллея валунов представляет собой цепь ледниковых глыб, выложенных вдоль дорожки, соединяющей микрорайон Уручье-1 с Академгородком. Экспозиция «Питающие провинции» занимает северо-западный угловой участок парка. На юго-восточном участке расположена в форме круга, обрамленного пешеходной

дорожкой и разделенного на четыре сектора «Петрографическая коллекция». Внутри круга – коллекция ледниковых валунов из различных по составу и происхождению горных пород. На восточной площадке парка располагается экспозиция «Форма валунов», а в южной части – экспозиция «Камень и человек» [2].

Парк является единственным в Европе музеем такого рода. Лишь на территории Литвы создан аналогичный объект, но он в 2-3 раза меньше и довольно примитивен по своей структуре. Кроме того «Музей валунов» одновременно является и парковой зоной города – местом, где отдыхают родители с детьми.

К сожалению, этот уникальный музей не достаточно хорошо известен и его основная идея не всегда понятна простому человеку. Поэтому мы решили создать доступную и понятную для широкой аудитории интерактивную карту «Музей валунов».

Разработка проекта «Информационно-справочная ГИС «Музей валунов» проводилась в три этапа:

- подготовительный (обзор литературы, интернет-источников, картографических данных);
- полевой (проведение наземной полевой съемки кинематическим методом в режиме «Stop-and-go», фотографическая съемка местности);
- камеральный этап (обработка материалов полевых измерений, формирование карты-основы в ArcGIS, создание интерактивной карты в iiCreator).

На первом этапе собраны все доступные сведения об объекте исследования. Были проанализированы литературные источники, данные Интернет-ресурсов, а также информация, предоставленная одним из создателей «Музея валунов» – В.Ф. Винокуровым.

В полевых условиях была проведена инструментальная наземная съемка с помощью системы South S-750 (2 GPS приемника, 2 антенны, 2 штатива, 2 трегера с оптическими центрами, вежа, рулетка).

Съемка выполнялась в два этапа. Изначально методом быстростатистической съемки (продолжительность наблюдения – 10 минут), посредством приложения HandCtr была осуществлена инициализация (рис. 1). После чего проводился непосредственно этап кинематической съемки в режиме «Stop-and-go». Для этого второй приемник снимался со штатива и перемещался на вежу, где его настройка и управление осуществлялось приложением HandStar. Вежа фиксировалась над измеряемым объектом местности, и с помощью клавиши в левой торцевой части прибора начинался процесс записи данных [1].



Рис. 1. Пример установки GPS-системы на одном из концов базисной линии

Одновременно были сделаны фотографии основных экспозиций и наиболее примечательных мест «Музея валунов».

На камеральном этапе выполнялась постобработка файлов съемки в программе Quick Position Track (рис. 2).

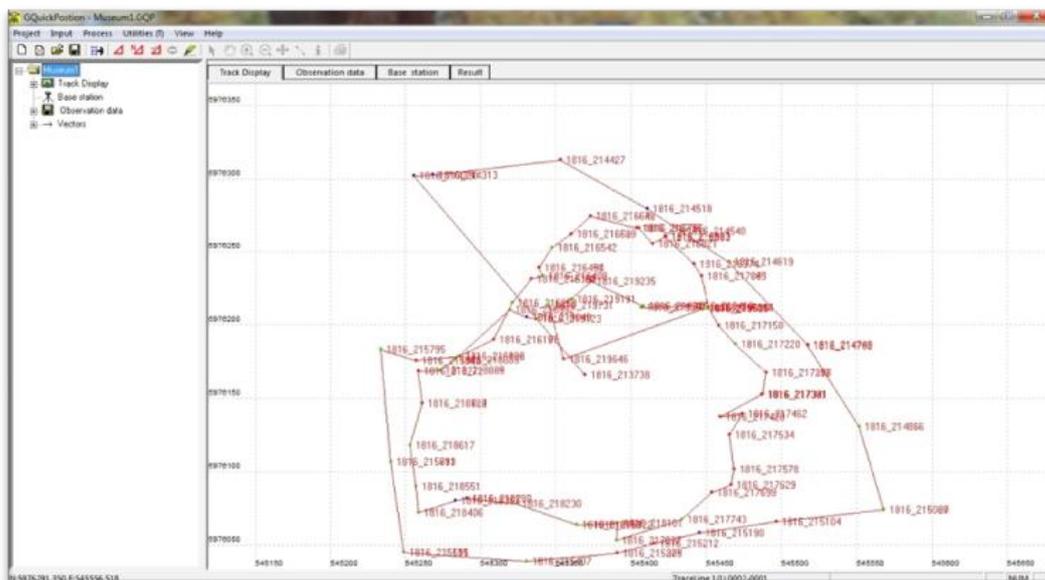


Рис. 2. Обработка GPS-измерений в программе Quick Position Track

Обработанные данные экспортировались посредством текстового файла в Microsoft Office Excel, а затем – в ГИС ArcGIS. Здесь на основе данных GPS-съемки, а также посредством визуального дешифрирования космоснимков были созданы и соответствующим образом визуализированы следующие слои: «Реки», «Озера», «Оледенения», «Города», «Границы экспозиций» и «Дорожки». Так как при GPS-съемке были получены не только координаты точек, но и их высоты, то при помощи модуля Spatial Analyst методом сплайна был построен рельеф местности (рис. 3).

