

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 2016**

Минск, 16 ноября 2016 г.

Ответственный редактор
Д. М. Курлович

МИНСК
2016

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук, доцент Д. М. Курлович (отв. редактор),
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н. В. Клебанович,
доктор географических наук, профессор 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, О. М. Ковалевская, С. Н. Прокопович.

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 2016, Минск, 16 ноябр. 2016 г. / редкол. : Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2016. – 143 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2016 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.

ÓБелорусский государственный университет, 2016
ÓКоллектив авторов, 2016

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДЕНЬ ГИС 2016 В БГУ

Д. М. Курлович

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

16 ноября 2016 г. преподаватели и студенты факультетов географической направленности УВО 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 16-й раз на географическом факультете Белгосуниверситета и 18-й раз в мире. Организатором его проведения в БГУ являлась *межкафедральная студенческая научно-исследовательская ГИС-лаборатория географического факультета (СНИЛ ГИС)*.

Формат Дня ГИС заключался в проведении конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь и встрече студентов с ведущими ГИС-специалистами нашей страны. Мероприятие в этом году посетили 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 «Белаэрокосмогеодезия», РУП «Белкартография», РУП «Белгеодезия», РУП «Белорусский дорожный инженерно-технический центр», УП «ГИС», филиала «Институт геологии» РУП «НПЦ по геологии», Института гидрогеологии и геоэкологии им. Ахмедсафина (Казахстан), ГПУ «Национальный парк «Нарочанский», КУП «Минскводоканал», ООО «Технологии земледелия», а также компании «Softline».

Конкурсантов оценивало экспертное жюри, в составе: заместитель начальника управления геодезии и картографии Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь *Ирина Леонидовна Тихонова*, специалист отдела НИР РУП «Проектный институт Белгипрозем» *Александр Сергеевич Коробкин*, научный сотрудник УП «ГИС» *Вячеслав Александрович Сипач*, специалист по кадастру и ГИС КУП «Минскводоканал» *Наталья Викторовна Урбанович*, старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ *Наталья Викторовна Жуковская*, доцент кафедры кадастра и земельного права землеустроительного факультета БГСХА *Павел Владимирович Другаков*.

Жюри конкурса ознакомилось с ГИС-проектами студентов и аспирантов географического и военного факультетов БГУ, инженерно-строительного факультета ПГУ, географического факультета БрГУ им. А.С. Пушкина, землеустроительного факультета БГСХА, факультета информационных технологий и управления БГУИР. Победители были определены в трех номинациях.

В номинации «**Применение географических информационных систем (ГИС) в научных исследованиях**» дипломом I-й степени отмечена работа

студентов географического факультета БГУ «Опыт использования беспилотного летательного аппарата при картографировании территории УП «Щемяслица» БГУ». Победителями признаны четверокурсники кафедры геодезии и картографии Диана Качановская и Григорий Черняков. *Диплома II-й степени* был удостоен студент третьего курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ Максим Циунель за ГИС-проект «Использование ГИС в геомаркетинговых исследованиях (на примере фармацевтического бизнеса г. Минска)». *Диплом III-й степени* получил четверокурсник той же кафедры географического факультета БГУ Максим Максимов. Он представил работу «Мониторинг площадей и состояния зеленых зон городов по данным дистанционного зондирования Земли (на примере г. Минска)».

В номинации **«Применение ГИС-технологий в исследованиях прикладного характера»** победу праздновали студенты географического факультета БрГУ им. А.С. Пушкина Яна Янчук и Валентин Кондратюк. *Диплома I-й степени* они были удостоены за ГИС-проект «Создание ментальных ГИС-карт для изучения особенностей проявления ливневых осадков (на примере г. Бреста)». *Диплом II-й степени* получили студенты и магистранты землеустроительного факультета БГСХА Анна Качан, Иван Жариков и Виолетта Никитина за ГИС-проект «Создание картографической основы внутрихозяйственного землеустройства средствами ГИС Quantum GIS». *Дипломом III-й степени* были поощрены студенты третьего курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ Ирина Игнатовская, Светлана Зенькова и Елизавета Трыханкина, представившие ГИС-проект «Учебные комплексная геоинформационная и землеустроительная практики в БГУ».

В номинации **«Создание ГИС информационно-справочного и образовательного характера»** *дипломом I-й степени* отмечены студенты пятого курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ Тимур Зарипов, Евгений Малин, Владислав Лигер и Михаил Чернушевич за ГИС-проект «Создание интерактивного мобильного приложения «Навигатор банкоматов г. Минска». *Диплома II-й степени* были удостоены студенты географического факультета БрГУ им. А.С. Пушкина Яна Янчук и Виктор Малыха за ГИС-проект «Использование приложений ArcGIS Online «Story Maps» для изучения ландшафтно-рекреационных территорий г. Бреста». *Диплом III-й степени* получили студенты факультета информационных технологий и управления БГУИР Александр Захаров, Александр Клыбик, Евгений Колос, Павел Нищеретов, Анастасия Ракович и Виталий Шабатько за ГИС-проект «Модель структуры общественного транспорта г. Минска, представленная на языке семантических сетей». *Специальным дипломом жюри* были отмечены учащиеся ГУО «Гимназия № 1 г. Воложина» Карина Клячко и Вероника Рытикова, представившие ГИС-проект «Использование некоммерческой облачной картографической платформы ArcGIS Online для создания информационно-справочной туристической ГИС Воложинского района».

НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»

ВЫКАРЫСТАННЕ ГИС У ГЕАМАРКЕТЫНГАВЫХ ДАСЛЕДВАННЯХ (НА ПРЫКЛАДЗЕ ФАРМАЦЭЎТЫЧНАГА БІЗНЭСА Г. МІНСКА)

М. П. Цыунэль

студэнт 3 курса кафедры глебазнаўства і зямельных інфармацыйных сістэм
геаграфічнага факультэта Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта

Н. В. Клебановіч

д.с-г.н., дацэнт, загадчык кафедры глебазнаўства і зямельных інфармацыйных
сістэм географічнага факультэта Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта

Геамаркетынг – адзін з самых маладых напрамкаў у маркетынгу, які дазваляе вызначыць ступень ўздзеяння географічных фактараў на бізнес. Маркетологі выкарыстоўваюць велізарную колькасць інструментаў, праводзячы даследаванні рынку. І амаль усе тэхнікі маркетынговых даследаванняў звязаны з аналізам паводзінаў спажываўцаў, кіруючыся прасторавай прывязкай. На сённяшні дзень найбольшую эфектыўнасць пры аналізе прасторавых дадзеных паказалі рашэнні звязаныя з ужываннем геаінфармацыйных сістэм.

У тэрміна маркетынг ёсць некалькі значэнняў. У агульным выпадку, пад маркетынгам разумеецца кіраванне стварэннем тавараў і паслуг, якія будуць карыстацца попытам на рынку. Гэта значыць, задача заключаецца ў тым, каб вызначыць патрабаванні спажываўцаў і прапанаваць ім менавіта той тавар ці паслугу, якія ім неабходныя. Варта адзначыць адрозненне маркетынгу ад маркетынгавага даследавання. Маркетынгавае даследаванне – гэта працэс збору і апрацоўкі інфармацыі для ажыццяўлення маркетынгу. Задача маркетынгавага даследавання – сабраць найбольш поўную і дакладную інфармацыю аб рынку для таго, каб ствараемы тавар або паслуга былі найбольш блізкія да таго, што патрабуецца спажывацям.

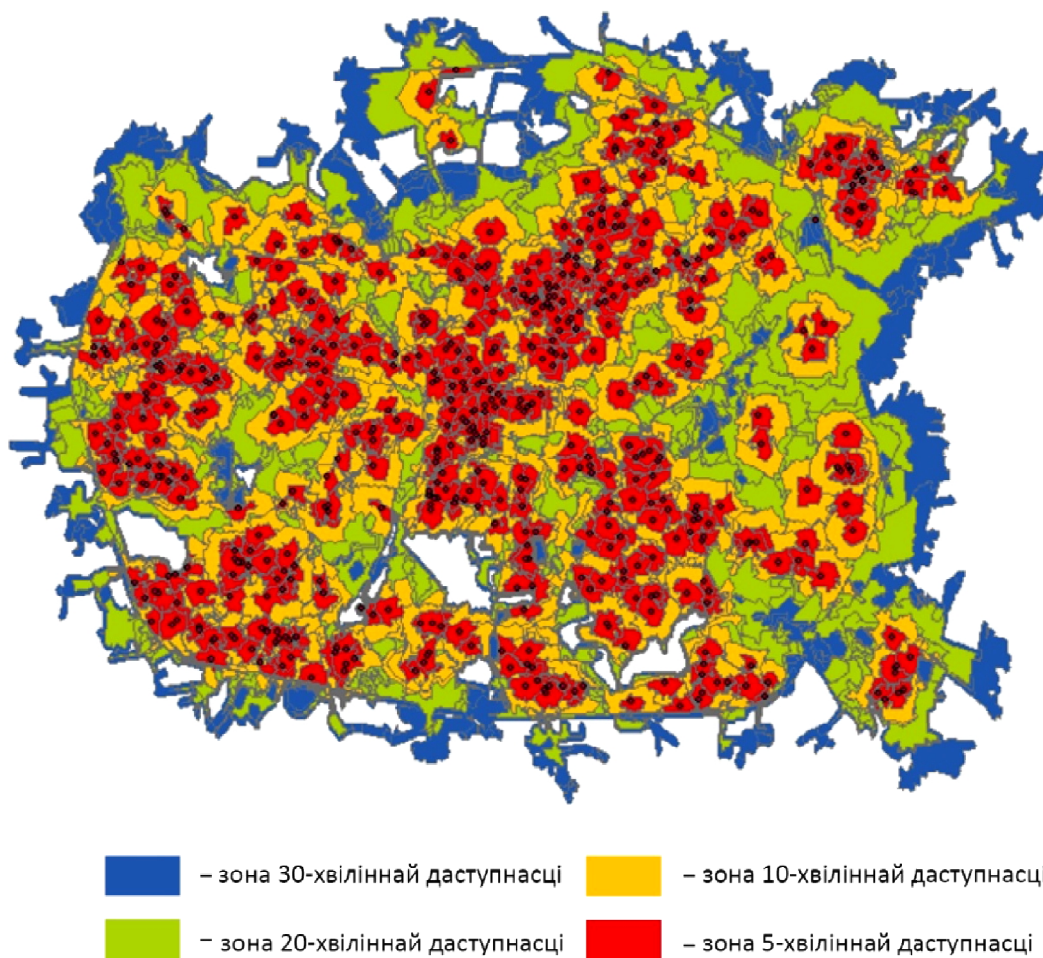
Фармацэўтычны бізнэс з’яляецца адным з самых перспектыўных і адным з самых дынамічна развіваючыхся напрамкаў гандлю. Таму геамаркетынгавае даследаванне для гэтай сферы з’яўляецца вельмі карысным з пункту гледжання развіцця сеткі аптэк горада.

Мэтай дадзенай працы з’яўляецца знаёмства з сутнасцю геамаркетынга і правядзенне даследавання на прыкладзе фармацэўтычнага бізнэса горада Мінска. Дзеля дасягнення мэты, былі пастаўлены наступныя задачы:

1. прааналізаваць літаратуру па тэме, выявіць мэты і спосабы геамаркетынгу;
2. даследаваць аптэчную сетку горада;
3. правесці прасторавы аналіз аптэчнай сеткі Мінска;
4. выявіць асаблівасці размеркавання пунктаў абслугоўвання;

5. выявіць зоны, спрыяльныя для пабудавання новых аптэк.

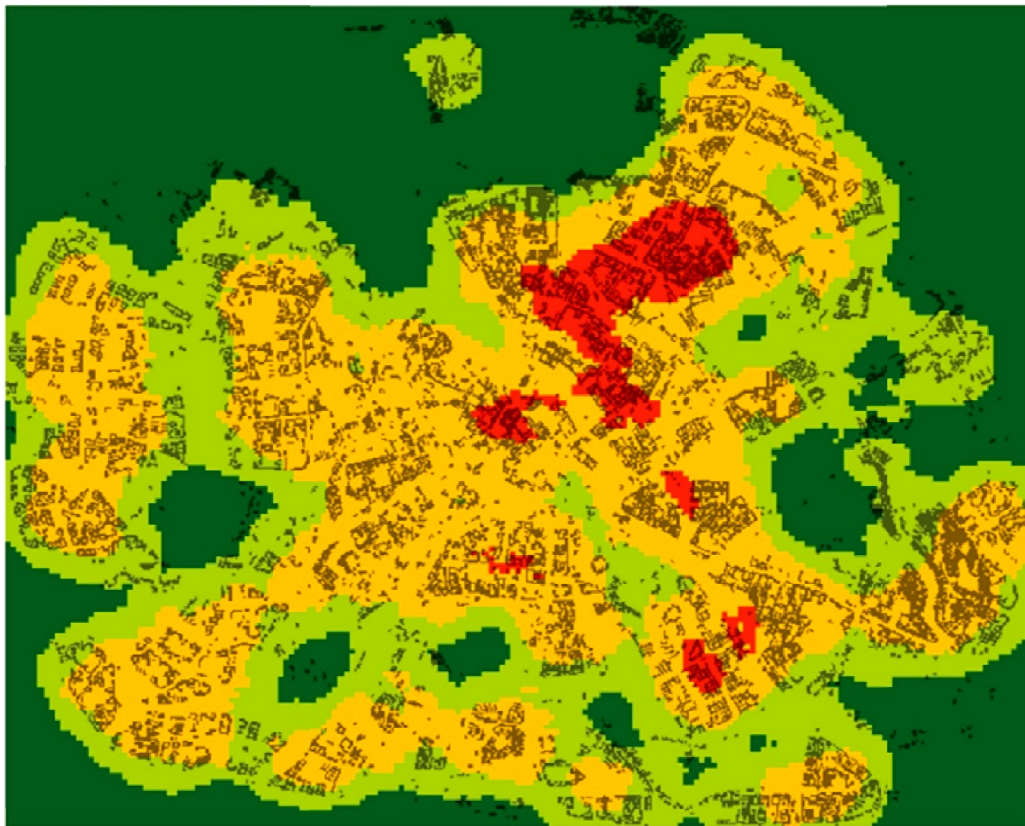
З дапамогай сэрвіса tabletkaby.by (дзе на момант пачатку працы знаходзілася 624 аптэкі) была створана адрасная база дадзеных аптэк. Праз сэрвіс Яндэкс-карты былі атрыманы каардынаты ўсіх аптэк горада Мінска. Далей праца вялася ў праграмным прадукце ArcGIS 10. Каардынаты былі перанесены ў кропкавы слой, з сэрвіса Open Street Map (OSM) былі запазычаны слаі дарог і ўсіх пабудов горада. У выніку былі пабудаваны зоны пешаходнай даступнасці кожнай з аптэк ў 5, 10, 20 і 30 хвілін, пры хуткасці пешахода ў 4 км/гадзіну (малюнак 1).



Малюнак 1 – Зоны пешаходнай даступнасці аптэк горада Мінска

Трэба адзначыць, што просты аналіз пешаходнай даступнасці для аптэк ўжо дае няблагія вынікі, але для паглыблення аналізу было вырашана дадаць фактар шчыльнасці насельніцтва. З слою пабудовы былі выбраны жылыя пабудовы (карэкцыя вялася ўручную), далей большасці трэба было дадаць атрыбут павярховасці. Ён быў узяты з розных крыніц, такіх як: уласныя назіранні, OSM, панарамы сэрвіса Яндэкс-карты. У мностве выпадкаў можна было па атрыбуце аднаго з дамоў даць такую ж атрыбуту павярховасці суседнім дамам або ўсяму кварталу. Далей плошча кожнай пабудовы была памножана на колькасць паверхаў. Каб вылічыць прыкладную колькасць жыхароў, атрыманы вынік быў падзелены на 25 м², бо па дадзеных Мінгарвыканкама на 1 жыхара прыходзіцца 20 м² жилой плошчы. Была выбрана лічба большая, таму што

трэба ўлічваць і бытавыя памяшканні, лесвічныя клеткі, гандлёвыя плошчы на першых паверхах многіх дамоў. Падлік быў праведзены ў межах МКАД. Паказчыкі шчыльнасці былі ўмоўна падзелены на 4 класы: нізкая, сярэдняя, высокая і вельмі высокая (малюнак 2).



Малюнак 2 – Шчыльнасць насельніцтва горада Мінска

На атрыманай карце добра бачны заканамернасці рассялення насельніцтва горада Мінска. Атрыманы вынік з’яўляецца прыкладным і не можа ў поўнай меры адражаць дадзены паказчык.

Відавочна, што ў цэлым горад адносна дастаткова заапабячаны аптэкамі, але трэба пашыраць сетку да 10-хвіліннай даступнасці, а ў густанаселеных раёнах – да 5-хвіліннай. Прастора для пашырэння рынку вельмі значная. Дзеля падвядзення вынікаў аналізу, прапановуецца некалькі кропак, у якіх мэтазгодна адкрываць новыя аптэкі (зыходзячы з вывучаных фактараў, а таксама з улікам дарожнай сеткі і месцазнаходжання другіх аптэк). Напрыклад: студэнцкі гарадок на вул. Кастрычніцкая, скрыжаванне вул. Харкаўская і Дамашэўскага завулка, месца каля вул. Малініна 170.

Трэба адзначыць, што праект з’яўляецца пілотным і адлюстроўвае толькі кропку погляду аўтара. Дадзенае даследаванне павінна быць карысным розным аптэчным сеткам для стварэння новых кропак продажу. Далей даследаванне

можна паглыбляць, дадаўшы фактары грамадскага транспарту, часу перамяшчэння насельніцтва, руху аўтамабільнага транспарту і г.д.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ УП «ЩЕМЫСЛИЦА» БГУ

Д. А. Качановская, Г. В. Черняков

студенты 4 курса 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

В настоящее время, с развитием современных технологий дистанционного зондирования Земли активно внедряются такие методы получения геопространственных данных, как космическая съемка, лазерное сканирование, радиолокационное зондирование, цифровая аэрофотосъемка с использованием, как пилотируемых носителей аппаратуры, так и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В последние годы для плановой съемки небольших по площади объектов активно внедряются технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с использованием БПЛА.

С появлением доступных летательных аппаратов спрос на данный вид съемки значительно повысился вследствие низкой стоимости и оперативности изготовления ортофотопланов и 3D-моделей местности по сравнению с традиционными методами, основанными на базе пилотируемой авиации.

В апреле 2016 года студентами специальности «Космоаэрокартография» (кафедра геодезии и картографии) выполнена съемка планово-высотного обоснования сети фототриангуляции на территории УП «Щеmysлица» БГУ с целью крупномасштабного картографирования. Съёмочная геодезическая сеть создавалась методом спутниковых определений двухчастотным приемником геодезического класса точности Trimble R6 – 4 в режиме реального времени (RTK) от постоянно-действующих пунктов (ПДП) Спутниковой системы точного позиционирования Республики Беларусь с субсантиметровой точностью. По результатам наземной электронной тахеометрии создана цифровая модель местности (ЦММ) в масштабе 1:500 с высотой сечения рельефа 0,5 метра.

В дальнейшем, для получения исходных геопространственных данных была использована технология ДЗЗ с применением БПЛА. Съёмочное оборудование было установлено на борту квадрокоптера фирмы Dji – Phantom 3. Основные характеристики летательного аппарата приведены в таблице 1.

При размере съёмочной матрицы фотокамеры 4000×3000 пикселей (12,4 Мп), пространственное разрешение полученных снимков составило 2 см.

Камера была оснащена гиростабилизационной установкой для устранения вибраций съёмки во время полета.

Технология аэрофотосъемки на основе БПЛА состояла из следующих этапов:

- подготовительные работы (изучение местности, подлежащей фотографированию, подготовка карт, проектирование маршрутов полета и расчет элементов фотосъемки);

Таблица 1 – Технические характеристики квадрокоптера Phantom 3 Advanced

Вес (+ батарея и пропеллеры)	1280 г
Мах скорость подъема	6 м/с
Мах скорость спуска	3 м/с
Мах скорость	16 м/с (при отсутствии ветра)
Мах время полета	23 мин
Позиционирование	GPS/GLONASS

- полевые работы (обследование и закрепление точек планово-высотной подготовки снимков, закрепление и маркировка точек опорной сети, фотосъемка в автоматическом режиме);

- камеральные работы (обработка результатов геодезических измерений, фотограмметрическая обработка снимков) [1].

На предполетном этапе производилась маркировка опознаков на местности. В качестве опознаков использовались центры пунктов съемочной геодезической сети и четко дешифрируемые объекты с известными координатами по результатам цифровой топографической съемки.

Аэрофотосъемка выполнялась с помощью навигационной программы Pix4d (рисунок 1) с высоты 40 м с поперечным перекрытием 60% и продольным – 70%.



Рисунок 1 – Вид полетного задания в навигационной программе Pix4d

В результате полета был сформирован набор фотографий и данные телеметрии, которые включали: координаты центров и время фотографирования, данные о положении камеры в момент фотографирования.

Полученный в результате выполнения аэрофотосъемки массив данных подвергся фотограмметрической обработке с помощью автоматизированного программного обеспечения Agisoft PhotoScan. В качестве исходных данных были использованы цифровые растровые изображения, координаты центров фотографирования, материалы калибровки оптической системы камеры, координаты опорных точек на местности, контрольные линейные измерения на объекте съёмки.

В результате обработки материалов фотосъемки в Agisoft PhotoScan могут быть также получены следующие виды геопространственных данных:

- облака точек в форматах Wavefront OBJ, Stanford PLY, XYZ Point Cloud, ASPRS LAS, LAZ, ASTM E57, U3D, potree, Agisoft OC3, Topcon CL3, PDF;
- трехмерные модели местности в форматах Wavefront OBJ, 3DS, VRML, Stanford PLY, Autodesk DXF, Autodesk FBX, STL models, COLLADA, U3D, Adobe PDF, Google Earth KMZ;
- ортофотопланы в форматах JPEG, PNG, TIFF, GeoTIFF, мозаика масштабов Google Earth KML, тайлы Google Map, MB Tiles, тайлы World Wind;
- матрицы высот в форматах GeoTIFF, Arc/Info ASCII Grid (ASC), Band interleaved (BIL), XYZ, Sputnik KMZ;
- данные по связующим точкам BINGO (*.dat) , ORIMA (*.txt), PATB (*.ptb);
- калибровки и ориентация камер формат PhotoScan (XML), Bundler OUT, CHAN, Boujou (текстовый формат), Omega Phi Kappa (текстовый формат), внешняя ориентация (PATB, BINGO, AeroSys), файл проекта Inpho;
- панорамы;
- тайловые модели в форматах PhotoMesh Layer (*.zip), Agisoft Tiled Model (*.tls), Agisoft Tile Archive (*.zip);
- отчет об обработке [2].

Координаты центров фотографирования и опорных точек могут быть представлены в любой из представленных в программе геодезических, геоцентрических и локальных систем координат и картографических проекциях.

Точность определения координат центров фотографирования и опорных пунктов напрямую влияет на точность построения модели. Соотношение точности координат центров снимков с точностью координат опорных точек регулируется весовыми коэффициентами [3].

Координаты центров фотографирования и опорных точек (опознаков) в данном проекте представлены в глобальной геоцентрической координатно-временной системе отсчета WGS-84.

Построение и привязка модели местности в программе состояла из трех основных этапов:

1) построение грубой модели. На этом этапе производилось автоматическое определение общих точек на перекрывающихся снимках, восстановление проектирующих лучей, определение координат центров фотографирования и элементов взаимного ориентирования снимков, расчет параметров, описывающих оптическую систему (дисторсия, коэффициент асимметрии, положение центральной точки). Все расчеты выполнялись в программе за одну операцию;

2) привязка полученной модели к внешней (геодезической) системе координат и уравнивание всех параметров системы – координат центров фотографирования и наземных опорных точек, углов ориентирования снимков, параметров оптической системы с использованием параметрического метода уравнивания. В качестве весовых коэффициентов для уравнивания выступали погрешности определения координат точек съемки (центров фотографирования), определения координат точек наземной опорной сети, дешифрирования и маркирования опорных точек на снимках;

3) построение полигональной модели поверхности местности на основе определенных на предыдущем этапе параметров. В программе реализован экспресс-способ, заключающийся в триангуляции только общих точек, полученных на первом этапе, и более точные способы обработки, заключающиеся в определении пространственного положения для каждого пиксела изображения (в зависимости от заданной степени детализации обрабатывается каждый первый, каждый четвертый, каждый шестнадцатый, и т. д. – всего пять возможных уровней) [5].

В дальнейшем, полученная модель использовалась для генерации ортофотопланов и матриц высот.

В результате выполненных работ получены цифровая модель местности (рисунок 2), текстурированная цифровая модель местности (рисунок 3) и ортофотоплан (рисунок 4).

Оценка точности полученной ЦММ выполнялась двумя способами:

- непосредственно в процессе обработки в ПО PhotoScanPro;
- путем сравнения двух ЦММ – полученной по материалам АФС (воздушной) и построенной по материалам наземной электронно-тахеометрической съемки.

В ПО PhotoScanPro все этапы вычислительного процесса сопровождалось оценкой точности, для чего исследовались значения остаточных поперечных параллаксов (при взаимном ориентировании), расхождения координат в зонах перекрытий (при построении модели), остаточные невязки на опорных и контрольных точках (при заключительном уравнивании) [4].

В результате оценки точности в ПО PhotoScanPro максимальная общая ошибка составила 30 см. Этот результат был подтвержден в ходе сравнения ЦММ полученной по материалам АФС и построенной по материалам наземной тахеометрической съемки.

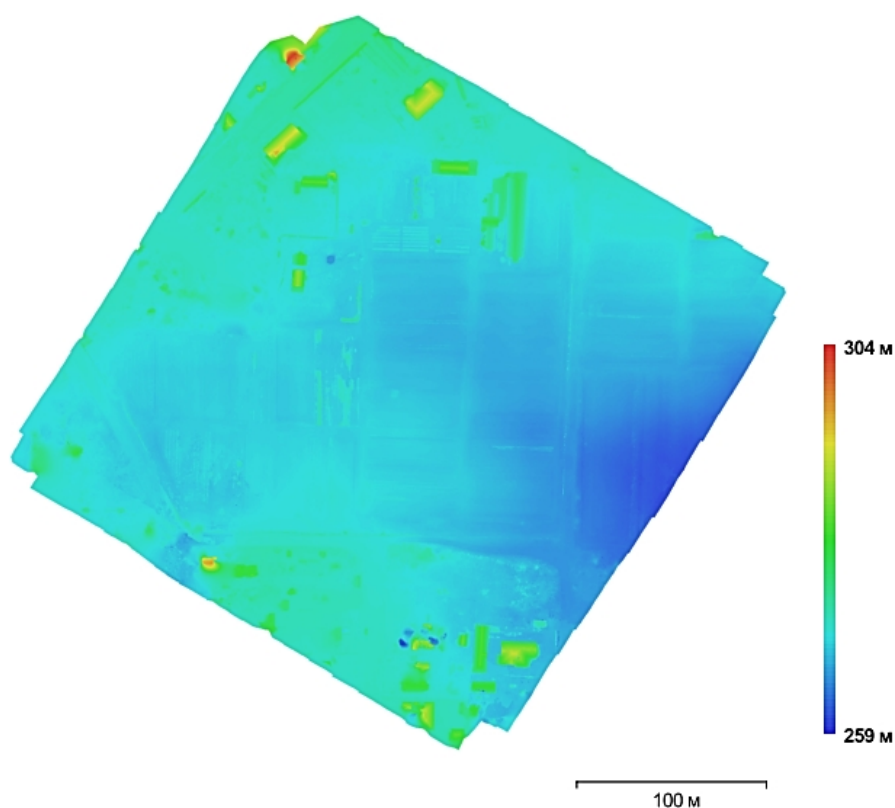


Рисунок 2 – Цифровая модель местности



Рисунок 3 – Текстурированная цифровая модель местности

Полученная по материалам АФС ЦММ намного более подробная модель, построенная по результатам наземной съемки. Модель более точно отображает детали рельефа, включая элементы искусственного и естественного микрорельефа. Такая модель удобна для визуализации текстурированной 3D-модели местности, но мало пригодна для работы в САПР. Большие размеры файлов, в которых хранятся координаты точек модели делают их неудобными, либо непригодными для работы в этих программах. Следовательно, возникает

задача получения компактной цифровой TIN-модели рельефа по исходной «плотной» модели с заданными параметрами точности определения высот.

В настоящее время корректный и полностью автоматизированный алгоритм решения этой задачи не найден. Исследования и отработка технологий по данной теме будут продолжены.

Данные, полученные по результатам АФС и наземной цифровой топографической съемки, будут использованы для мониторинга растительности на территории УП «Щеmysлица» БГУ.



Рисунок 4 – Полученный ортофотоплан

ЛИТЕРАТУРА

1. Алчинов, А.И. Методы цифровой фотограмметрии. Технология «Талка» / А.И. Алчинов, Н.Д. Беклемишев, В.Б. Кекелидзе. – М.: МГУП. – 260 с.
2. Иноземцев, Д.П. Беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Часть 2. Модель обработки аэрофотоснимков в среде AGISOFT PHOTOSCAN / Д.П. Иноземцев // АТИП. – 2013. – № 3 (50). – С. 51.
3. Руководство пользователя Agisoft PhotoScan: Professional Edition, версия 1.1. [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.agisoft.com>.

4. Семенов, А.Е. Автоматизированный способ получения ортофотопланов, матриц высот и 3D-моделей местности с помощью БЛА и ПО PhotoScan Pro / А.Е. Семенов // Труды 17-й Всероссийской конференции «Организация, технологии и опыт ведения кадастровых работ» Москва, 20-22 ноября 2012 г. – М., 2012. – С. 4.

5. Создание топокарт и планов по данным БПЛА на базе PhotoScan [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gisinfo.ru>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ ГИС ПОВЕДЕНИЯ ВОЗМОЖНОГО АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ НА МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ

Д. А. Постоялко

студент магистратуры кафедры трубопроводного транспорта,
водоснабжения и гидравлики инженерно-технологического факультета
Полоцкого государственного университета

Г. А. Шароглазова

к.т.н., доцент, заведующая кафедрой геодезии и геоинформационных систем
инженерно-строительного факультета
Полоцкого государственного университета

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов наносят ощутимый вред экосистемам, приводят к негативным и социальным последствиям на долгосрочный период. В связи с износом производственных фондов, таких как трубопроводы, нефтехранилища, рисков возникновения чрезвычайных ситуаций становится всё больше. Ликвидация аварий – это сложный процесс, находящийся на стыке многих научных дисциплин, и геоинформационные системы выступают в роли интеграционной площадки для них.

Подводные переходы магистральных нефтепроводов, несмотря на сравнительно небольшой удельный вес в общей длине нефтепроводов, являются наиболее ответственными сооружениями линейной части. К надежности подводных переходов, как к одному из конструктивных элементов магистральных нефтепроводов, предъявляются высокие требования, вызванные, прежде всего, тем, что даже незначительные повреждения подводного перехода с потерей герметичности могут привести к тяжелым экологическим последствиям.

Одним из основных мероприятий по обеспечению экологической безопасности является обязательная разработка предприятиями планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ПЛАРН). Для планирования действий по предотвращению и ликвидации возможных аварийных разливов необходимо уметь прогнозировать их последствия: возможные маршруты (пути) стекания и места скопления нефти, воздействие нефти на природные объекты (реки, озера, леса и др.) и население (колодцы с питьевой водой, пастбища, сельскохозяйственные угодья и др.).

Основой всех моделей в ГИС является земная поверхность, и огромное количество взаимосвязей с процессами, проходящими на ней, а цифровая модель рельефа (ЦМР) является базисом ГИС-анализа. Среди вариантов получения ЦМР можно отметить геодезический способ (геодезическо-топографические работы по съёмке местности в натуру с помощью тахеометров или GNSS приёмников) и использование данных дистанционного зондирования (построение рельефа в результате дешифрирования аэро-(космо-) фотоматериалов) [1].

В качестве альтернативы существует вариант использования радарной съёмки миссии SRTM. Хотя съёмка производилась в 2000 г., и точность её невелика, но при этом покрыта почти вся территория Земли, и все данные находятся в свободном доступе [2]. Останавливаться на одном определённом методе, нет смысла. ГИС может работать со всеми способами одновременно, извлекая из каждого из них свои плюсы, и скрывая недостатки. В нашем случае для тестового участка (р. Горынь в Столинском районе Брестской области) была использована радарная съёмка SRTM. Матрица рельефа была преобразована в TIN и уточнена данными существующей актуальной топографической съёмкой масштаба 1:2000 на некоторых участках реки. После чего TIN модель заново была преобразована в матрицу высот. Результат показан на рисунке 1.

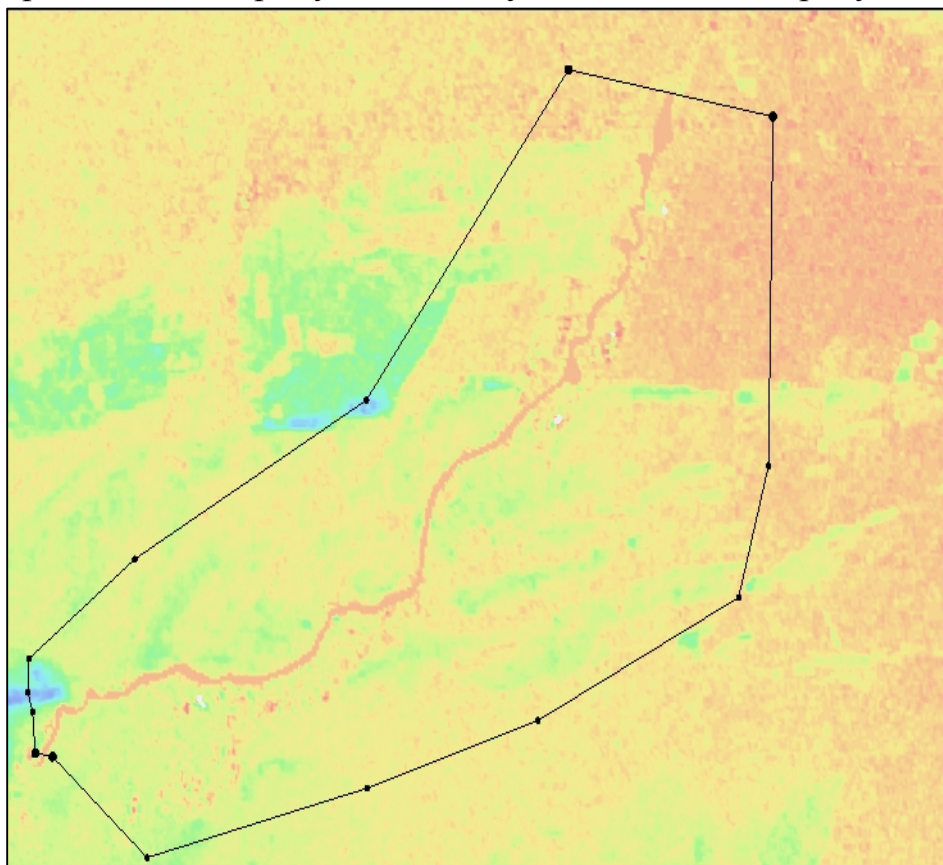


Рисунок 1 – Уточнённая матрица высот тестового участка

Обработка данных SRTM и полевых изысканий была проведена в ГИС ArcGIS от ESRI Inc.

Гидрологическое моделирование выполнялось в программном продукте SMS (разработка компании Aquaveo, LLC). По уже подготовленной матрице

высот и собранным данным гидрометеорологических наблюдений были построены гидромодели на весеннее половодье, летнюю и осеннюю межень. Последние отражают скорости и направления течений в определённый промежуток времени. Некоторые из поддерживаемых в настоящее время моделей в SMS включают ADCIRC, BOUSS-2D, CGWAVE, CMS-Flow, CMS-Wave (WABED), FESWMS, GenCade, PTM, STWAVE, TUFLOW. Результаты моделирования легко конвертируются в форматы ГИС в том числе и ArcGIS.

Сравнение гидродинамических моделей, построенных по статистическим данным, проводилось по снимкам Landsat 7 и 8 сделанным в характерные для каждого режима реки даты. К сожалению, не всегда удаётся найти снимок во время пика половодья, что связано либо с облачностью, либо с периодом обращения спутника вокруг Земли. В основном приходится иметь дело либо с началом половодья, либо с его окончанием. Поэтому чаще всего гидродинамические модели, по площади половодья, оказываются больше, чем площадь на снимке (рисунок 2). В нашем случае была построена гидромодель на основании данных за весеннее половодье 1999 года, уровень воды которого составил 2% обеспеченности [3].