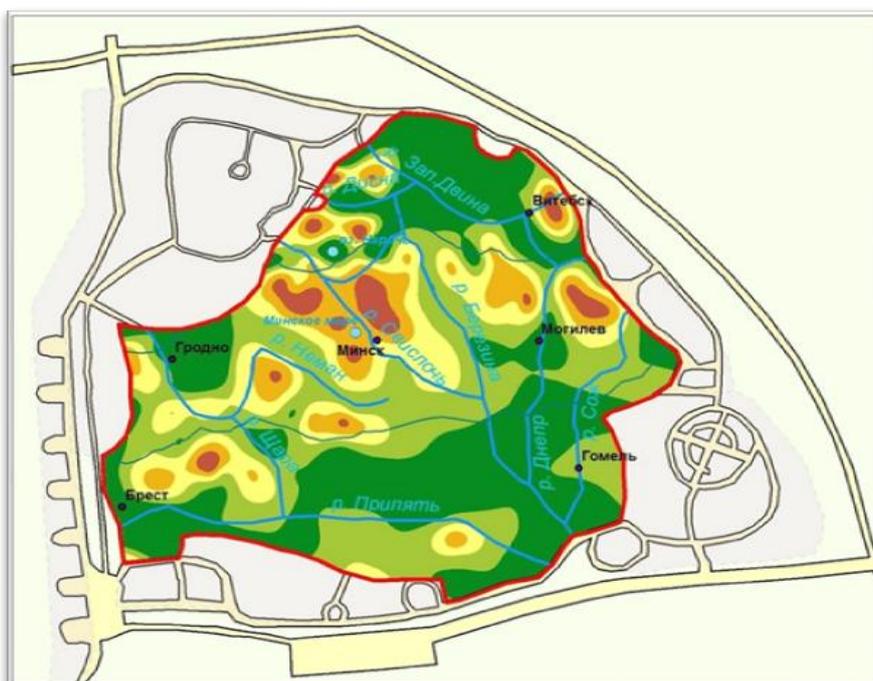


Рис. 3. Вид геоинформационного проекта

ГИС-проект экспортировался с разрешением .jpg в программу Interactive Image Creator (iiCreator). Главным возвышенностям, озерам, границам оледенений, экспозициям были установлены «горячие связи» с текстовой информацией и фотографиями (рис. 4).

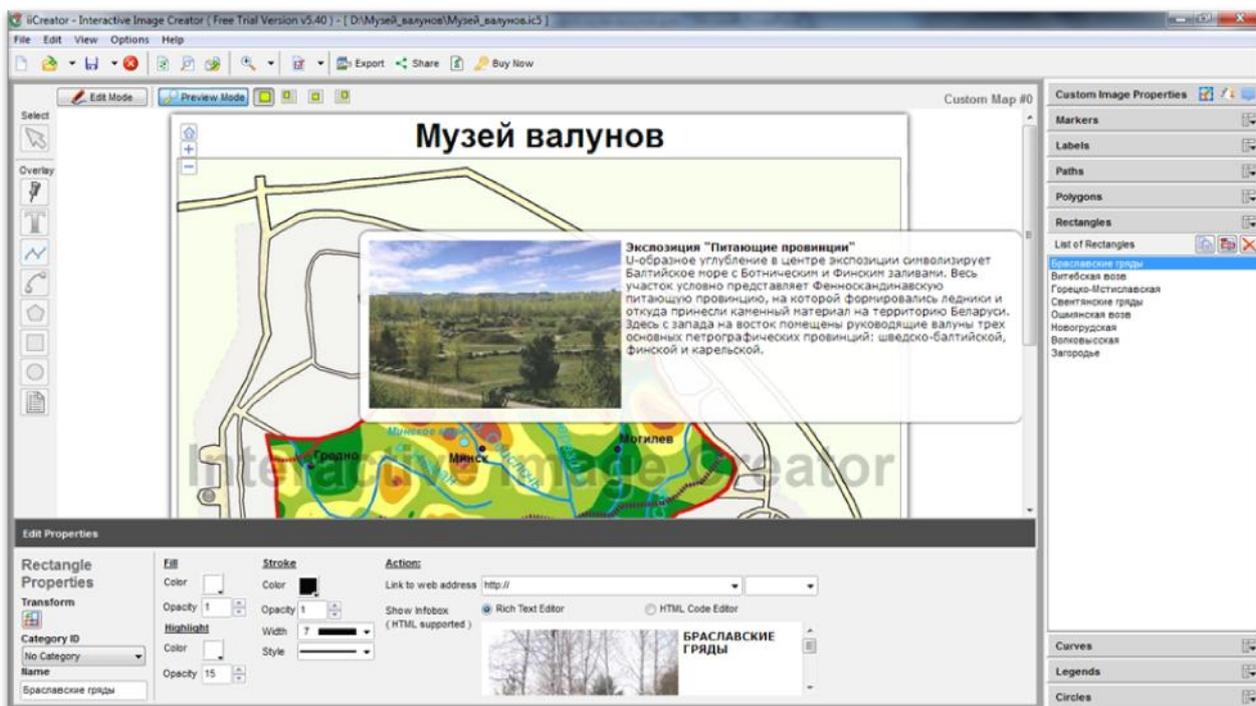


Рис. 4. Окно проекта и пример «горячей связи» в программе iiCreator

Результатом исследований является интерактивная карта «Музея валунов», которая интуитивно понятна любому пользователю. Она содержит справочную информацию об основных объектах музея, их фотографии и может быть полезна для любого человека, желающего лучше ознакомиться со структурой и экспозицией музея. В дальнейшем нами планируется детализировать карту большим количеством информации и фотографий, опубликовать в свободном доступе в сеть Интернет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курлович, Д.М. Учебная землеустроительная практика: учеб.-метод. пособие / Д.М. Курлович, Н.В. Ковальчик. – Минск: БГУ, 2014. – 122 с.
2. Ледниковые валуны Беларуси: Экспериментальная база изучения валунов / С.Д. Остапова, В.Е. Бардон, М.А. Вальчик и др. – Мн.: Наука и техника, 1993. – 159 с.
3. Музей валунов [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://minsk-old-new.com/minsk-2740.htm>.
4. Музей валунов [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nemiga.info/museum/muzey-valunov.htm>.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ДЛЯ АНАЛИЗА ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Е.В. Бобровник, К.С. Нигматулина

студенты 4-го и 3-го курса кафедры геодезии и фотограмметрии
землеустроительного факультета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

П.В. Другаков

доцент, доцент кафедры геодезии и фотограмметрии
землеустроительного факультета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

Кафедра геодезии и фотограмметрии Белорусской государственной сельскохозяйственной академии имеет собственный геодезический полигон в виде линейно-угловой сети. На момент создания в 1995 г. сеть насчитывала 43 пункта триангуляции и полигонометрии. Сеть создана с применением спутниковых и традиционных методов геодезических измерений. В 1996 г. сеть была развита и на территорию академического городка проложением полигонометрических ходов 1 разряда. К 2013 г. все пункты полигонометрии 1 разряда были утрачены. Актуальным стал вопрос обновления сети.