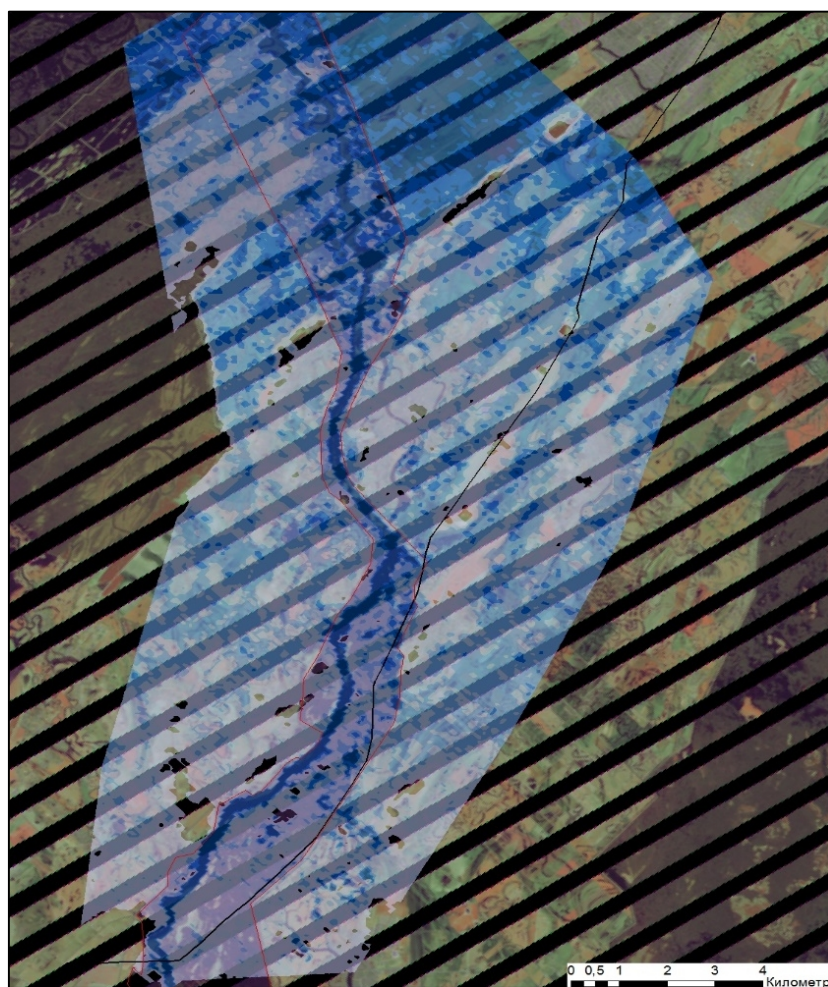


Рисунок 2 – Сравнение модели половодья 1999 г.
с половодьем 2004 г. на тестовом участке

Следующим этапом является моделирование аварийного разлива нефти на водном объекте. Для этого использовался модуль «Разлив нефтепродуктов

(вода)» разработка компании «ИНТРО-ГИС». Модуль является надстройкой для ArcGIS и работает с данными гидрологического моделирования. Модуль позволяет выявить территорию возможного загрязнения нефтью, рассчитать время движения пятна, и разместить возможные рубежи задержания нефти. Итогом работы является проект, в котором реализованы различные сценарии развития аварии на подводном переходе, в зависимости от гидрологического режима реки, погодных условий и характеристик вылившегося продукта. Результаты представлены в виде карт, схем, графиков, таблиц, анимированных изображений. Пример графического отображения разлива нефти представлен на рисунке 3.

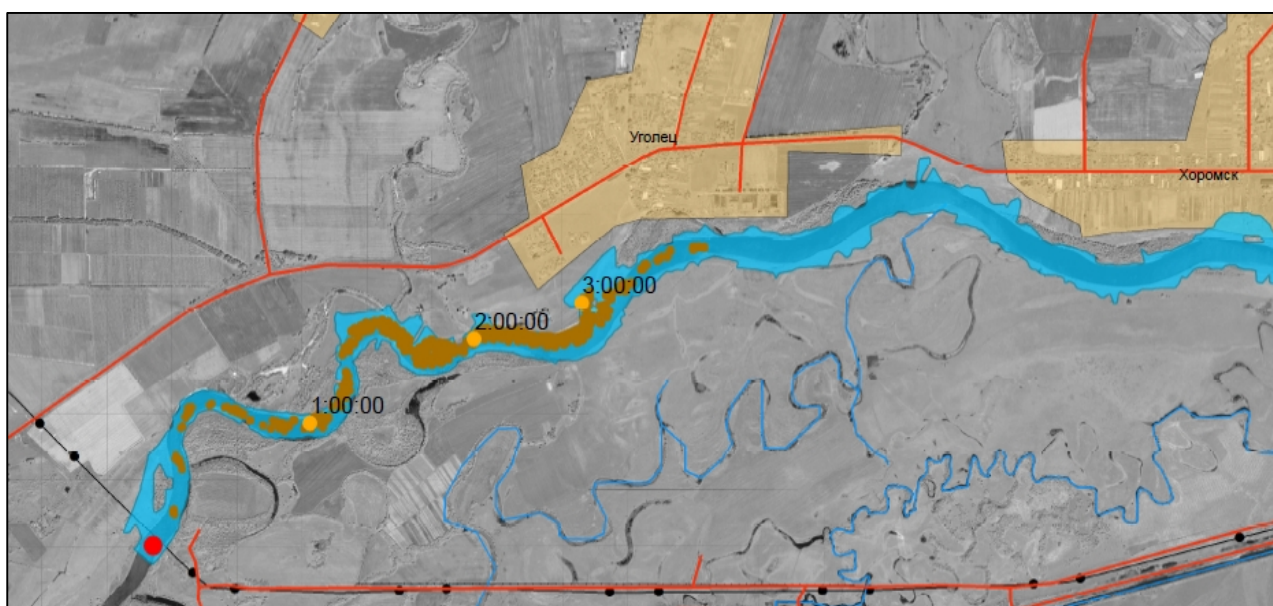


Рисунок 3 – Модель движения нефтяного пятна на тестовом участке в летнюю межень

ЛИТЕРАТУРА

1. SRTM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia.
2. Постоялко, Д.А. Моделирование аварийного разлива нефти в ArcGIS / Д.А. Постоялко, Д.П. Комаровский // ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс]: материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2013, Минск, 20 ноябр. 2013 г. / редкол.: Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2013. – С. 39-42.
3. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1945-2012 гг., Т.3. Минск. Республиканский гидрометеоцентр, 1946-2013 гг.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ И АНАЛИЗА ТЕМАТИЧЕСКИХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ (НА ПРИМЕРЕ СЛОЯ ЗИС «ПОЧВЫ» КЛЕЦКОГО РАЙОНА)

А. А. Сазонов

студент 5 курса кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

С. Н. Прокопович

ст. преподаватель кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

С развитием геоинформационных технологий и их внедрением в цифровую картографию, стал возможным переход от хранения и использования оцифрованных почвенных карт к их непосредственному производству с использованием цифровых технологий. За два десятилетия своего существования цифровая почвенная картография не создала полностью автоматизированных методов, которые привели бы к получению конечного продукта – цифровой почвенной карты. Ввиду этого, автоматизация процессов создания и обновления цифровых почвенных карт является в настоящее время приоритетным направлением научных исследований в области почвенной картографии, и решает важную задачу грамотного и оперативного составления и использования почвенных карт различных масштабов [3].

Объектом настоящих исследований являлся почвенный покров Клецкого района Минской области, представленный в виде цифровых почвенных карт различных масштабов. Цель работы – создание производных тематических почвенных карт.

Поставлены следующие задачи исследования:

1. создать цифровые карты: литологического строения почвенного покрова; почвообразующих пород агроландшафтов; содержания физической глины; почвенного покрова в международной классификационной системе WRB; почвенного покрова на типовом уровне классификации;
2. на основе полученных карт и аналитических моделей дать генетико-морфометрическую характеристику почвенного покрова района.

Основой создания тематических карт является слой «Почвы» ЗИС Клецкого района. Слой «Почвы» представляет собой полигональный класс пространственных объектов базы геоданных земельной информационной системы (ЗИС) с семантической информацией (атрибутивной таблицей).

Для автоматизации процесса создания производных почвенных карт в среде ArcGIS 10 был разработан набор инструментов «Soil Analyst». В его состав входят картографический инструмент «Тематические карты» и ряд инструментов для расчета морфометрических показателей почвенного покрова.

С помощью инструмента «Тематические карты» (рисунок 1) становится возможным создание вышеперечисленных тематических почвенных карт, также минимизируется влияние «человеческого фактора» на конечные результаты исследования. Достоинством полученных карт является их большая, по сравнению с аналоговыми почвенными картами, наглядность, так как для

каждой характеристики почвы создается собственная карта.

Для корректной работы инструмента необходимо наличие четырех атрибутивных полей (таблица 1), отражающих легенду почвенной карты в соответствии с кодами Номенклатурного классификатора почв Беларуси [1]. Также обязательна геометрическая, топологическая и атрибутивная корректность используемых для анализа данных.

Данному требованию полностью удовлетворяет слой «Почвы» ЗИС Республики Беларусь [2], однако могут быть использованы и любые почвенные карты, имеющие соответствующий состав полей.

При создании карты пользователю доступен выбор набора создаваемых атрибутивных полей. Результатом работы инструмента становятся следующие основные поля в исходном классе пространственных объектов (таблица 2).

В качестве примера работы инструмента можно привести тематическую карту почвенного покрова в международной системе WRB (рисунок 2).

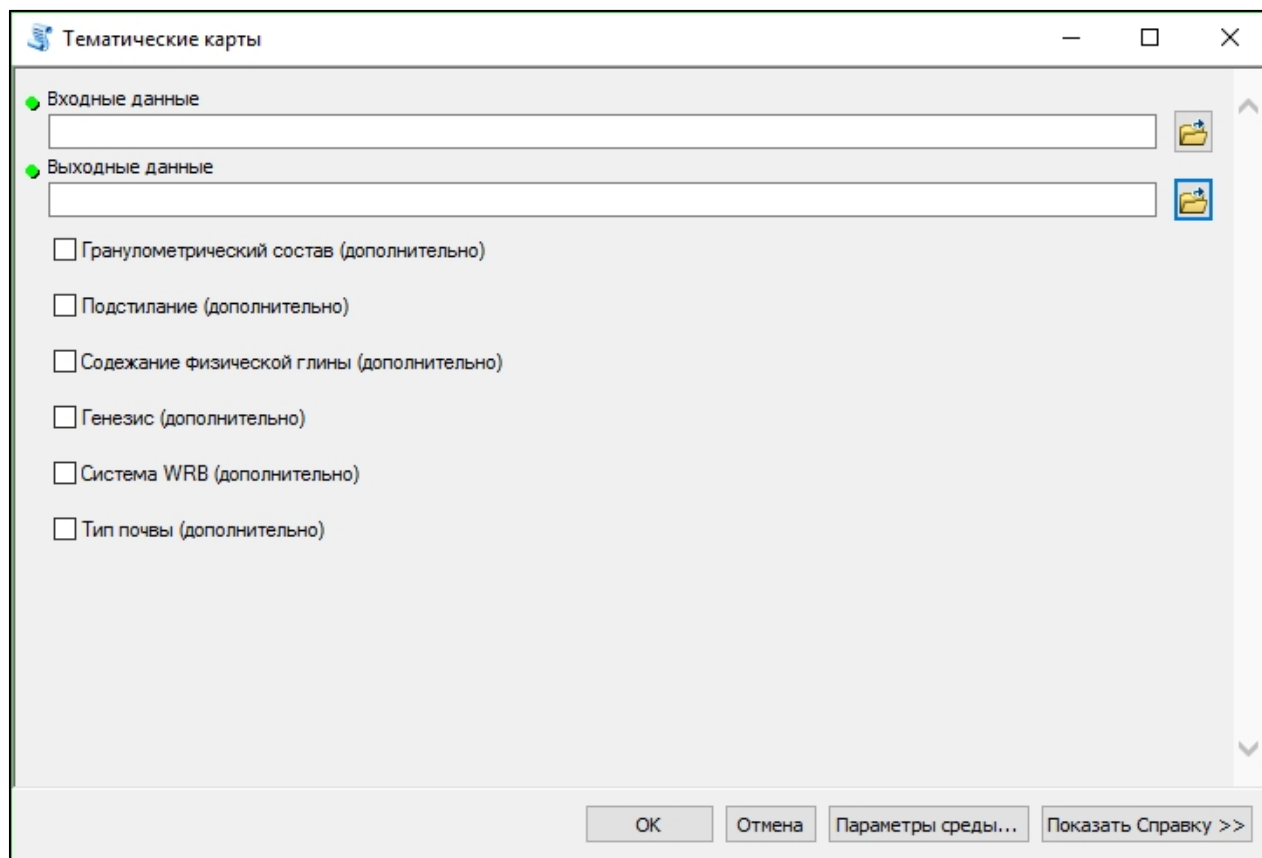


Рисунок 1 – Диалоговое окно инструмента «Тематические карты»

Таблица 1 – Характеристика требуемых исходных атрибутивных полей

<i>Имя поля</i>	<i>Тип поля</i>	<i>Семантика поля</i>
Kod1	Str3	Классификационная принадлежность почвы
Kod2	Str1	Генезис почвообразующих пород
Kod3	Str2	Гранулометрический или ботанический состав почв
Kod4	Str2	Характер подстиления

Таблица 2 – Результирующие атрибутивные поля

Имя поля	Тип поля	Семантика поля
GRANSOSTV	Text	Гранулометрический состав
PODSTILAN	Text	Литологическое строение почвенного покрова
FIZGLINA	Text	Процентное содержание физической глины
POCHVOGEN	Text	Почвообразующие породы
WRB	Text	Классификация почв в международной системе WRB: выделение реферативных групп, отдельных суффиксов
WRB_Group		
WRB_Suff		
WRB_Ruptic		
WRB_Full	Text	Классификация почв на типовом уровне
SoilType		

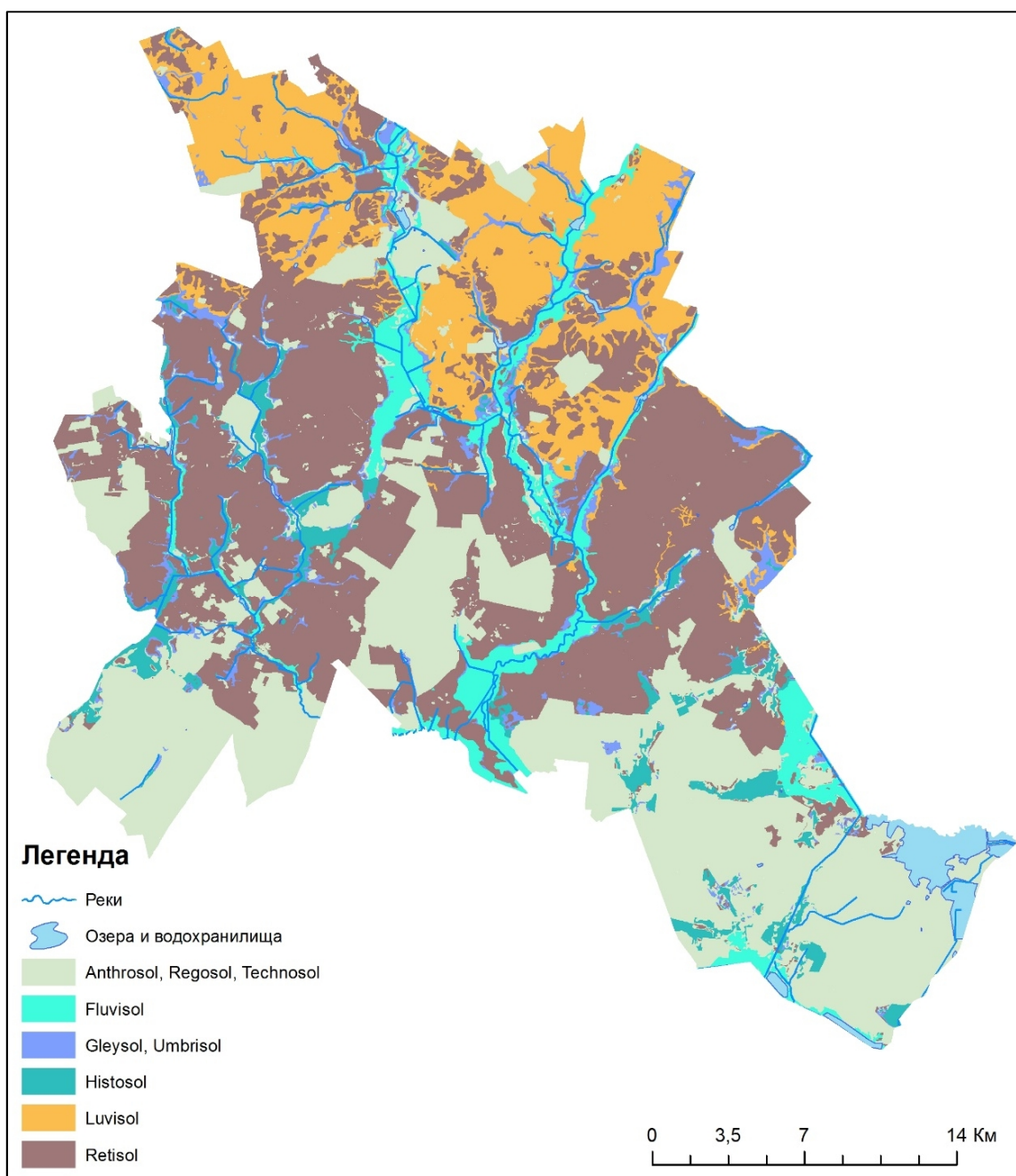


Рисунок 2 – Почвенная карта Клецкого района по реферативным группам WRB

Для анализа результирующих карт, а также любых других почвенных карт, отвечающих требованиям, указанным в таблице 1, созданы морфометрические инструменты геообработки. Их состав приводится в таблице 3. Пример анализа почвенной карты Клецкого района представлен в таблице 4.

Таблица 3 – Характеристика инструментов геообработки

№	Название инструмента	Формула	Результирующие объекты	
1	S _{MEAN} – средняя площадь, га	$\sum S / n$	Новая таблица для почвенных группировок. Группировку можно осуществлять по любым доступным полям	
2	P _{MEAN} – средний периметр, м	$\sum P / n$		
3	KS – коэффициент сложности	$\frac{KR \times (\sum S - S_{max})}{S^2}$		
4	КС – индекс сложности	$\frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{S}{KR}}$		
	КК – коэффициент контрастности	$\frac{ax + by + cz \dots}{20}$		
	КН – коэффициент неоднородности	КС×КК		
5	К _{КРУГ} – коэффициент кругообразности К _{ИЗР} – коэффициент изрезанности	1. $4\pi S / P^2$ 2. $1 / K_{КРУГ}$		
6	KR – коэффициент расчлененности	1. P / S	Поле KR_1	Новая таблица для почвенных группировок
		2. P / 3,54√S	Поле KR_2	

S – площадь, P – периметр, n – количество контуров; a, b, c – площади почв в процентном отношении от общей площади; x, y, z – степень контрастности соответствующих почв по отношению к распространенной [4, 5].

Таблица 4 – Характеристика почвенных контуров в разрезе типологической классификации

Tun	N	Smean	Pmean	KS	Описание KS	KR	K _{КРУГ}	K _{изр}
АБ	491	0,112	753,57	1,573	Допустимый	0,21	0,36	5,78
АД	173	0,045	864,82	0,516	Оптимальный	0,32	0,40	4,86
АПдд	370	0,053	955,78	1,157	Допустимый	0,32	0,36	5,33
АПде	6	0,010	756,54	0,018	Оптимальный	0,73	0,37	5,03
АПн	135	0,023	717,70	0,258	Оптимальный	0,23	0,68	1,73
ДЗ	506	0,073	1079,70	1,732	Допустимый	0,30	0,34	6,66
ДП	2761	0,107	1505,11	6,679	Критический	0,15	0,49	3,08
ДПЗ	2018	0,104	2548,75	6,794	Критический	0,26	0,39	7,21
ТБВп	6	0,040	1032,94	0,013	Оптимальный	0,25	0,49	2,38
ТБН	425	0,085	839,637	1,179	Допустимый	0,21	0,44	4,15

АБ – аллювиальные болотные, АД – аллювиальные дерновые, АПдд – антропогенно-преобразованные деградированные дренированные, АПде – антропогенно-преобразованные деградированные эрозионные, АПн – антропогенно-преобразованные нарушенные, ДЗ – дерновые заболоченные, ДП – дерново-подзолистые, ДПЗ – дерново-подзолистые заболоченные, ТБВп – торфяно-болотные верховые переходные, ТБН – торфяно-болотные низинные.

Для района в целом индекс сложности составляет 0.2, коэффициент контрастности – 13 (крайне контрастный), коэффициент неоднородности – 2,6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Номенклатурный список почв Беларуси (для целей крупномасштабного картографирования) / Н.И. Смеян [и др.]. – Минск, 2003. – 43 с.
2. Земельно-информационная система Республики Беларусь. Порядок создания. ТКП 055-2006 (03150). – Минск, 2006. – 112 с.
3. Клебанович, Н.В. Интерактивная генерализация в среде ArcGIS как основной способ создания цифровых разномасштабных почвенных карт / Н.В. Клебанович, С.Н. Прокопович, А.И. Чаюк, А.А. Сазонов // Земля Беларуси. – 2015. – № 2. – С. 42–47.
4. Павлова, А.И. Разработка информационной системы для изучения неоднородности почвенного покрова / А.И. Павлова, А.Е. Фомина // Science Time. – 2015. – № 5 (17). – С. 307–313.
5. Черныш, А.Ф. Мониторинг земель: Пособие для студентов географического факультета / А.Ф. Черныш. – Мн.: БГУ, 2002. – 95 с.

МОНИТОРИНГ ПЛОЩАДЕЙ И СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН ГОРОДОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ Г. МИНСКА)

М. М. Максимов

студент 4 курса кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

Д. М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Зеленые насаждения городов выполняют многочисленные функции. В первую очередь это рекреационные, экологические, средостабилизирующие. Ежегодно проводятся мероприятия по обустройству и оптимизации зеленых зон. Важным аспектом является их учёт, оценка состояния и мониторинг, что предполагает при использовании традиционных методов исследований, значительные материальные и временные затраты. Географические информационные системы (ГИС) предлагают существенное усовершенствование и удешевление данных мероприятий путем анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В настоящем исследовании апробирована методика выполнения автоматизированного мониторинга площадей и оценки состояния зеленых насаждений г. Минска с использованием материалов космических съёмок в среде ГИС.

Исходными материалами для выполнения исследований послужили снимки миссии Landsat за 1997–2015 гг. Для обработки материалов ДЗЗ использовался программный продукт ENVI, для проведения ГИС-анализа – ArcGIS.

Предварительная обработка данных ДЗЗ заключалась в проведении атмосферной коррекции снимков и маскировании облачности. Далее были

рассчитаны вегетационные индексы Normalized Differenced Vegetation Index (NDVI) и Structure Insensitive Pigment Index (SIPI).

Индекс NDVI представляет собой простой показатель количества фотосинтетически активной биомассы и рассчитывается как нормализованная разность между яркостями в инфракрасном и красном диапазонах длин волн. Индекс хорошо коррелирует с объёмом биомассы и позволяет легко отделять растительность от прочих объектов.

Индекс SIPI является показателем здоровья растительности, выраженным в соотношении каротиноидов, антоцианов и хлорофилла. Чем больше красных и жёлтых (и меньше зелёных) пигментов в листьях растений, тем выше значение индекса, что свидетельствует о стрессе (усыхании) растительности.

Для анализа пространственной дифференциации и динамики зеленых зон Минска растровые слои вегетационных индексов были экспортированы в ГИС ArcGIS. Значения индексов были разделены на два класса: NDVI более 0,5 – территории, занятые преимущественно растительностью (деревья, кустарники, травянистая растительность); менее 0,5 – иные территории (под зданиями и сооружениями, застройкой, водными объектами). Классифицированные растры генерализированы по фильтру большинства и конвертированы в векторные слои (пример некоторых из них приведен на рисунке 1). Для каждого года за период наблюдений были рассчитаны суммарные площади в пределах границы Минска и его административных районов.

Результаты показали незначительные изменения площадей зеленых зон Минска за исследуемый период. Наименее озелененными районами на протяжении 1997–2015 гг. являлись Фрунзенский и Центральный, а наиболее «зелёным» – Партизанский. Для оценки точности выделения зеленых зон по материалам ДЗЗ было выполнено сравнение результатов дешифрирования с данными Государственного земельного кадастра (ГЗК) Республики Беларусь. Расхождения площадей составили менее 15 % от показателя каждого года.

Оценка состояния зеленых зон Минска производилась тремя способами.

Первый предполагал выявление зон с наилучшим (наихудшим) состоянием растительности, которое выполнялось посредством вычисления среднего по Минску значения индекса NDVI для территорий, преимущественно занятых растительностью, и сравнение каждого пиксела данного снимка со средним значением. В качестве примера приведены результаты расчетов для растров 2003, 2010, 2011 и 2015 гг. (рисунок 2). В целом по г. Минску зоны пониженного фотосинтеза располагаются в центре города, вдоль основных радиальных проспектов, а также в спальных районах вблизи кольцевой автодороги.

Второй способ анализа представлял собой вычисление изменений значений индекса NDVI во времени. Для этого использовались пары снимков за разные годы с разницей даты съемки не более 10 дней. Были подобраны снимки, сделанные в 1998 и в 2000 гг. В результате анализа этих материалов установлено, что активность фотосинтеза за исследуемый период времени возросла практически на всей территории г. Минска, за исключением тех мест, которые за данный временной интервал были застроены (рисунок 3).

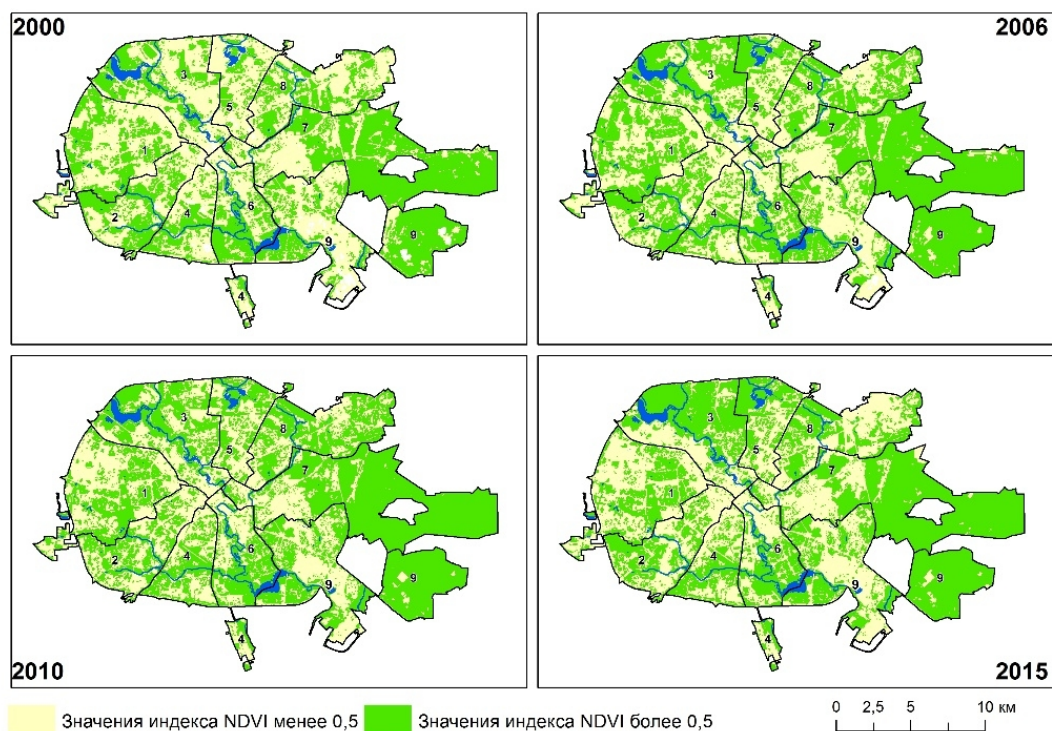


Рисунок 1 – Временной анализ пространственной дифференциации зеленых зон г. Минска по данным ДЗЗ

(Цифрами на данном и на следующих рисунках обозначены административные районы г. Минска: 1 – Фрунзенский, 2 – Московский, 3 – Центральный, 4 – Октябрьский, 5 – Советский, 6 – Ленинский, 7 – Партизанский, 8 – Первомайский, 9 – Заводской)

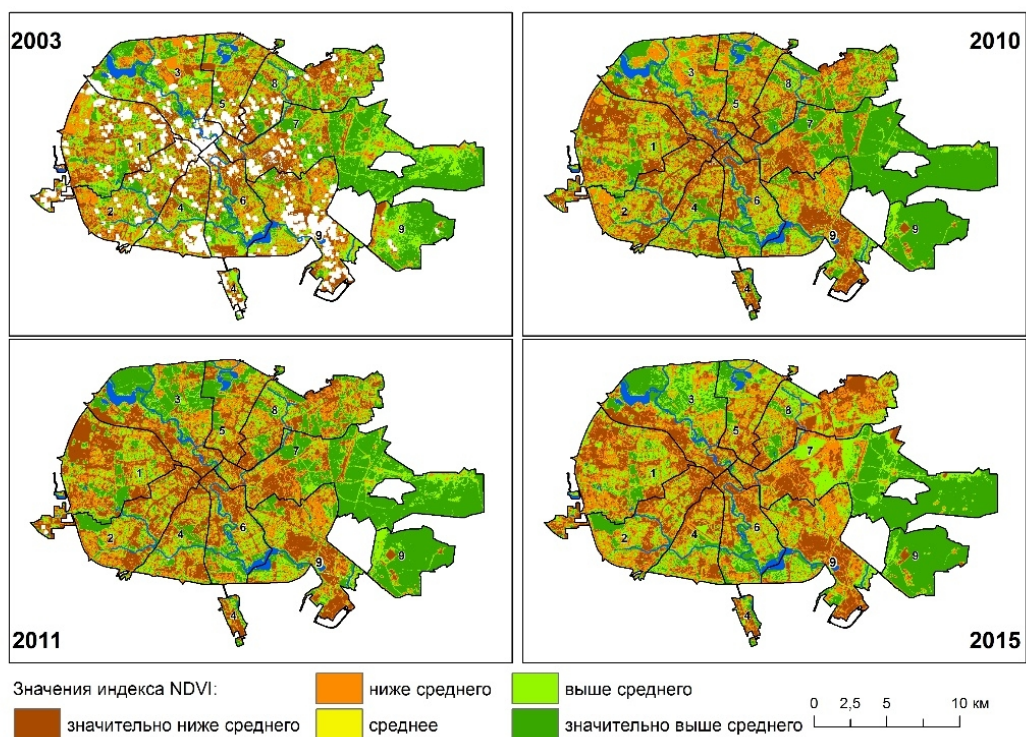


Рисунок 2 – Определение состояния зеленых зон г. Минска путем сопоставления среднего значения вегетационного индекса NDVI для территорий, преимущественно занятых растительностью, со значением индекса каждого пиксела

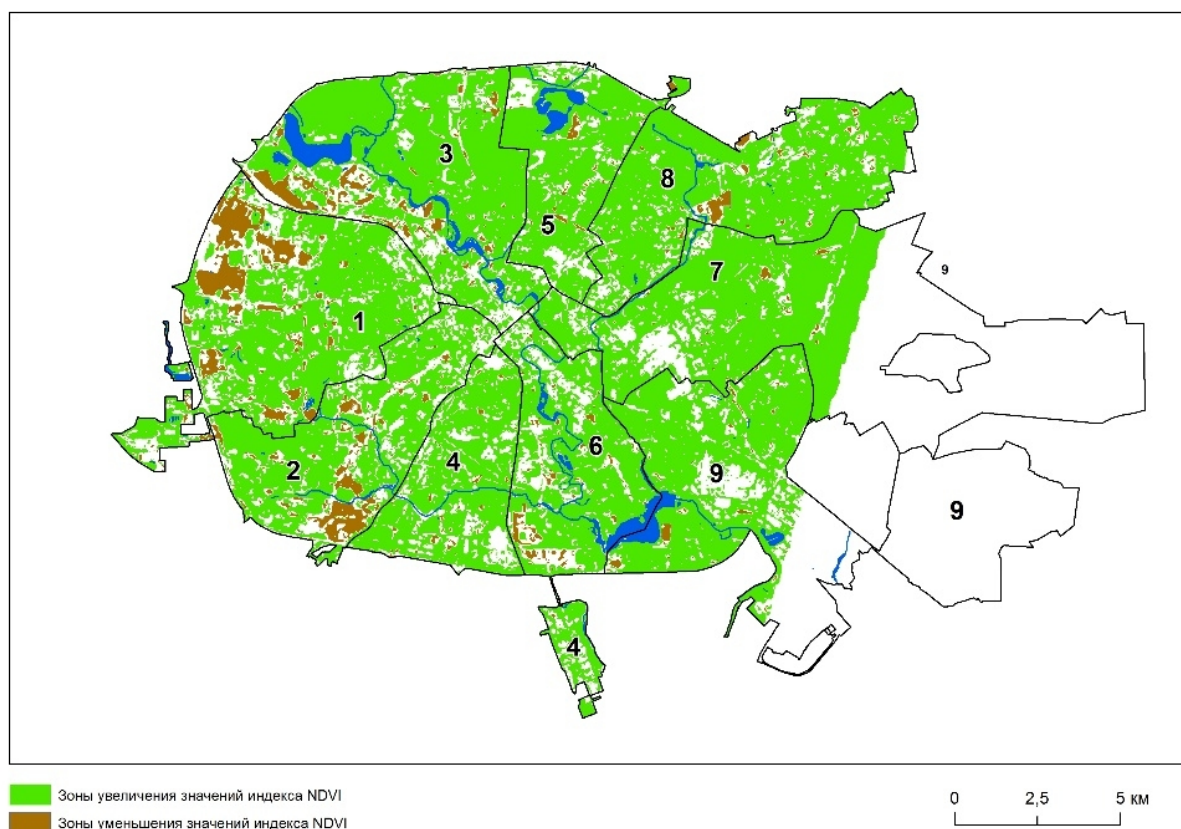


Рисунок 3 – Определение состояния зеленых зон г. Минска путем вычисления изменений значений вегетационного индекса NDVI во времени

Третий способ – оценка состояния растительности при помощи индекса SIPI, повышенные значения которого свидетельствуют об усыхании растительности. В работе были использованы снимки за 2014 и 2015 гг. Сопоставление значений индекса показало улучшение состояния растительности на большей части территории г. Минска (рисунок 4).

Таким образом, предложенная методика позволила выполнить пространственный и временной анализ площадей и состояния зелёных насаждений г. Минска за 1997–2015 гг. Результаты показали, что площадь зелёных насаждений за рассмотренный период изменилась незначительно, однако состояние растительности в целом улучшилось. С помощью вегетационных индексов выявлены проблемные территории, на которых растительность подвержена болезням и усыханию. Однако необходимо отметить, что использование материалов космических съёмок среднего пространственного разрешения в целях инвентаризации зелёных насаждений довольно ограничено. В работах такого рода имеет смысл использовать ДДЗ высокого и сверхвысокого разрешения, рассматривая их как дополнение к наземным наблюдениям.

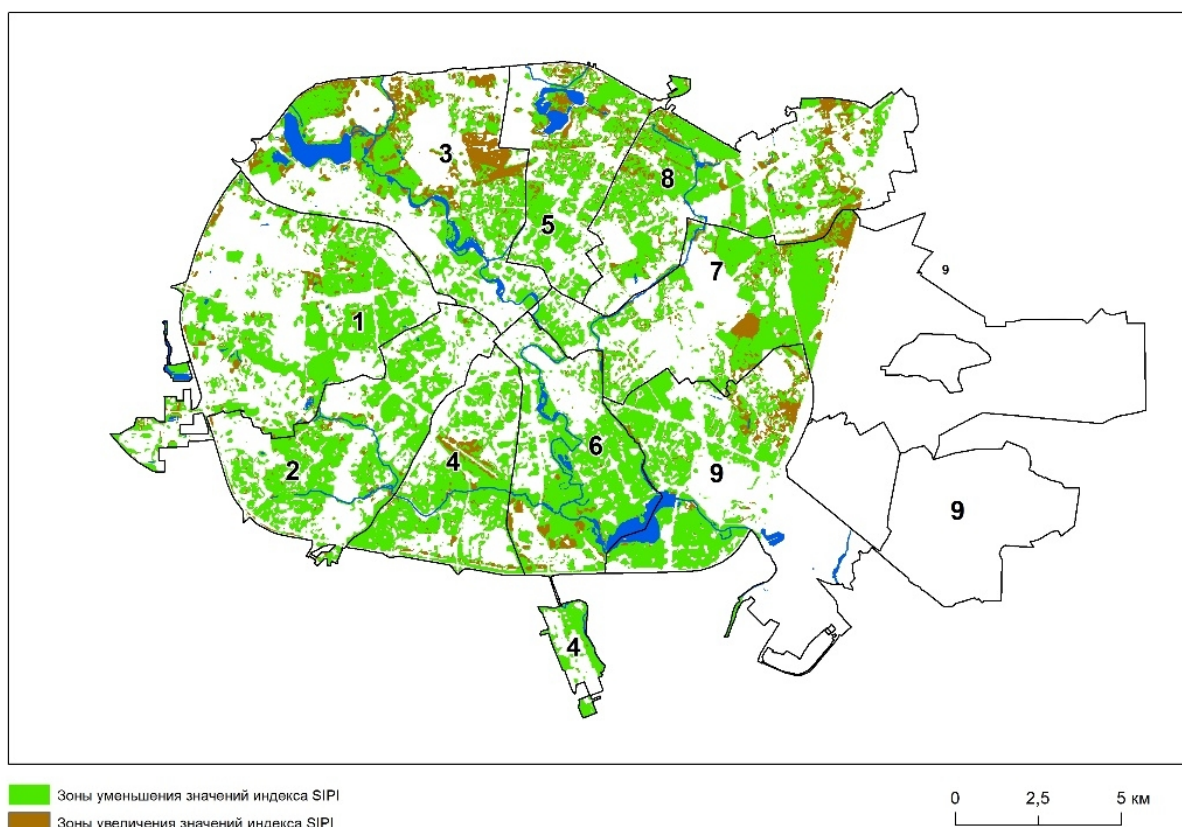


Рисунок 4 – Определение состояния зеленых зон г. Минска путем вычисления изменений значений вегетационного индекса SIPI во времени

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СРЕДСТВАМИ ARCGIS НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА Г. МИНСКА

Е. Н. Казимерчик

студентка магистратуры кафедры почвоведения и ЗИС географического
факультета Белорусского государственного университета

А. Н. Червань

к.с.-х.н., доцент кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

В мировом масштабе ботанические сады и дендрарии широко используют современные технологии. Применение различных приложений ГИС трудно переоценить, поскольку, экономя время и деньги, можно использовать инструменты с широкомасштабным потенциалом для сбережения растений *ex-situ* и *in-situ*, особенно целевых видов.