В 2012-2013 гг. был разработан предварительный проект реконструкции сети полигонометрии, который был откорректирован в 2013-2014 гг. при проведении работ. Сеть развивалась в 2 этапа. На первом этапе в 2013 г. был проложен основной ход между пунктами Учхоз и Перекресток. Этот ход имел 10 определяемых пунктов. В 2014 г. были выполнены контрольные измерения на указанных пунктах и проложены два хода опирающихся на основной ход (рис. 1).

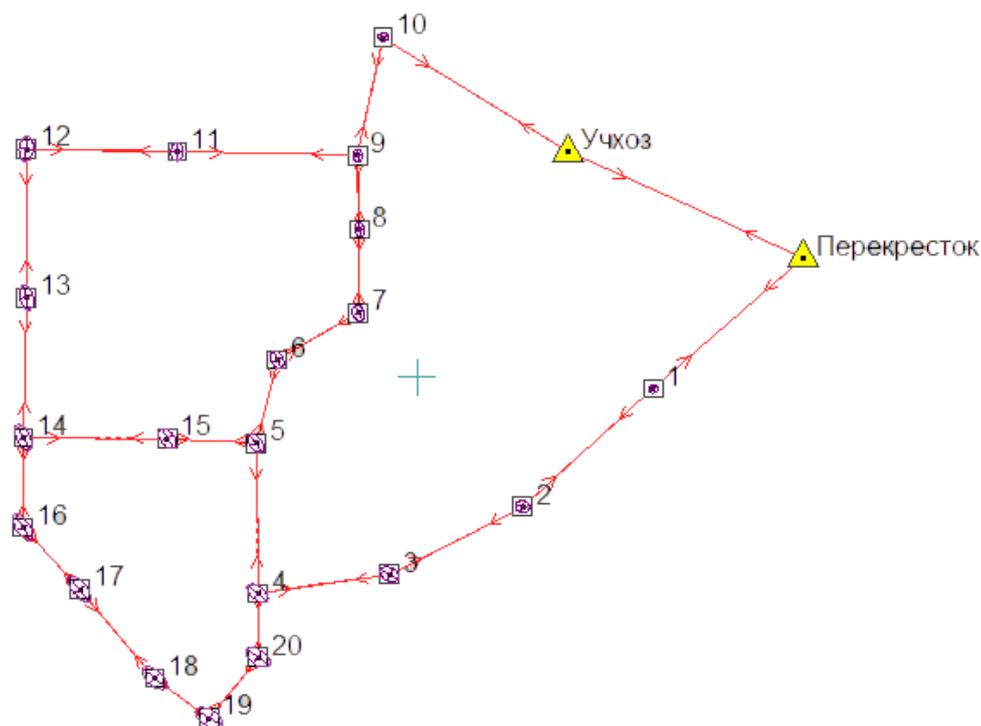


Рис. 1. Схема сети полигонометрии

Уравнивание сети было выполнено в программном комплексе Credo. Среднюю квадратическую погрешность угловых измерений была принята равной априорной $5''$. Средняя квадратическая погрешность линейных измерений была принята равной паспортному значению 5 мм. Результаты оценки точности сети практически совпали с расчетами, выполненными на стадии составления проекта. В результате уравнивания были получены координаты 20 пунктов полигонометрии. Погрешность положения пунктов не превышают 45 мм. Невязки в ходах полигонометрии, а также в сети съёмочного обоснования, опирающейся на нее, также находятся в пределах допусков. По результатам уравнивания первых двух этапов можно отметить высокую точность данного геодезического построения. В 2015 г. планируется проложить еще 2 хода полигонометрии и завершить построение сети с окончательным уравниванием сети.

Ежегодно проводится топографическая съёмка примерно 1/3 территории академического городка. Как правило, выполняется совместное уравнивание всей съёмочной сети созданной в текущем году. Используя материалы съёмки прошлых лет, была создана общая схема сети съёмочного обоснования из 135 точек. Моделирование сети выполнялось по зонам соответствующим годам съёмки (рис. 2).