Уже более десяти лет геоинформационные системы широко применяют в научной и хозяйственной работе не только крупные ботанические сады, но и относительно небольшие дендрарии в разных регионах мира.

ГИС значительно упрощает картометрический анализ цифровой модели рельефа, почвенной, геоморфологической, геоботанической и других карт, создавая информационные слои. На их основе производится моделирование пространственного распределения почвенно-гидрологических, физико-химических, микроклиматических и прочих характеристик территории.

Центральный ботанический сад НАН (ЦБС НАН) Беларуси является самым крупным центром по интродукции растений и держателем генетических ресурсов мировой флоры в Республике Беларусь.

Для проведения научных исследований на основе имеющихся ботанических коллекций, поддержания на должном уровне их состояния, обеспечения успешного функционирования научных, административных и хозяйственных подразделений сада необходима научно-исследовательская база, которую можно заложить только на основе использования современных технологий.

Для поддержания и проведения мониторинговых исследований состояния и инвентаризации дендрологической коллекции ЦБС НАН Беларуси на современном технологическом уровне, выполнен ряд следующих работ:

- произведена спутниковая привязка планово-картографических материалов на территорию ЦБС на основе опорной сети из 78 точек. Координаты точек получены при помощи профессионального оборудования и программного обеспечения TrimbleCorp (рисунок 1);
- собраны данные полевых исследований по инвентаризации древесно-кустарниковой растительности ЦБС;
- изучены фондовые и картографические материалы различных объектов ЦБС за прошлые годы; сформирована база данных по инвентаризации и оценке почвенных и микроклиматических условий территории ЦБС НАН Беларуси и произведено ее геоинформационное наполнение на основе планово-картографических материалов, в том числе авторской почвенной карты и ведомостей погоризонтных агрохимических анализов почв (рисунки 2–5);
- разработана структура атрибутивных таблиц, отвечающая требованиям визуализации информации при помощи классов (слоев) пространственных данных.

В результате выполненных работ был создан в программном комплексе ArcGIS точный план насаждений модельных участков и инвентаризационная ведомость древесной и кустарниковой растительности на их территории (рисунки 6–7).

С использованием модулей 3D-Analyst и Spatial Analyst ArcGIS были построены цифровая модель рельефа ЦБС, TIN-модель, картограммы экспозиции и уклона территории. Цифровая модель рельефа стала основой для создания слоев, отражающих теплообеспеченность и светообеспеченность. По данным агрохимического анализа создавали слой, отражающий кислотность. Почвенные условия учитывали методом картографической алгебры как среднеарифметические параметры основных агрохимических показателей в деятельном слое почвы. Полученные данные заносились в атрибутивную таблицу для каждого растения, где сравнивались с условиями для этих

растений, полученными из литературных источников (рисунки 8 – 12). Были закодированы условия местообитания 717 деревьев и 387 кустарников.

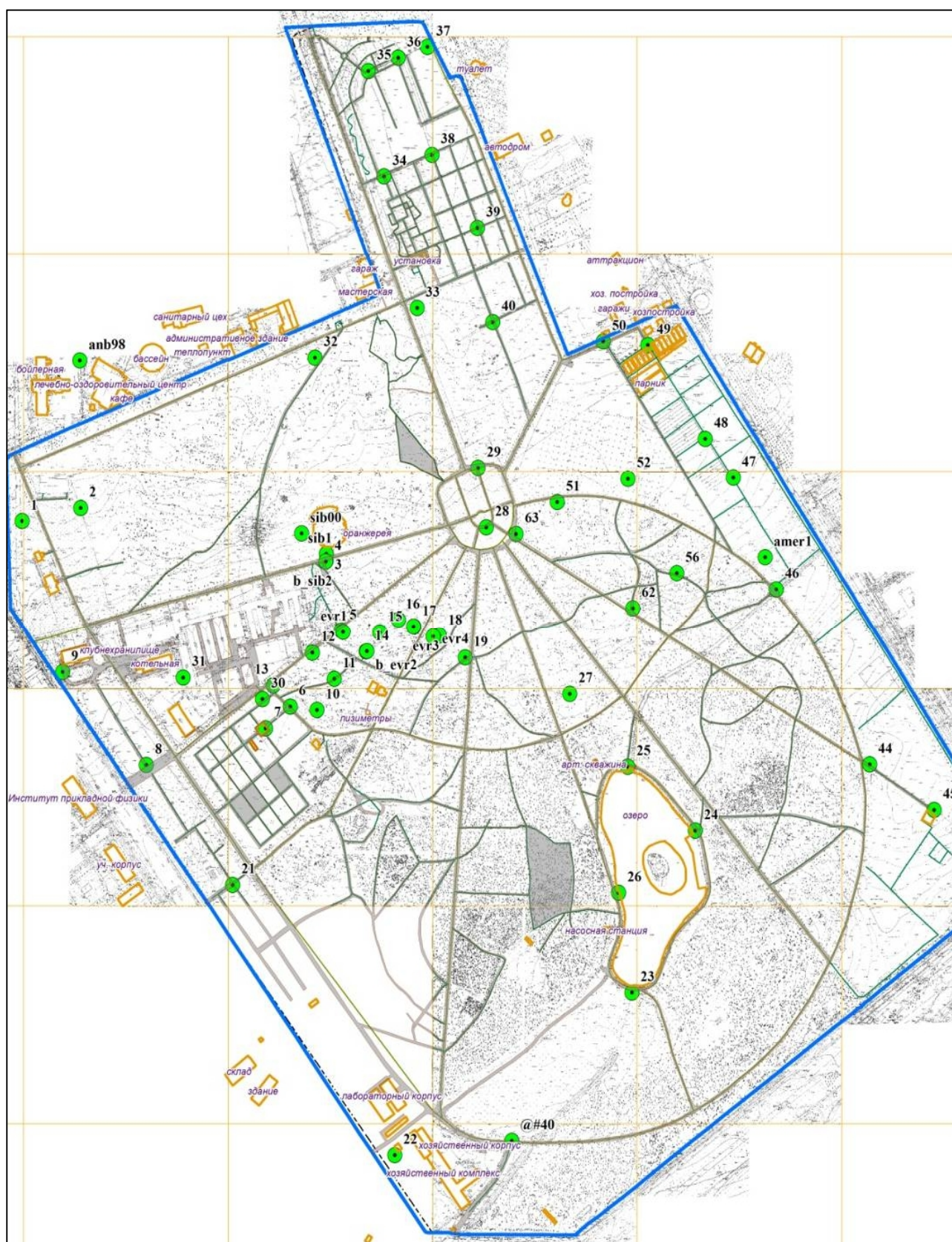


Рисунок 1 – Схема геодезической реперной сети ЦБС

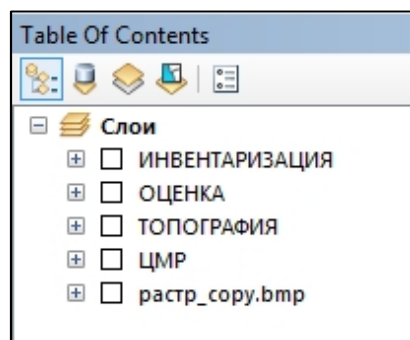


Рисунок 2 – Первоначальная структура базы геоданных ЦБС

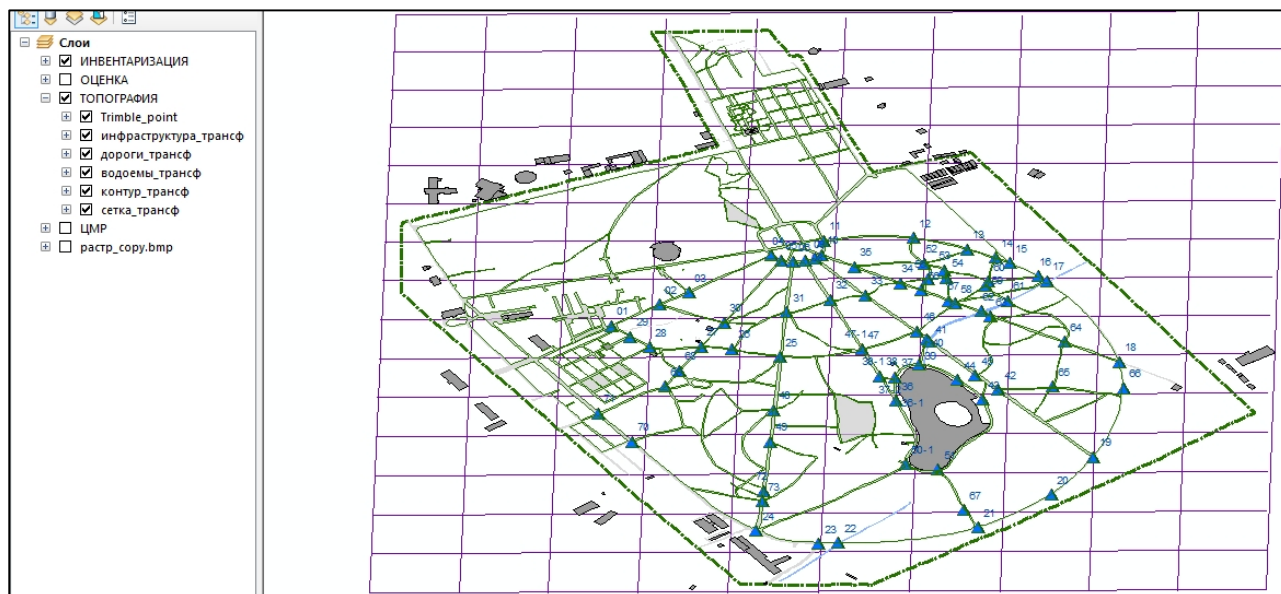


Рисунок 3 – Визуальное отображение группы слоев «Топография»

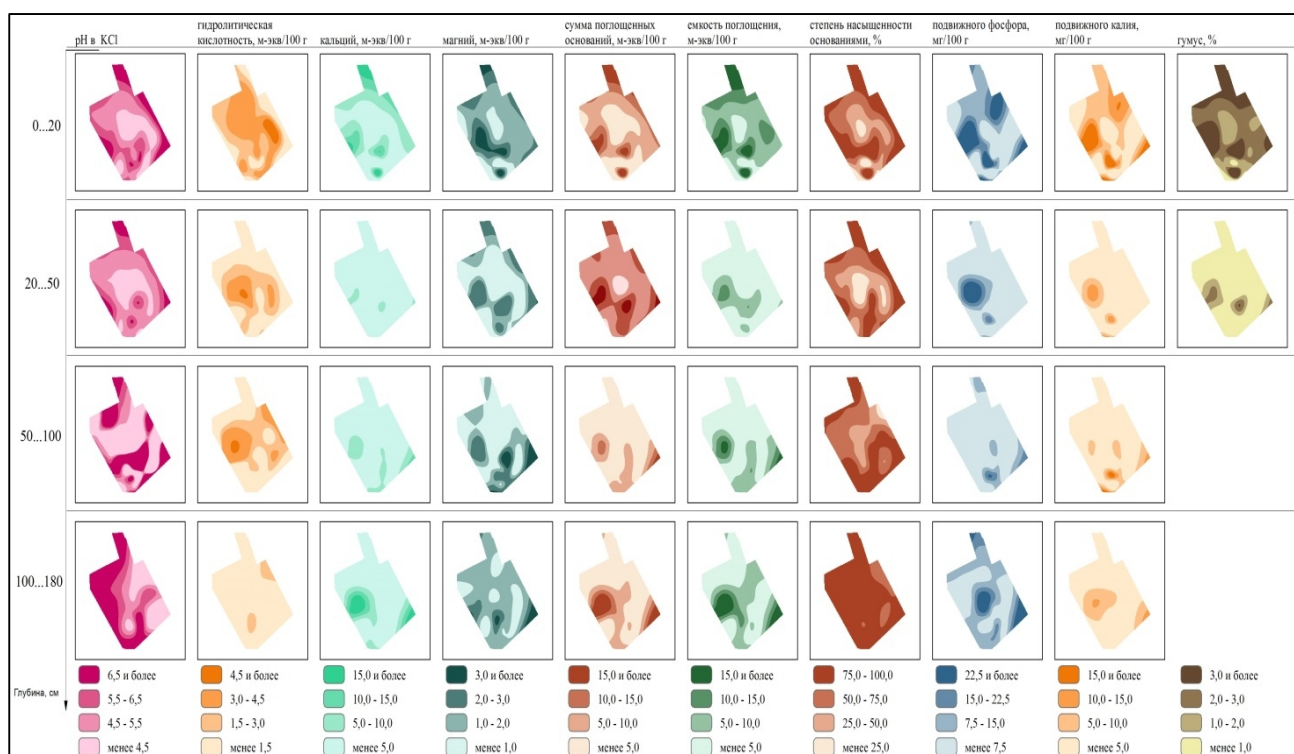
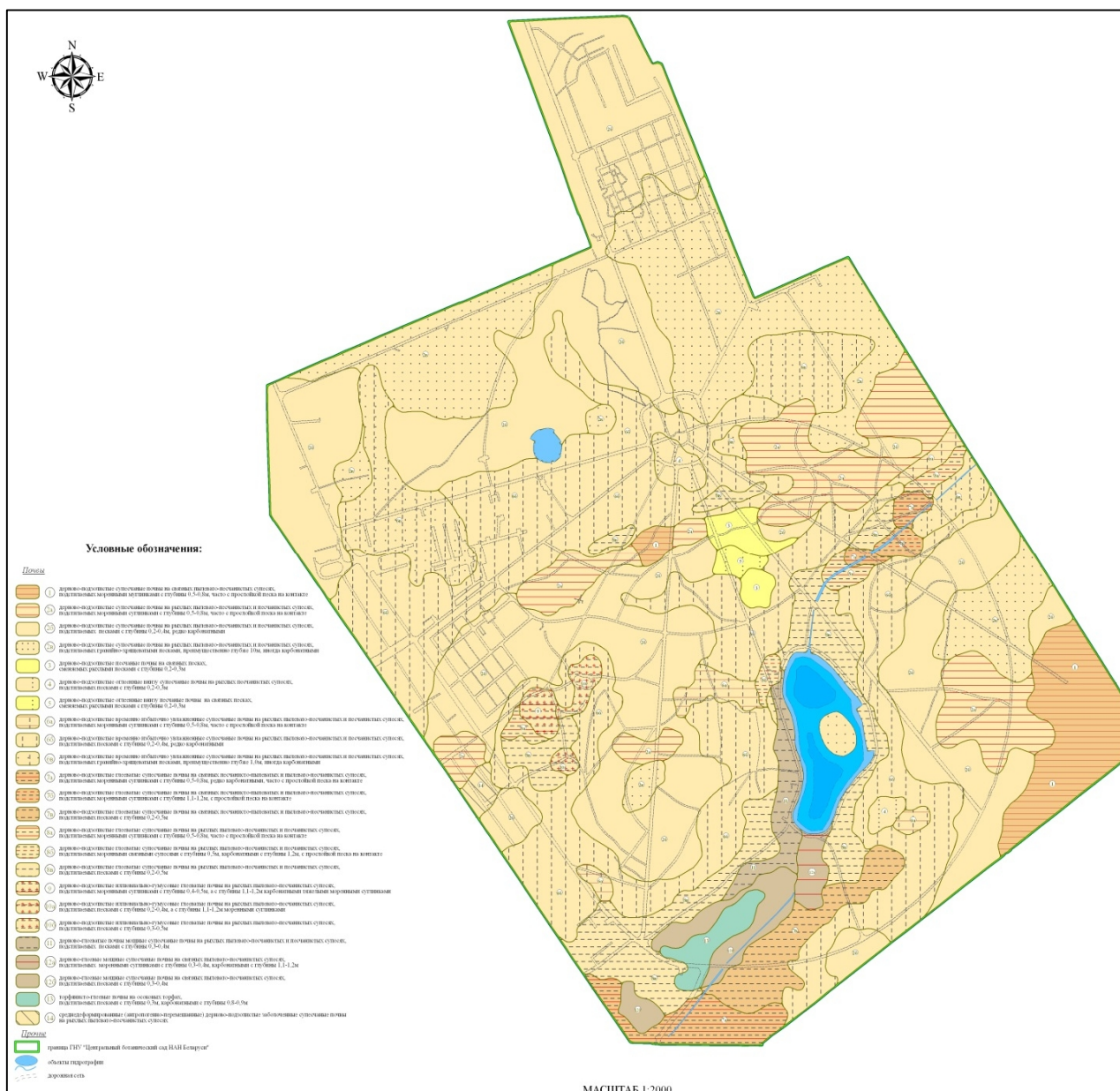


Рисунок 4 – Агрохимические показатели почв ЦБС



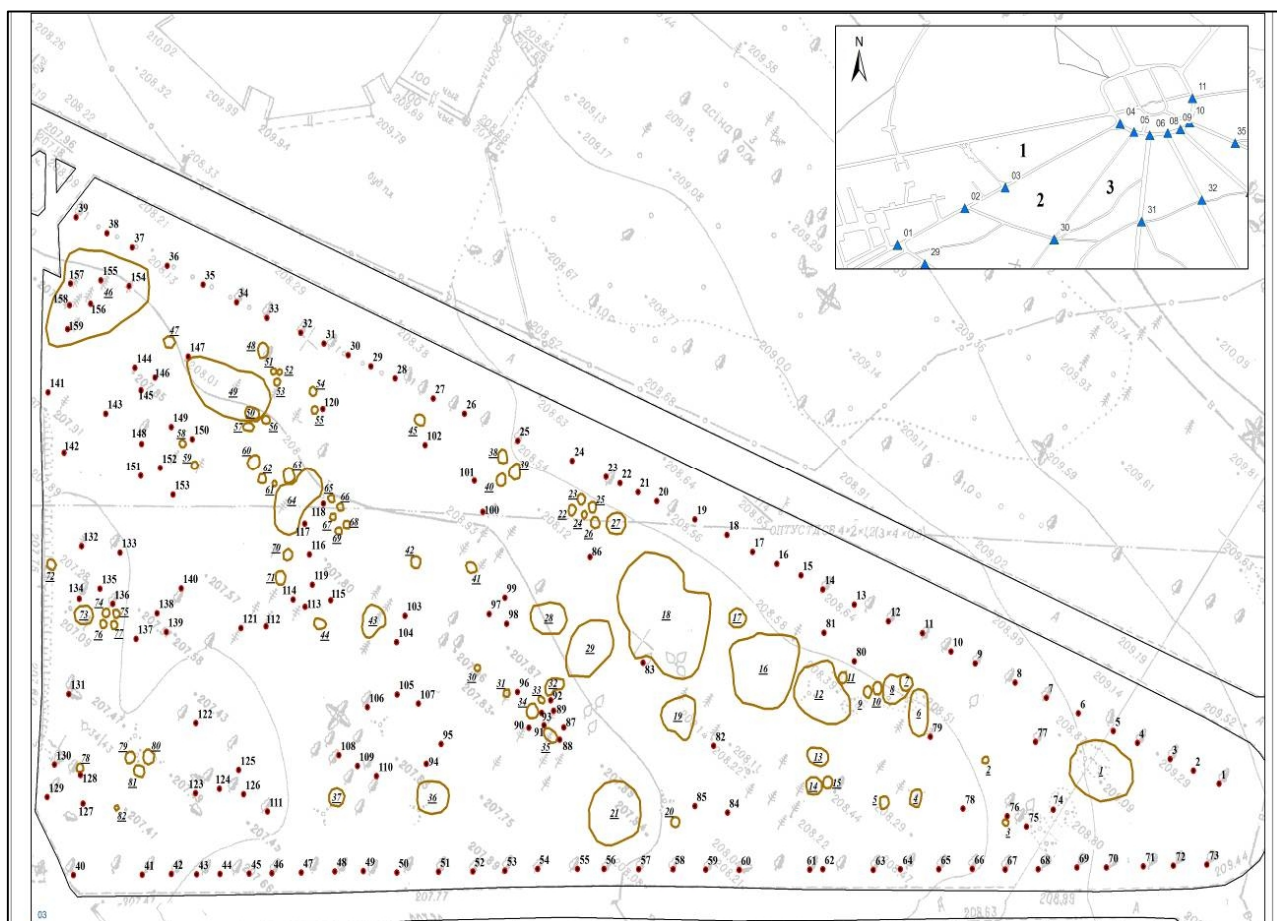


Рисунок 7 – Модельный инвентаризационный участок № 1

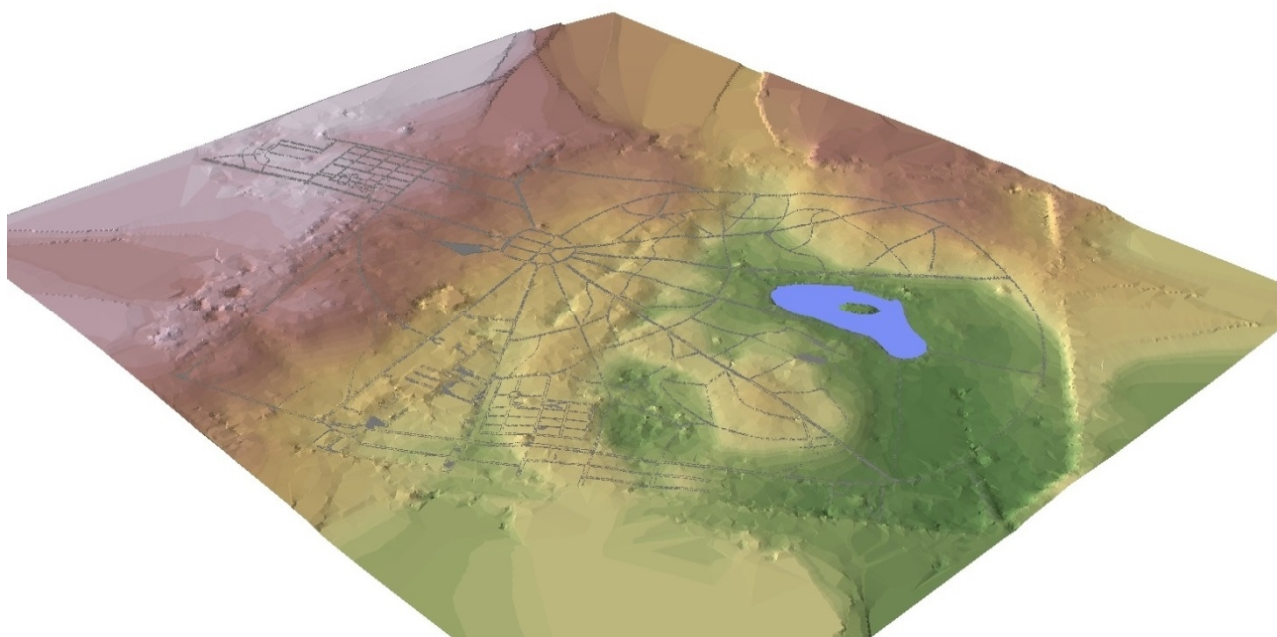


Рисунок 8 – Цифровая модель рельефа ЦБС

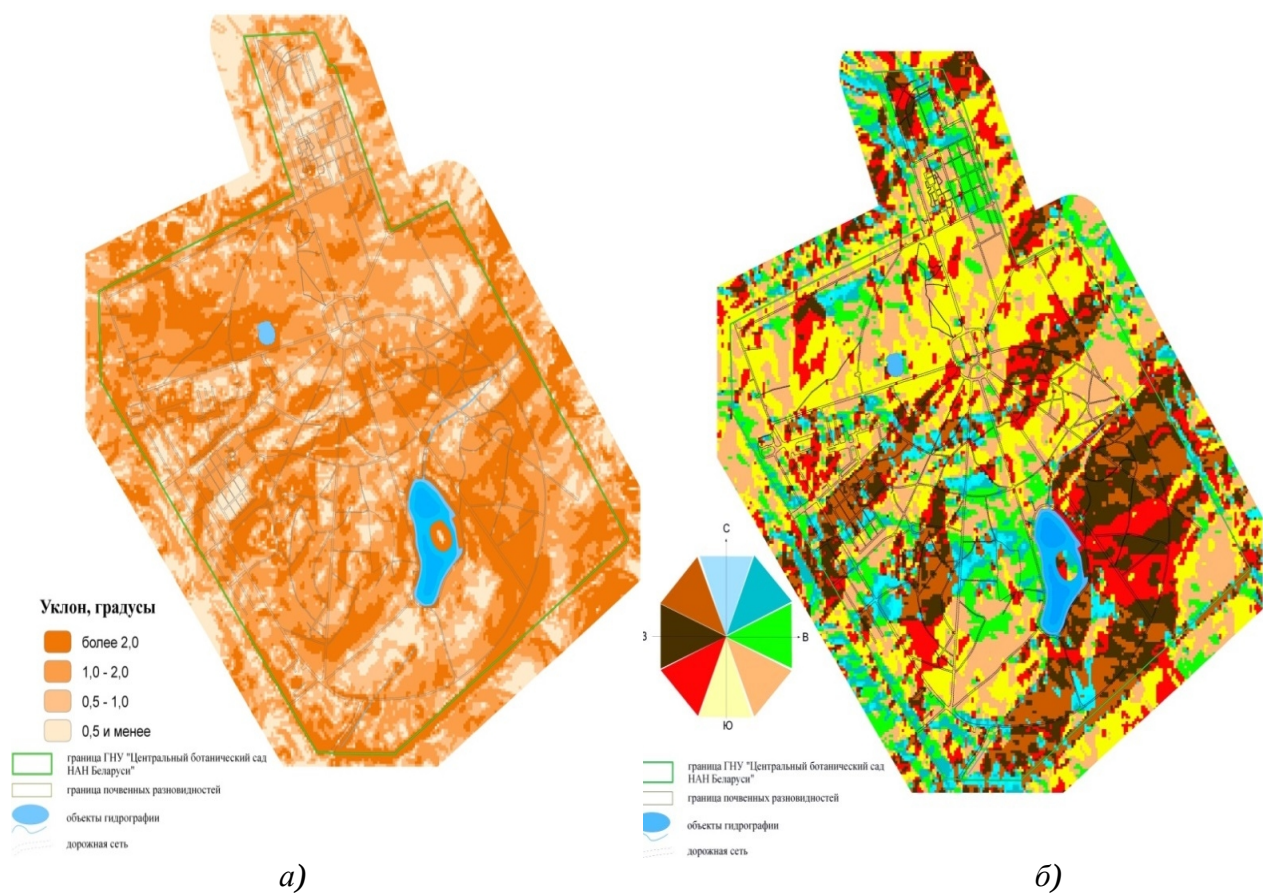


Рисунок 9 – Уклоны (а) и экспозиция склонов (б) территории ЦБС (по данным ЦМР)

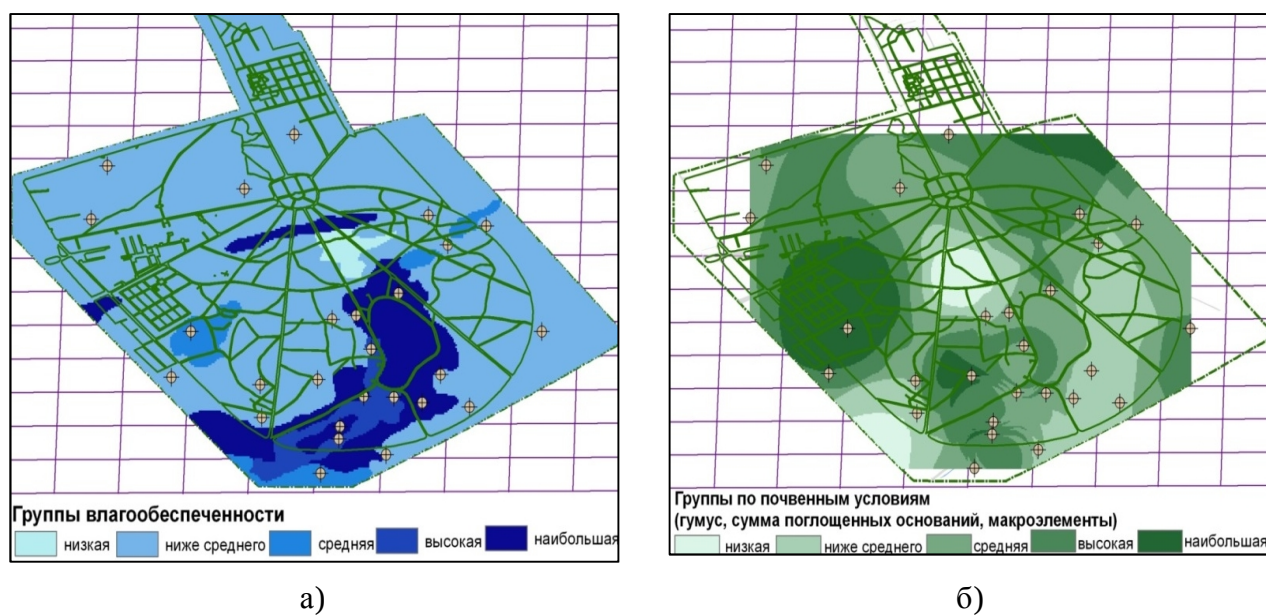


Рисунок 10 – Влагообеспеченность (а) и обеспеченность гумусом, суммы поглощенных оснований и макроэлементов (б) территории ЦБС

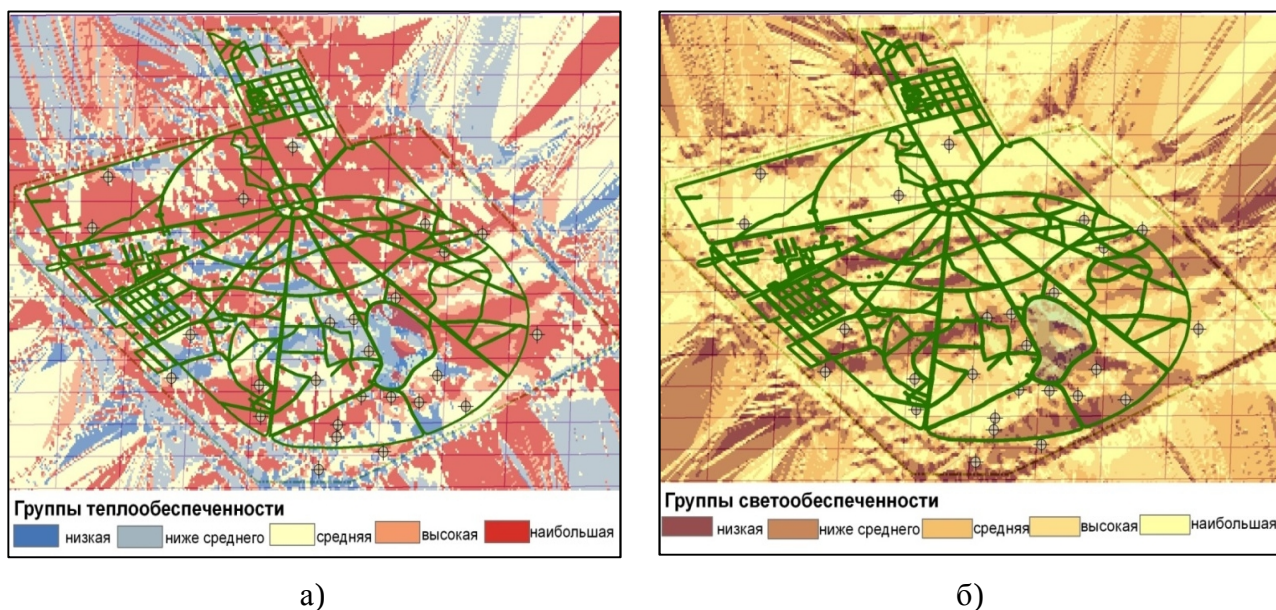


Рисунок 11 – Теплообеспеченность (а) и светообеспеченность (б) территории ЦБС

Для всех закодированных параметров древостоя и кустарника определены коэффициенты условий произрастания K по следующей формуле (1):

$$K = \frac{[F_{1(пу)} - F_{1(ли)}] + [F_{2(пу)} - F_{2(ли)}] + [F_{3(пу)} - F_{3(ли)}] + [F_{4(пу)} - F_{4(ли)}] + [F_{5(пу)} - F_{5(ли)}]}{5}, \quad (1)$$

где в числителе $F(ПУ)$ – реальные условия; $F(ЛИ)$ – показатели из литературных источников; в знаменателе – цифра, отражающая общее количество исследуемых факторов.



Рисунок 12 – Кислотности почв ЦБС по группам

Таким образом, были определены качественные условия произрастания, и был сформирован пространственный слой древесно-кустарниковых видов, попадающих согласно легенде карты в ту или иную оценочную группу соответствия условий произрастания (рисунок 13).

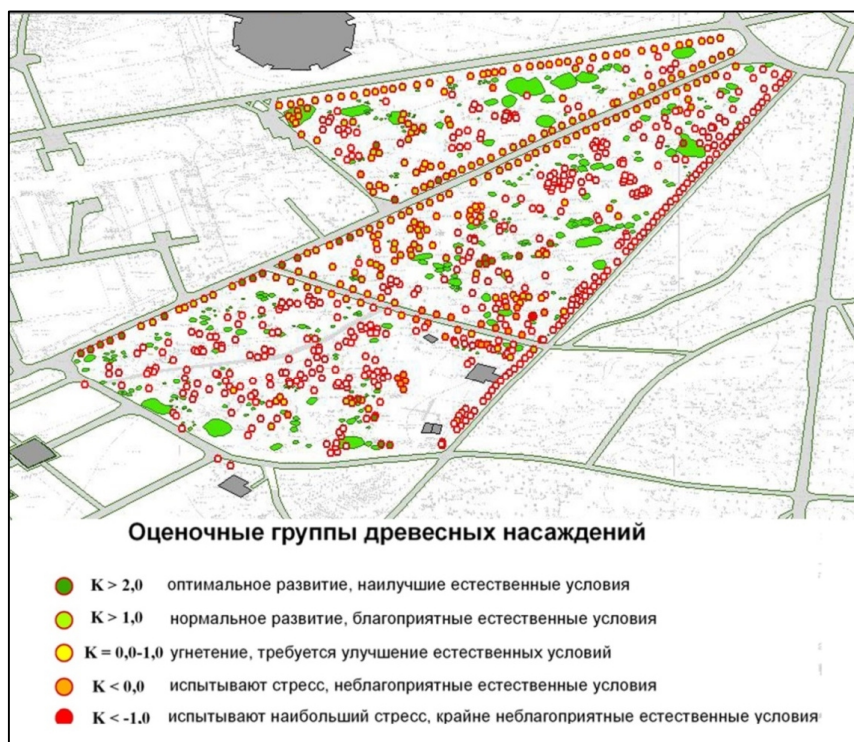


Рисунок 13 – Интегральная группировка объектов инвентаризации и оценки

Важно отметить, что использование базы данных по оценке естественных условий позволяет графически интерпретировать результаты системной оценки не только для отдельных растительных видов, но и для целых групп древесно-кустарниковых насаждений. Следовательно, такая методология позволяет прецизионно проводить мероприятия по улучшению условий мест произрастания растений, как на рабочих участках, так и в любых парках, садах и прочих, где требуются точные параметры инвентаризации для территории озеленения.

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ)

В. Г. Кондратюк

студент 3 курса кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

С. М. Токарчук

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

Опасные метеорологические явления (ОМЯ) – события природного происхождения или результат деятельности природных процессов, которые по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности могут

оказывать поражающее воздействие на людей, объекты экономики и окружающую среду. Иногда эти явления также называют стихийными [5].

В настоящее время, в связи с глобальным изменением климата, постоянно увеличивается как число, так и интенсивность многих ОМЯ, и, в том числе, их последствия для окружающей среды, жизни и деятельности людей. Таким образом, большое значение имеет применение всех видов информационных технологий, в том числе и географических, для изучения особенностей проявления и последствий ОМЯ для конкретных территорий.

Согласно [3], можно выделить несколько основных групп карт ОМЯ и их потребителей.

1. *Карты информационно-просветительского назначения*, которые чаще всего составляются для широкой аудитории неспециалистов, в том числе школьников и студентов. Данные карты должны обладать высокой информативностью, но быть легко читаемыми и не перегруженными содержанием.

2. *Карты для экономической оценки последствий*. Потребителями таких карт являются страховые компании, администрация различных организаций, МЧС. Для данных карт крайне важна социально-экономическая составляющая.

3. *Карты для оценки природных условий возникновения ОМЯ* могут быть использованы Гидрометцентром или научными организациями. Мелкий масштаб данных карт позволяет определить лишь общие закономерности возникновения ОМЯ в различных физико-географических условиях. В более крупных масштабах возможно подробное изучение особенностей ОМЯ.

4. *Карты для оценки параметров ОМЯ и их анализа*. Оценка характеристик ОМЯ (динамика во времени, статистика по областям, распределение на территории страны) может использоваться разными организациями – МЧС, Гидрометцентр, страховые компании и т.д. Приоритетным для таких карт является однородность принципов локализации ОМЯ. Карты должны обладать высокой информативностью и основываться на актуальной информации.

В настоящей работе представлен опыт создания картографического материала для изучения проявления и последствий ОМЯ в пределах крупного региона (на примере Брестской области) с использованием ГИС-технологий.

Для составления картографического материала использовались два основных источника: (1) статистические и (2) картографические данные.

При составлении статистических таблиц особенностей проявления ОМЯ в пределах Брестской области использовались данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [4] и Республиканского гидрометеоцентра [2]. Создание баз данных и картографического материала проводилась на двух территориальных уровнях: (1) в пределах административных районов (рисунки 1–2) и (2) пунктов регистрации ОМЯ (рисунки 3–4). В базы данных включались количественные показатели ОМЯ в общем (всего для оценочной единицы), а также по отдельным видам ОМЯ (сильный дождь, сильная жара, сильный ветер, сильный снег).