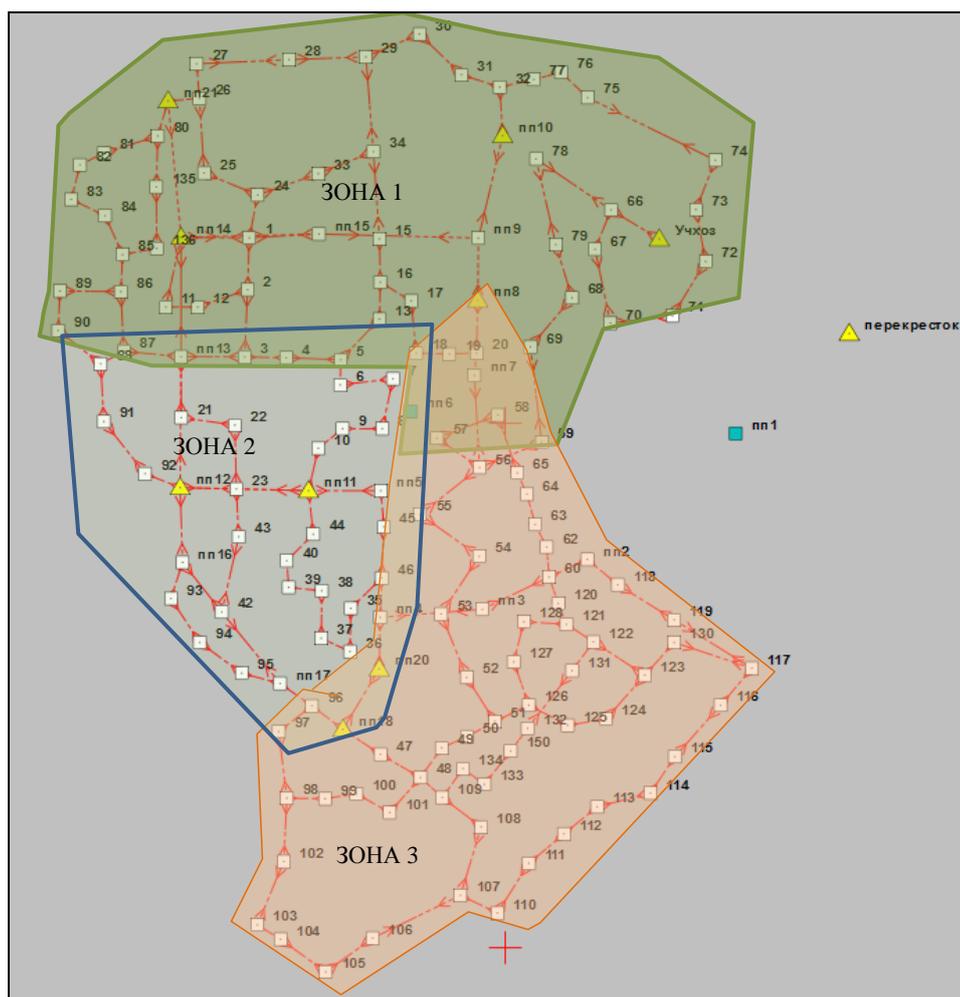


Рис. 2. Схема сети съёмочного обоснования

При создании сети съемочного обоснования измерение углов и расстояний ведется электронными тахеометрами по трехштативной системе. Погрешности угловых измерений приняты равными $30''$, а линейных 5 мм. Сеть съемочного обоснования была промоделирована (выполнен предварительный расчет погрешностей положения всех пунктов сети) для каждой зоны в 3 вариантах:

- совместно с полигонометрией;
- опираясь на все пункты полигонометрии, принимая их координаты в качестве безошибочных;
- опираясь на часть пунктов полигонометрии, которые расположены в местах, где была ранее обеспечена сохранность пунктов более 10 лет.

Результаты моделирования (средние квадратические погрешности положения пунктов) всех трех вариантов и координаты этих пунктов были сведены в таблицу в Excel и импортированы в ArcGIS.

В ArcGIS создана тема событий XY. Выбор ГИС как средства дальнейшего анализа обусловлен тем, что в ГИС можно построить поверхности по нескольким полям, а также выполнять вычитания растров.

Построение поверхностей для трех вариантов моделирования выполнили методом Topogrid по одному набору точек. По каждому полученному GRID, с шагом 5 мм были построены изолинии погрешностей положения точек обоснования. Результаты одного из построений приведены на рис. 3.

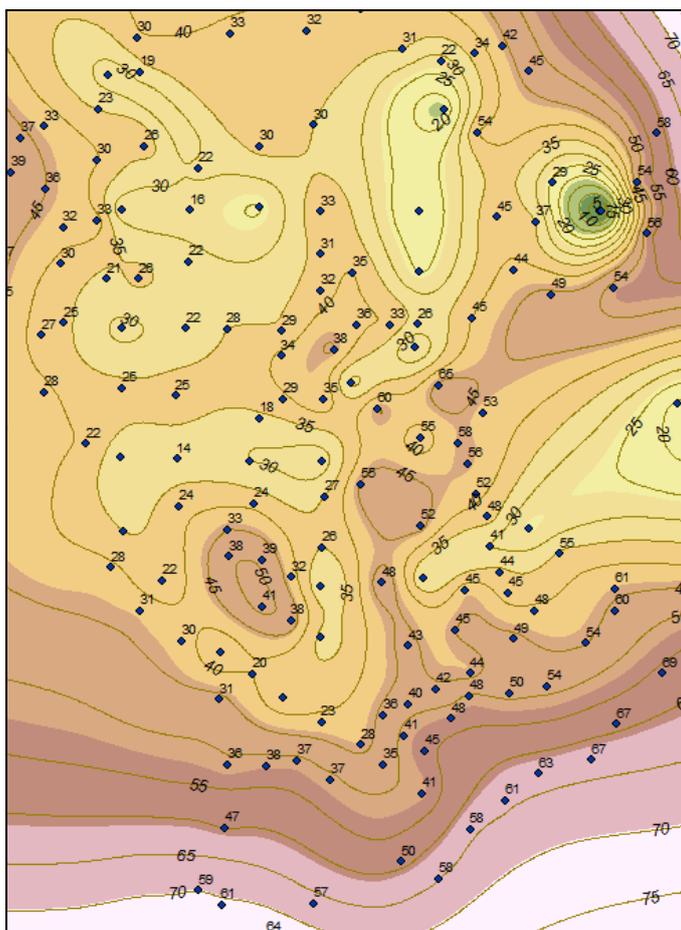


Рис. 3. Изолинии погрешностей точек съемочного обоснования с учетом погрешностей исходных данных

Используя функции операций над поверхностями, был выполнен анализ влияния погрешностей координат пунктов полигонометрии на погрешности положения точек съёмочного обоснования (рис. 4).