Использование готового тематического картографического материала (представленного в атласах, учебных пособиях, монографиях, информационных сборниках и т.д.) может послужить хорошим вариантом для замены большого количества статистических данных, которые требуют обработки и систематизации. В некоторых случаях, уже созданные карты, могут послужить хорошей основой для составления нового, более информативного или качественного картографического материала. В настоящей работе представлены варианты использования готового картографического материала для составления картосхем проявления ОМЯ в Брестской области (рисунок 5). В частности, можно выделить несколько способов составления картосхем ОМЯ Брестской области: (1) оцифровка согласно оригиналу (рисунок 5а); (2) оцифровка выборочных слоев с растровой карты (рисунок 5б); (3) создание новой картосхемы с использованием данных представленных на существующем картографическом материале (рисунок 5в).

Район	Всего ОМЯ	Всего видов	Сильный дождь	Сильный снег	Сильный ветер	Сильная жара
Барановичский	3	2	1		2	
Брестский	5	2	4			1
Ганцевичский	2	1	2			
Дрогичинский	3	2	2			1
Ивановский	3	2	2			1
Ивацевичский	5	1	5			
Каменецкий	6	2	5			1
Кобринский	3	1	3			
Лунинецкий	7	3	4		2	1
Пинский	16	3	14	1		1
Пружанский	1	1			1	
Столинский	9	2	8			1

Рисунок 1 – Статистическая база данных Access (на уровне административных районов)

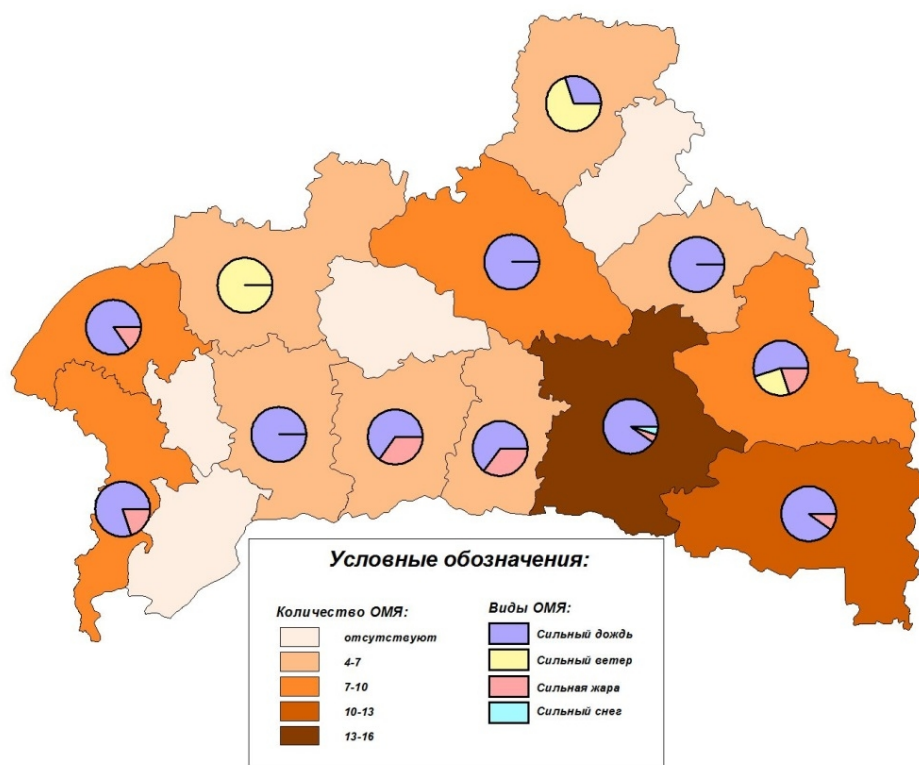


Рисунок 2 – Проявление ОМЯ в административных районах Брестской области

Населенны	Всего ОМЯ	Всего видов	Сильный дождь	Сильный ветер	Сильная жара	Сильный снег
Барановичи	3	2	1	2		
Беловежский	1	1	1			
Брест	4	2	3		1	
Викоровичи	5	1	5			
Выгонощи	2	1	2			
Высокое	3	2	2		1	
Ганцевичи	2	1	2			
Дрогичин	3	2	2		1	
Дубой	3	1	3			
Иваново	1	1			1	
Ивацевичи	3	1	3			
Каменец	1	1	1			
Кобрин	2	1	2			
Лопатино	3	1	3			
Малые Радва	1	1	1			
Меленково	1	1	1			
Новоселки	1	1	1			
Пинск	6	3	4		1	1
Полесский	7	3	4	2	1	
Пружаны	1	1		1		
Рудск	2	1	2			
Сенин	4	1	4			
Столин	4	2	3		1	

Рисунок 3 – Статистическая база данных Access (на уровне пунктов регистрации ОМЯ)

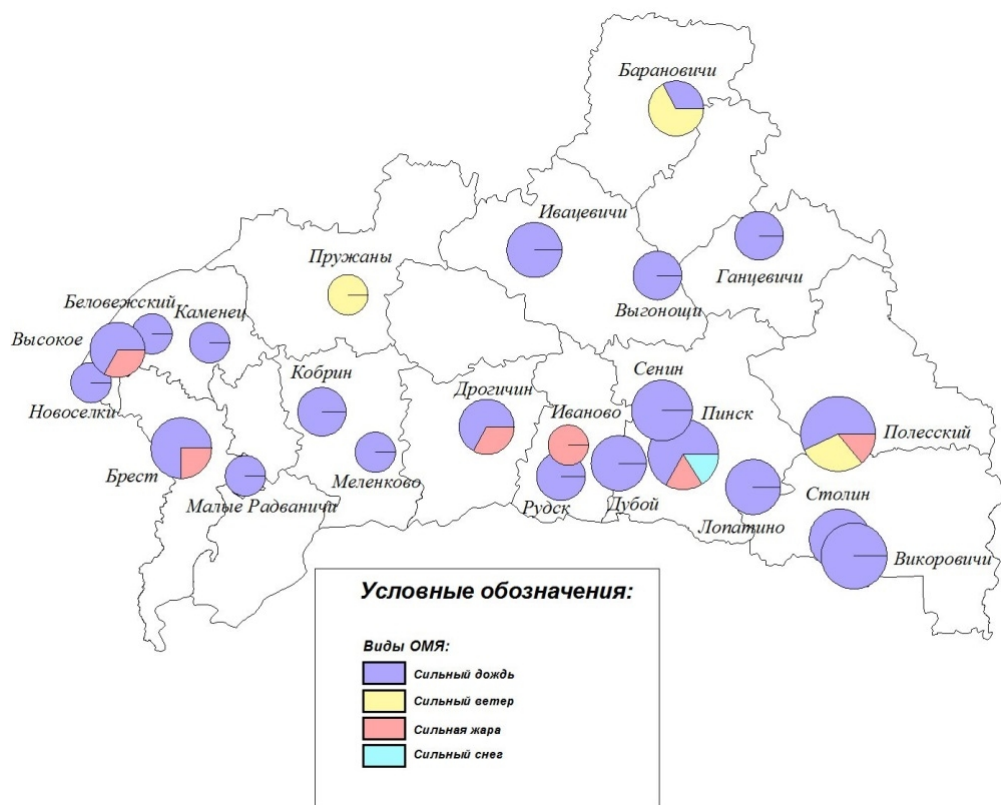
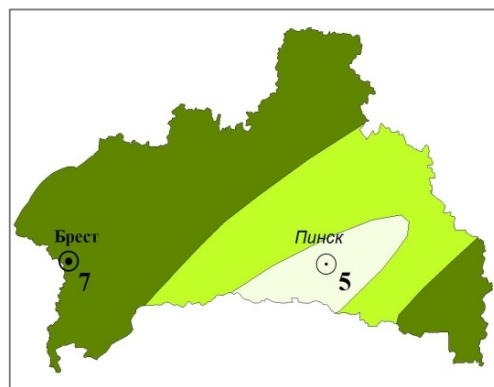
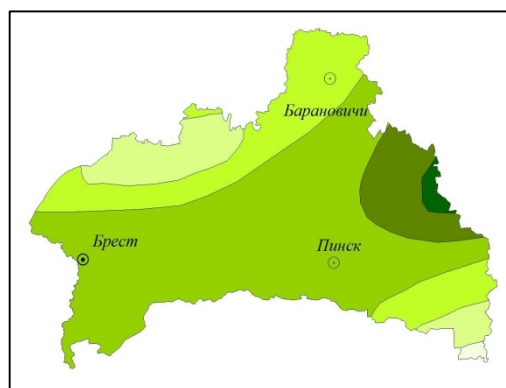


Рисунок 4 – Проявление ОМЯ в пределах пунктов наблюдений

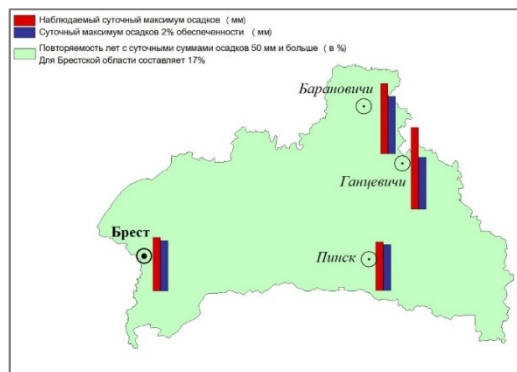
При создании картосхем ОМЯ применялось также использование различных типов легенды для картографирования одного и того же явления (рисунок 6), что дает возможность выбора наилучшей формы представления данных в зависимости от целей дальнейшего исследования (оценка интенсивности проявления ОМЯ, анализ последствий и др.).



а) создание картосхемы «Повторяемость лет с градами в Брестской области» на основе карты Национального атласа Республики Беларусь [5, с. 79]



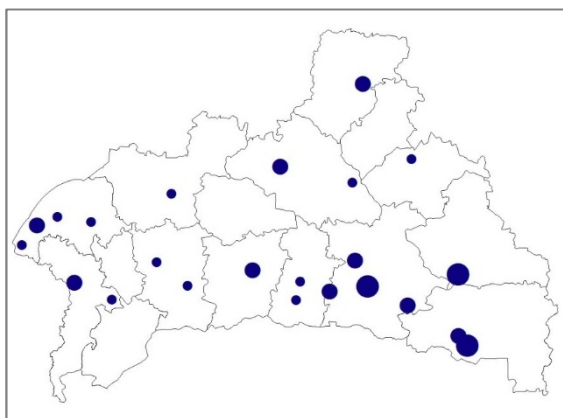
б) создание картосхемы «Повторяемость лет с заморозками на почве в мае для Брестской области» на основе карты Национального атласа Республики Беларусь [5, с. 79]



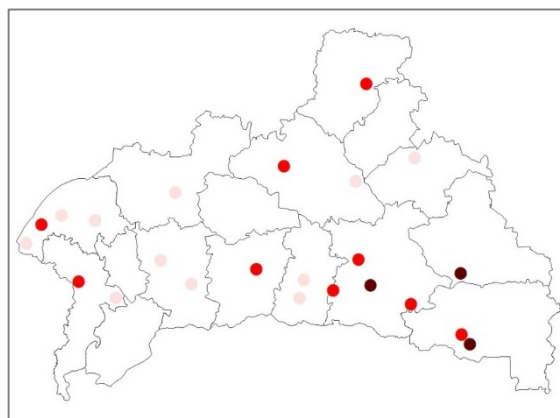
в) создание картосхемы «Повторяемость лет с суточными суммами осадков 50 мм и больше» на основе карты Национального атласа Республики Беларусь [5, с. 79]

Рисунок 5 – Создания картосхем проявления ОМЯ на территории Брестской области с использованием готового картографического материала

Кроме того, для одного и того же типа легенды применялось разное количество интервалов классификационной шкалы, что также позволяет создавать картматериал различной степени генерализации (рисунок 7).

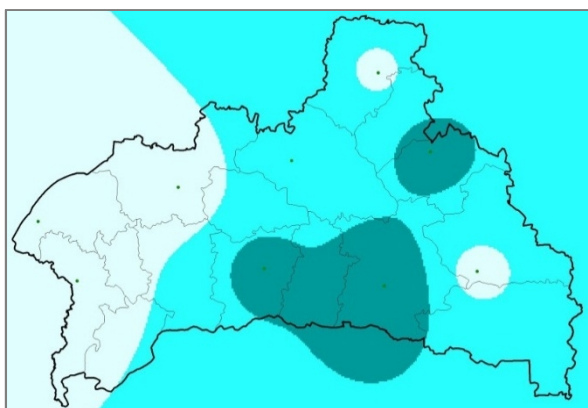


а) тип легенды «Масштабируемый символ»

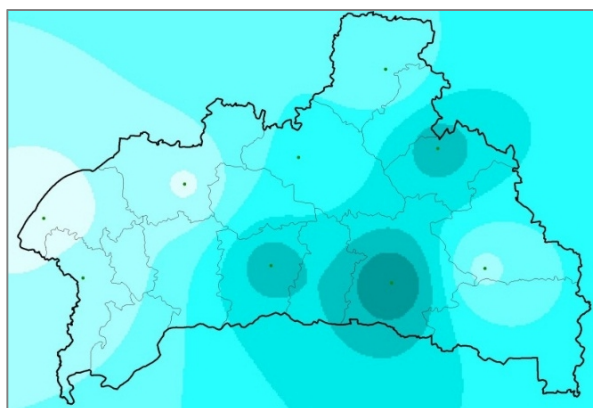


б) тип легенды «Цветовая шкала»

Рисунок 6 – Применение различных типов легенды при составлении картосхемы «Проявление ОМЯ в пределах пунктов наблюдений и их регистрации»



а) 3 интервала



б) 7 интервалов

Рисунок 7 – Применение различного количества классификационных интервалов при составлении картосхемы «Распределение количества осадков (мм) на территории Брестской области с 9.00 до 21.00 15 марта 2013 г.»

ЛИТЕРАТУРА

1. Нацыянальны атлас Беларусі. - Мінск: Белкартаграфія, 2002. - 292 с.
2. Опасные явления погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/glossary/?nd=13&id=131>.
3. Пьянков, С.В. Опыт создания регионального атласа опасных гидрометеорологических явлений (на примере Уральского Прикамья) / С.В. Пьянков, А.Н. Шихов, Р.К. Абдуллин // Географический вестник. – 2016. – № 1 (36). – С. 120–131.
4. Экологический бюллетень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/ru/bulleten-ru>.
5. Шпока, И. Н. Пространственно-временное распределение опасных метеорологических явлений на территории Брестской области: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук : 25.00.30 / И. Н. Шпока ; нац. акад. наук Беларуси, гос. научн. учр. Инст. природ. – М., 2012. – 24 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ОЦЕНКЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА МОЛОДЕЧНО

А. С. Семенюк

аспирант кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

Н. В. Клебанович

д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Оценка комфортности проживания городского населения – важный элемент проводимой градостроительной политики в любом государстве. Составной частью такой оценки является анализ географической доступности объектов социальной инфраструктуры – магазинов, аптек, поликлиник, школ, детских садов. Для городских поселений актуальной представляется задача планирования рационального размещения объектов социальной инфраструктуры с целью обеспечения равного доступа к ним жителей разных районов города. Современные ГИС-технологии позволяют решить данную проблему на новом аналитическом уровне.

Разумеется, в значительном по площади населенном пункте невозможно обеспечить одинаковую географическую доступность объектов социальной инфраструктуры во всех его частях. Построенные в среде ГИС модели доступности объектов социальной инфраструктуры отражают идеализированную картину городского устройства. Вместе с тем ГИС позволяют выявить существующие диспропорции в размещении объектов социальной инфраструктуры в разных частях города, что представляет интерес как для органов государственной власти, так и для коммерческих структур. Неслучайно в последнее время на постсоветском пространстве отмечается рост числа публикаций по данной тематике [1-6]. Как правило, они посвящены решению определенных узких задач, например оптимизации сети торговых объектов или поиску мест в городе, наиболее остро нуждающихся в детских поликлиниках. Вместе с тем на сегодняшний день наблюдается недостаток работ, рассматривающих совокупность основных объектов социальной инфраструктуры города. Целью данного исследования явилось проведение оценки географической доступности объектов социальной инфраструктуры г. Молодечно (магазинов, автобусных остановок, банков, парков и скверов, аптек, поликлиник, школ и детских садов) в рамках муниципальной ГИС, созданной с помощью программного комплекса ArcGIS.

На первом этапе в муниципальную ГИС г. Молодечно были добавлены объекты социальной инфраструктуры – точечные слои магазинов, автобусных остановок, банков, аптек, поликлиник, школ, детских садов и полигональный слой парков и скверов. Магазины были классифицированы на типы

(продовольственные, хозяйственные, товаров для дома, мебельные, бытовой техники и электроники, одежды и обуви, универсамы (предприятия торговли, реализующие продовольственные товары универсального ассортимента и некоторые непродовольственные товары повседневного спроса), многофункциональные торговые центры и прочие) и уточняющие их подтипы (например, магазины косметики, цветов, товаров для спорта и туризма, канцтоваров, автозапчастей и др.). Для правильного расчета доступности ключевых объектов социальной инфраструктуры в базу данных были внесены определенные поправки. Например, детская поликлиника была выделена в отдельный точечный слой. Специализированные продовольственные магазины (например, фирменные магазины мясных, хлебобулочных или кондитерских изделий) были отнесены к категории прочих. По этой же причине за местоположение автобусных остановок в ГИС было принято среднее между их парами, находящимися по разные стороны улицы.

Поскольку территория г. Молодечно простирается всего на несколько километров в длину и ширину, в качестве главного критерия для оценки географической доступности объектов социальной инфраструктуры была выбрана пешеходная доступность. Для расчета зон доступности объектов социальной инфраструктуры был создан линейный слой пешеходных дорожек, в который вошли тротуары и вытоптанные тропы. Затем с помощью инструмента «Intersect Lines (Make Points)» панели инструментов «Hawth's Analysis Tools», которая находится в открытом доступе в сети Internet и устанавливается дополнительно к ArcGIS, был создан цифровой слой точек пересечения дорожек. Далее векторный слой пешеходных дорожек посредством инструмента «Разбить линию в точке» был разбит на части в местах их пересечения друг с другом. Для проведения сетевого анализа с помощью модуля Network Analyst разбитый на отдельные фрагменты слой пешеходных дорожек был преобразован в сеть, состоящую из узлов (точек пересечения с другими дорожками или замыкания на объекты социальной инфраструктуры) и ребер. Каждому ребру сети было присвоено соответствующее значение времени, за которое человек его преодолевает (при средней скорости пешехода 4 км/ч). Затем с помощью инструмента «Service Area» в Network Analyst были последовательно добавлены слои объектов социальной инфраструктуры, и посредством операции «Solve» были получены полигональные слои зон доступности, рассчитанных по сети пешеходных дорожек (рисунок 1). Радиусы зон доступности выбирались в зависимости от важности различных объектов социальной инфраструктуры. Для наиболее часто посещаемых и относительно равномерно распределенных по территории города типов объектов (продовольственные и хозяйственные магазины, универсамы, автобусные остановки, банки, парки и скверы, аптеки) были построены зоны доступности в 5, 10 и 15 минут (т. е. в 333, 667 и 1000 метров соответственно). Для единичных и некоторых множественных объектов, посещение которых населением в меньшей степени зависит от расстояния до них (многофункциональные торговые центры, поликлиники,

школы, детские сады), были построены зоны доступности в 15 и 30 минут (т. е. в 1000 и 2000 метров соответственно).