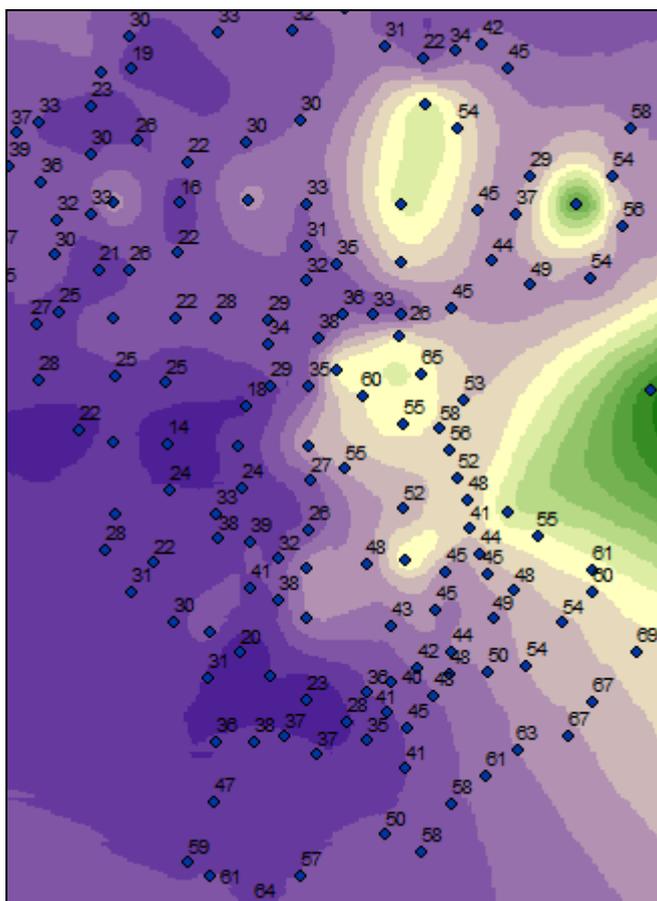


Рис. 4. Влияние погрешностей исходных данных

На рис. 4 темно-синие области представляют собой участки с наибольшим влиянием погрешностей положения пунктов полигонометрии на создаваемые сети съёмочного положения. Их влияние здесь составляет около 25-30 мм. Зеленые участки – это зоны, где влияние погрешностей полигонометрии на создаваемую сеть съёмочного обоснования незначительное (до 5 мм).

На основании выполненных исследований можно сделать вывод о возможности применения ГИС для изучения распределения погрешностей положения станций съёмочного обоснования при сплошных съёмках.

Используя grid-модель можно заранее определить погрешности положения пунктов съёмочного обоснования, при выборе места их расположения до выполнения съёмки.

Пренебрежение влиянием погрешностей пунктов полигонометрии для данной сети приводит к завышению характеристик точности положения пунктов в среднем в 1,5 раза.

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА В ГИС НА ОСНОВЕ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПО КВАДРАТАМ

Е.В. Федосова, Н.Н. Немцева

студенты 2-го и 3-го курса кафедры геодезии и фотограмметрии
землеустроительного факультета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

П.В. Другаков

доцент, доцент кафедры геодезии и фотограмметрии
землеустроительного факультета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

Нивелирование поверхности по квадратам до сих пор пользуется популярностью при проведении инженерно-геодезических изысканий связанных с вертикальной планировкой местности. При данном методе получения модели рельефа выполняют геометрическое нивелирование, при котором все пикетные точки закрепляют на местности колышками. Популярность этого метода обусловлена достаточной простотой выполнения расчетов по определению рабочих высот и вычислению объемов земляных работ. Закрепление пикетных точек на местности упрощает процесс реализации проекта вертикальной планировки и выполнение разбивочных работ благоустройстве территории. Данный метод получения рельефа ориентирован на ручную обработку результатов измерений и актуальным вопросом является автоматизация вычислительных работ и построения плана.

Автоматизация этих видов работ связана с получением ЦМР. А графическое ее представление в виде плана с горизонталями является ее частным случаем. ЦМР можно получить, используя линейные и нелинейные методы интерполяции. В геодезии традиционно применяют линейные методы, в основу которых положена триангуляция Делоне.

Целью работы являлось изучение возможности получения ЦМР и топографических планов на основе нивелирования поверхности по квадратам средствами ГИС.

Для построения ЦМР используется разнообразное программное обеспечение. Это могут быть специализированные геодезические программы (CREDO_Топоплан), системы автоматизированного проектирования (AutoCAD) и различные ГИС (коммерческие и Open Source). В нашем исследовании была поставлена задача – получить цифровую модель рельефа средствами ГИС ArcGIS.

В качестве объекта, на котором выполнялось построение рельефа, был выбран участок местности 100 на 120 м. Пикетные точки размещены в вершинах квадратов со сторонами по 20 м. Всего насчитывается 42 пикетные точки. Разность между высотой самой высокой и самой низкой точкой не превышает 3 м. На большей части участка рельеф достаточно спокойный. Средний перепад высот 60 см на 20 м. Но имеются и резкие переходы (рис. 1).

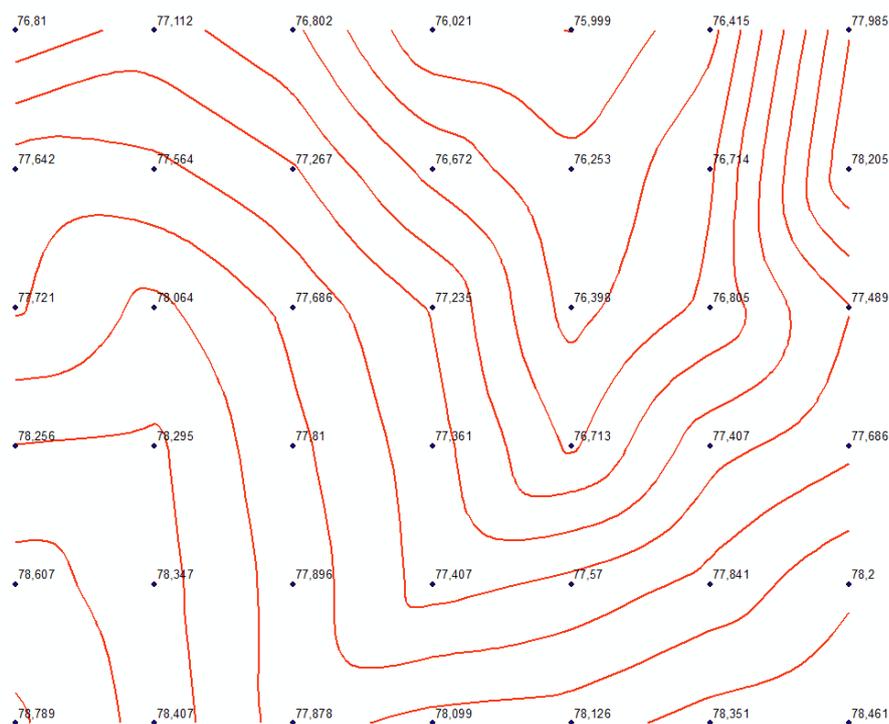


Рис. 1. Фрагмент топографического плана, используемый для исследований

Первая пикетная точка была принята за начало отсчета. Координаты остальных точек при необходимости увеличивались на 20 м по X и Y. При вводе точек по координатам в первом варианте точки вводились в порядке возрастания абсциссы. То есть за точкой с нулевыми координатами вводилась точка с координатами (20, 0). За ней вводилась точка с координатами (40, 0) и т.д. При достижении точки 6 с координатами (100, 0), осуществлялся переход на новый столбец, и последовательно вводились точки с координатами: (0, 20), (20, 20) и др. Затем осуществлялся переход на другой столбец и так до конца. После ввода всех точек с их высотами была получена цифровая модель рельефа методом TIN. На ее основе были построены горизонтали. Характер получившейся модели рельефа существенно отличался от модели рельефа (горизонталей) полученных традиционным ручным способом. В ГИС интерполяция выполнялась по вертикальным и горизонтальным линиям сетки квадратов, а также по диагоналям квадратов, имеющим дирекционные углы 135° .

Во втором варианте был изменен порядок ввода точек. Точки в этом случае вводились в порядке уменьшения значений по оси X. Интерполирование полученной модели выполнялось по диагоналям с дирекционными углами 45° . На отдельных участках характер полученных горизонталей кардинально отличался.

В третьем варианте точки вводились по нечетным столбцам в порядке возрастания абсцисс, а по четным в порядке их убывания. Здесь также была получена ЦМР и горизонтали. ЦМР получилась комбинацией предыдущих двух.

Таким образом, если источником данных выступают результаты нивелирования поверхности по квадратам, то в этом случае на окончательный

результат оказывает влияние порядок записей в таблице описывающей пикеты, а не только положение самих пикетов и их высоты.

Есть точки А, В, С и D вершины квадрата (рис. 2). Первой точкой в таблице является точка А, второй В. В зависимости от того какая точка С или D будет третьей в таблице будет зависеть какая диагональ 2 или 1 станет основой для построения треугольников в TIN модели.

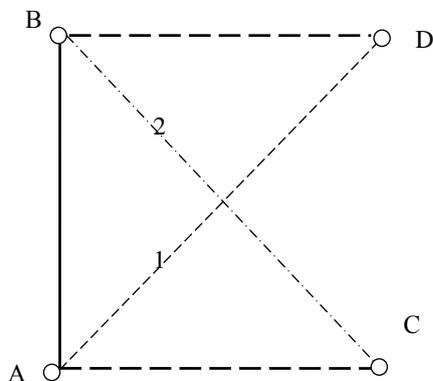


Рис. 2. Двойственность задачи построения системы треугольников TIN-модели для сетки квадратов

Таким образом, метод TIN не позволяет получить корректную модель рельефа для нашего случая. По этой причине построение модели рельефа было выполнено и методом Topogrid. На основе полученной модели рельефа было выполнено интерполирование горизонталей. По этим же данным была выполнена интерполяция и Credo Топоплан. Результаты интерполяции TIN (первый вариант), Topogrid и в Credo Топоплан представлены на рис 3.

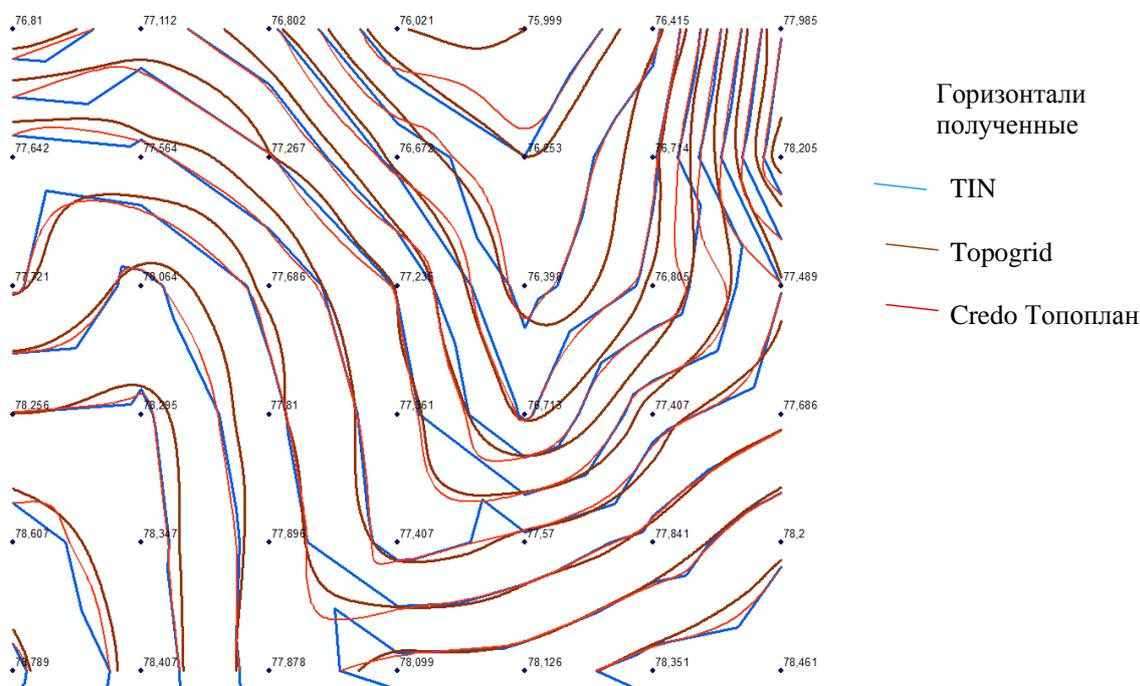


Рис. 3. Результат интерполирования TIN, Topogrid и Credo Топоплан

Из рис. 3 следует, что метод TIN применять нельзя, при расположении в вершинах квадратов исходных точек, по которым выполняется построение модели рельефа. Этот метод дает нехарактерные резкие изломы горизонталей.

Метод Topogrid выявляет характерные линии рельефа (талвеги, водоразделы) и с его помощью получается более достоверная модель. Но так как в этом методе применяется нелинейное интерполирование, то не всегда выдерживается расстояние между горизонталями расположенными между двумя точками, по которым ведется интерполирование. Если требуется выдержать это условие, то требуется использовать специальное программное обеспечение, например Credo Топоплан. В этой программе применяются линейные интерполирования на основе TIN-модели, но имеется и возможность переброски ребер триангуляции для ручной корректировки модели. Результат интерполирования горизонталей в Credo Топоплан полностью соответствует ручной интерполяции.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЕКТОРИЗАЦИИ

А.С. Жорова, В.А. Никитина

студенты 4-го и 2-го курса кафедры геодезии и фотограмметрии
землеустроительного факультета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

П.В. Другаков

доцент, доцент кафедры геодезии и фотограмметрии
землеустроительного факультета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

В настоящее время при составлении проектов внутрихозяйственного землеустройства, схем землеустройства и ведения земельного кадастра широко используются геоинформационные системы. При использовании ГИС имеющийся планово-картографический материал переводят в электронную форму: сканируют, привязывают к системе координат, векторизуют. Достоинством данных в векторной форме является простота анализа и выполнения основных картометрических функций. В землеустройстве главной такой функцией является вычисление площадей. В отличие от традиционных методов вычисления площадей (аналитического, графического и механического) вопрос оценки точности оцифрованных объектов в литературе практически не рассмотрен. Это связано с тем, что вопросы вычисления площадей и оценки их точности широко исследовались в 60-70 г. XX века, а тогда цифровые технологии еще не применялись.

Исследования выполнялись на фрагменте топографической карты масштаба 1:10000 размером 10x10 см имеющем 35 контуров площадью от 0,1 до 30 га (рис. 1).

В ходе исследований был выполнен весь комплекс работ по переводу топографической информации с бумажных носителей в электронную форму. Для привязки к системе координат и трансформирования фрагмента раstra использовалась программа Credo_Transform. Векторизация выполнялась

независимо 50 исполнителями в ГИС ArcView. Всем контурам присваивались номера и вычислялись площади.

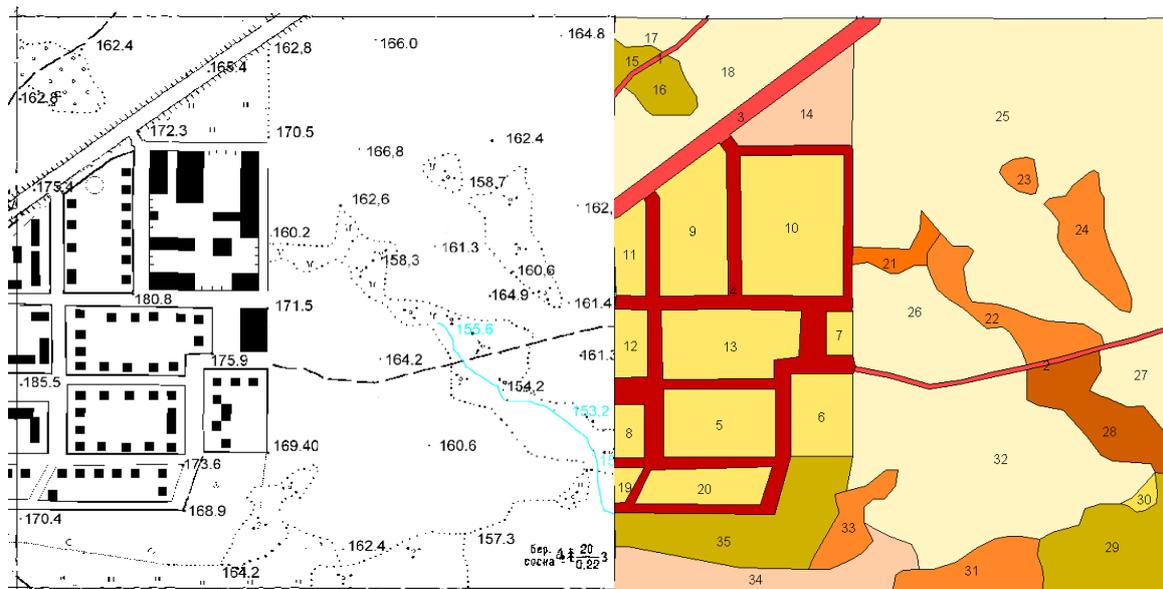


Рис. 1. Исходный растр и результат векторизации с номерами контуров

В соответствии с номерами объектов результаты вычисления площадей средствами ГИС ArcView были сведены в одну таблицу. По результатам векторизации была выполнена оценка точности определения площадей. Используя пакет анализа из электронных таблиц Excel, были определены дисперсии площадей. По дисперсиям были вычислены средние квадратические погрешности площадей контуров (табл. 1).

Табл. 1. Площади и средние квадратические погрешности площадей контуров

№	$P, га$	$m_p, м$	№	$P, га$	$m_p, м$
1	0,17	19,2	19	0,22	26,7
2	0,48	65,6	20	1,38	95,6
3	1,69	109,8	21	0,64	58,6
4	6,55	294,6	22	1,83	106,5
5	2,40	102,6	23	0,32	24,7
6	1,55	84,3	24	1,62	71,8
7	0,36	53,0	25	25,96	320,5
8	0,48	35,9	26	4,23	133,9
9	2,75	129,2	27	1,98	89,1
10	4,44	190,4	28	2,64	100,6
11	0,85	81,3	29	3,76	57,6
12	0,70	57,6	30	0,21	46,7
13	2,80	131,6	31	1,72	74,9
14	2,16	132,4	32	11,43	207,0
15	0,36	164,2	33	1,10	100,5
16	0,84	56,8	34	3,07	195,5
17	0,65	61,4	35	4,11	181,6
18	4,66	165,4			

На основании табличных данных было получено уравнение зависимости стандарта определения площадей от площади объекта

$$m_p = 0,0073\sqrt{P},$$

где P – площадь участка в га.

Полученная формула имеет вид аналогичный формуле оценки точности вычисления площадей графическим способом. Но результаты вычисления площадей оцифрованных объектов имеют погрешности примерно 2,5 раза меньше чем при вычислении графическим способом с помощью палеток или механическим с помощью полярного планиметра. Площади объектов, вычисленные путем векторизации, соответствуют по точности вычислению площадей по треугольникам. Высокая точность вычисления площадей обусловлена тем, что оператор имеет возможность изменять масштаб изображения, повышая при этом точность обвода контуров, а традиционные технологии вычисления площадей лишены такой возможности.

Достоинством вычисления площадей по оцифрованному плану является то, что оно менее трудоемко. Вычисление площади и составление экспликации занимает считанные секунды. Основные затраты времени уходят на оцифровку плана. При этом оцифровка плана занимает меньше времени, чем обвод контуров планиметром.

Полученные результаты позволяют сделать следующий вывод, что вычисление площадей путем оцифровки контуров выполняется примерно в 3 раза точнее, чем по традиционным технологиям, при этом снижаются затраты времени и отсутствует необходимость увязки площадей.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Д.М. Курлович</i> МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДЕНЬ ГИС 2014 В БГУ	3
НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»	5
<i>В.В. Ермакова, П.Ф. Парадня</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАМОРФОЗНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРИРОДООХРАННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ	5
<i>М.А. Митько, Н.В. Жуковская</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	7
<i>И.М. Плесацевич, С.М. Токарчук</i> ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНОЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ ГЕОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ ПОЛЕССКОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ПРОВИНЦИИ К СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ НАГРУЗКАМ)	10
<i>А.В. Лещенко, М.А. Гуцаки, Е.В. Казяк</i> ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	15
<i>М.А. Барковец, Д.М. Курлович</i> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛИНЕАМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КРОВЛИ ОСНОВНЫХ ГОРИЗОНТОВ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА БЕЛАРУСИ СРЕДСТВАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	20
<i>А.С. Скачкова, Д.М. Курлович</i> ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ	24
<i>Б.А. Жоров, Д.М. Курлович</i> КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ГИС-АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РЕЛЬЕФА И ГИДРОГРАФИИ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛОЖИНСКОГО РАЙОНА)	33
<i>Ш.К. Валиева, С.Р. Садвакасова</i> ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОБА	36
<i>Н.Г. Литвинко, А.А. Топаз</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ ERDAS IMAGINE И QGIS/GRASS (НА ПРИМЕРЕ ЗАКАЗНИКА ЕЛЬНЯ)	40
<i>С.Н. Прокопович, А.А. Монак, Е.Н. Казимерчик, В.А. Бозуш, А.А. Сазонов</i> ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ ПРИ ЦИФРОВОМ КРУПНО- И СРЕДНЕМАСШТАБНОМ ПОЧВЕННОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ	45
НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА»	52
<i>О.С. Лубочко, П.Ф. Парадня</i> ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА»	52
<i>Н.Г. Литвинко, А.П. Романкевич, А.В. Ольшанский</i> ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ QGIS ДЛЯ СИСТЕМАТИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ПРЕПЯТСТВИЙ ПРИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АЭРОДРОМОВ БЕЛАРУСИ	54

<i>А.А. Кохно, Е.О. Хрущева, А.А. Сазонов, Е.В. Казяк</i>	
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА)	59
<i>А.С. Новик, В.А. Радевич</i>	
АНАЛИЗ ТАКТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕСТНОСТИ, НЕОБХОДИМЫЙ В ХОДЕ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ	63
<i>Н.Г. Юдчиц, Н.В. Ковальчик</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ООПТ (НА ПРИМЕРЕ НП «НАРОЧАНСКИЙ»)	66
<i>Б.А. Жоров, Д.М. Курлович</i>	
ГИС-АНАЛИЗ ТРАНСПОРТОЙ ДОСТУПНОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СЛУЖБ В Г. МИНСКЕ	69
<i>Ю.В. Ананич, Н.В. Жуковская</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОРИДОРОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВЫХ ДОРОГ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ)	73
<i>С.А. Алимпов, Н.В. Ковальчик</i>	
ГИС-АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИИ Г. ВИТЕБСКА	77
НОМИНАЦИЯ «СОЗДАНИЕ ГИС ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОГО И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА»	81
<i>П.С. Долгий, А.О. Скарубо, А.Н. Морев, П.Ф. Парадня</i>	
РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ В СРЕДЕ ГИС	81
<i>А.И. Хвалько, Г.И. Радюкевич, Е.Ф. Каранец, А.В. Седельник, С.И. Малашкевич, С.А. Самодумкин</i>	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА ПО ГЕОГРАФИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	84
<i>О.В. Шукейло, О.С. Ежова, А.Ч. Милько, В.А. Сипач</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПЛАТФОРМЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ARCGIS ONLINE ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГПУ «НП «НАРОЧАНСКИЙ»	88
<i>Е.В. Трофимчук, С.М. Токарчук</i>	
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС БАССЕЙНА РЕКИ ЦАРА	93
<i>О.В. Давыденко, С.Г. Шнитко</i>	
УЧЕБНАЯ ГИС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	98
<i>А.А. Максимова, Л.И. Смыкович</i>	
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ МАРШРУТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»)	102
<i>А.А. Гусарева, П.Ф. Парадня</i>	
GPS-НАВИГАЦИЯ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ	104
<i>Ю.Д. Терещенко, М.В. Точило, Н.В. Макаревич, Д.М. Курлович</i>	
ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ ГИС МУЗЕЯ ВАЛУНОВ Г. МИНСКА	106
<i>Е.В. Бобровник, К.С. Нигматулина, П.В. Другаков</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ДЛЯ АНАЛИЗА ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	110
<i>Е.В. Федосова, Н.Н. Немцева, П.В. Другаков</i>	
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА В ГИС НА ОСНОВЕ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПО КВАДРАТАМ	114

А.С. Жорова, В.А. Никитина, П.В. Другаков

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ВЕКТОРИЗАЦИИ

117