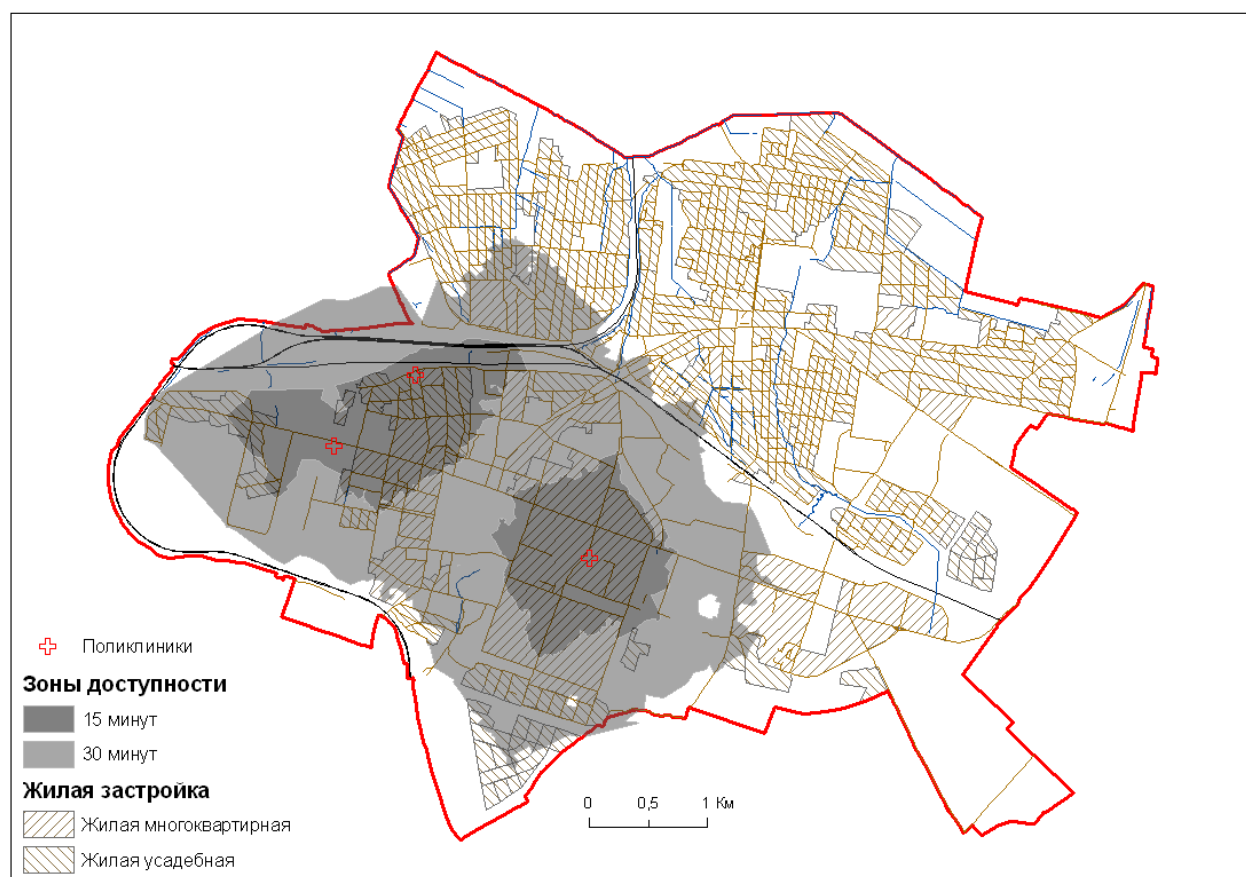


Рисунок 1 – Результаты сетевого анализа зон доступности поликлиник г. Молодечно

В базу данных слоя оценочных зон, полученного на основе класса городской квартальной сети, были внесены коэффициенты, соответствующие зонам доступности различных объектов социальной инфраструктуры (таблица 1). Данные коэффициенты были ранжированы в зависимости от важности объекта социальной инфраструктуры и расстояния до него. Если оценочная зона находилась в пределах более чем одной зоны доступности, ее принадлежность к той или иной из них определялась по площади, которую они занимали (в случае однородной застройки), или по числу проживающего в них населения (в случае неоднородной застройки). В результате были получены карты зон доступности объектов социальной инфраструктуры в разрезе оценочных зон.

В качестве оценки географической доступности магазинов были выбраны торговые объекты, занимающиеся продажей продовольственных и хозяйственных товаров. Поскольку универсамы и многофункциональные торговые центры имеют в своем ассортименте как продовольственные, так и хозяйственные товары, данные торговые объекты были включены в обе категории магазинов. Карты зон доступности продовольственных и хозяйственных магазинов представлены на рисунках 2 и 3.

Таблица 1 – Коэффициенты местоположения земель оценочной зоны относительно объектов социальной инфраструктуры

<i>Объекты социальной инфраструктуры</i>	<i>Временная пешеходная доступность</i>					
	<i>до 5 минут</i>	<i>5-10 минут</i>	<i>10-15 минут</i>	<i>свыше 15 минут</i>	<i>15-30 минут</i>	<i>свыше 30 минут</i>
Продовольственный или хозяйственный магазин	1,00	0,95	0,90	0,85	-	-
Многофункциональный торговый центр	1,00	1,00	1,00	-	0,98	0,95
Автобусная остановка	1,00	0,97	0,94	0,90	-	-
Банк	1,00	0,98	0,96	0,93	-	-
Парк или сквер	1,00	0,98	0,95	0,90	-	-
Аптека	1,00	0,96	0,92	0,88	-	-
Поликлиника	1,00	1,00	1,00	-	0,97	0,93
Детская поликлиника	1,00	1,00	1,00	-	0,98	0,95
Школа	1,00	1,00	1,00	-	0,95	0,90
Детский сад	1,00	1,00	1,00	-	0,95	0,90

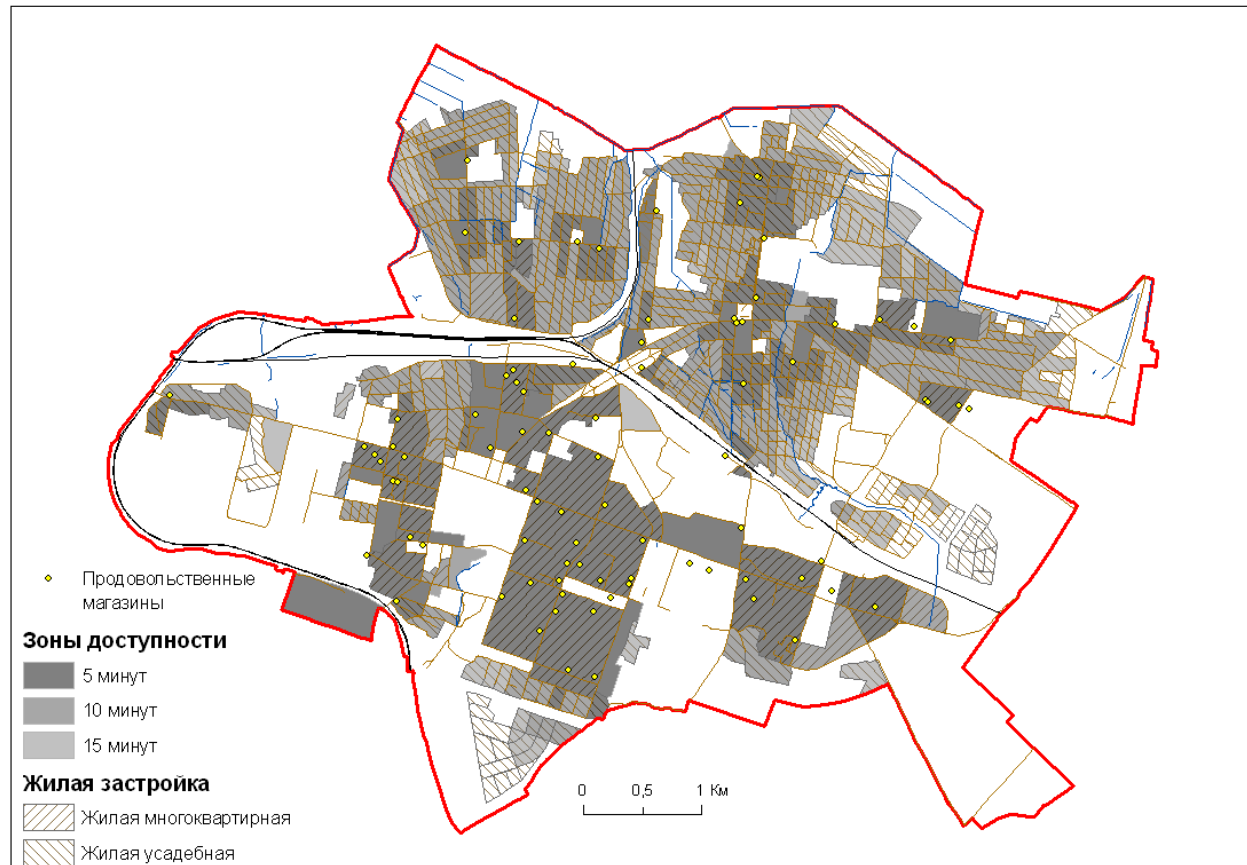


Рисунок 2 – Зоны доступности продовольственных магазинов

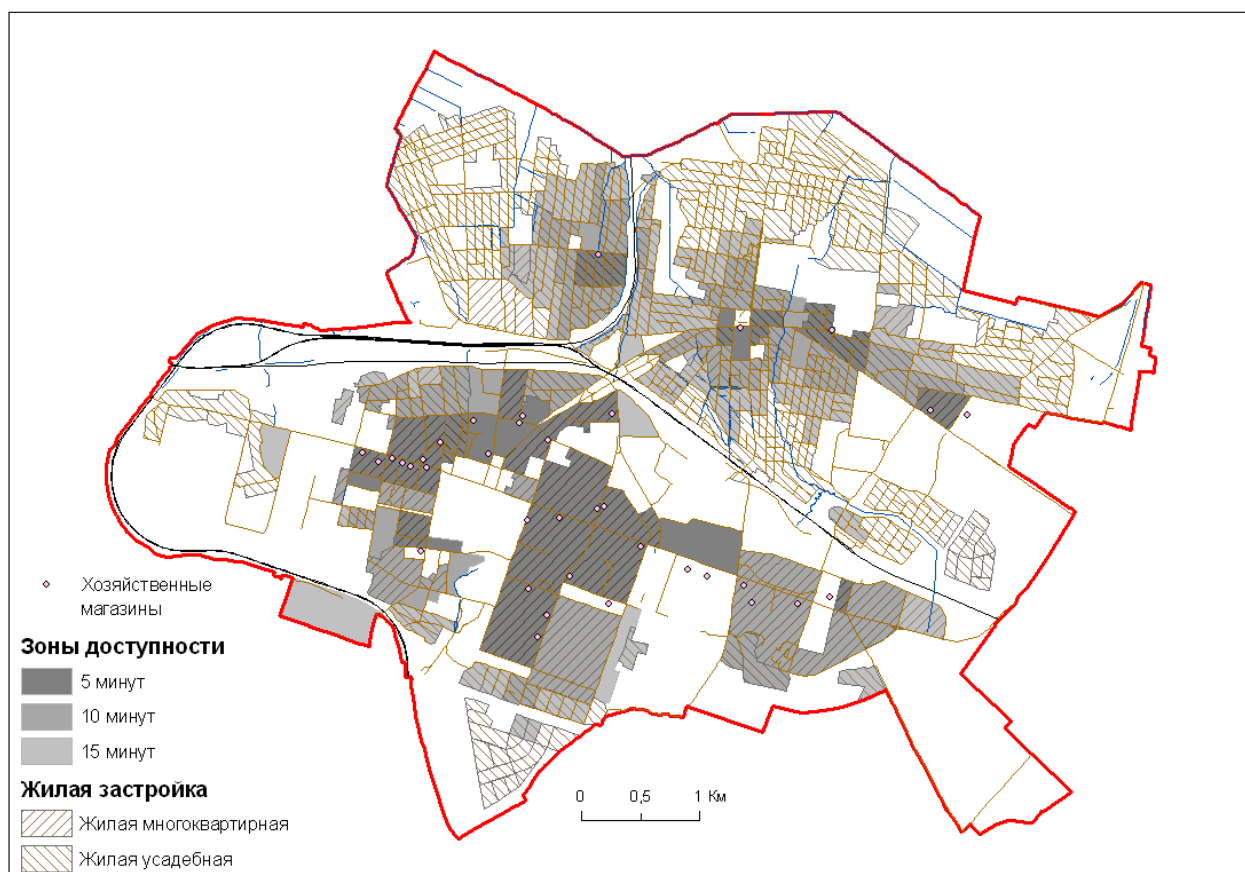


Рисунок 3 – Зоны доступности хозяйственных магазинов

Если продовольственные магазины размещаются на территории г. Молодечно достаточно равномерно (определенный пробел наблюдается только в коттеджных поселках на востоке и юге города), то географическая доступность хозяйственных магазинов изменяется в более широких пределах. Наибольшая плотность хозяйственных магазинов наблюдается в центральной части города, особенно вдоль главной улицы Великий Гостинец в районе Зеленый Городок. Вместе с тем на западе (Здемелево), северо-западе (западная часть района Залинейный, занятая усадебной застройкой, и южная его часть, занятая многоквартирными домами), северо-востоке (поселок станкозавода, окраинная часть Великого Села и расположенный между ними район коттеджной застройки), востоке (усадебная и коттеджная застройка) и юге города (коттеджный поселок) хозяйственные магазины в шаговой доступности отсутствуют.

Кроме оценки географической доступности продовольственных и хозяйственных магазинов г. Молодечно, была проанализирована доступность многофункциональных торговых центров как наиболее значительных объектов торговли в городе, привлекающих покупателей широким ассортиментом товаров под одной крышей (рисунок 4). Анализ карты показывает, что многофункциональные торговые центры сконцентрированы вдоль оси главной городской магистрали, при этом за пределами их шаговой доступности оказывается практически вся северная часть города, коттеджные поселки на востоке и юге и часть нового микрорайона Восточный.

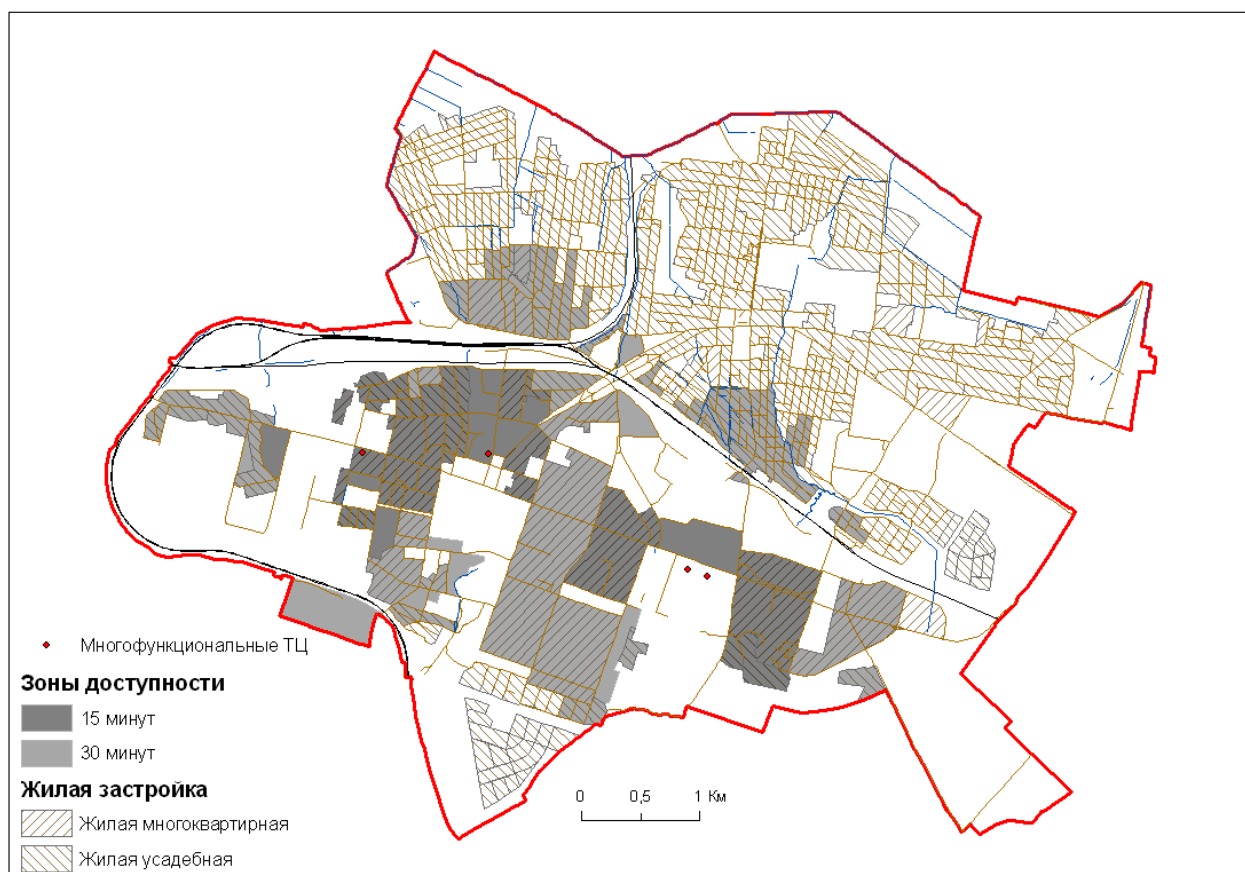


Рисунок 4 – Зоны доступности многофункциональных торговых центров

Сеть маршрутов автобусного городского транспорта в Молодечно развита хорошо, о чем свидетельствует равномерное распределение остановок по его территории. За пределами 15-минутной пешеходной доступности автобусных остановок находятся лишь около 30 оценочных зон – в основном это окраинные части восточного и южного коттеджных поселков с еще не сформировавшейся дорожной сетью.

Банки размещаются на территории г. Молодечно неравномерно (рисунок 5). Основная часть отделений расположена в центре города, наибольшее их число сосредоточено в районе улиц Волынца, Притыцкого и Партизанской. Вместе с тем многие части города лишены банков в шаговой доступности. К таким районам относятся Здемелево на западе, северная и восточная часть Залинейного на северо-западе, поселок станкозавода, коттеджный поселок и окраинная часть Великого Села на северо-востоке, а также коттеджная застройка на востоке и юге города.

Географическая доступность парков и скверов изменяется в широких пределах (рисунок 6). Лучше всего обеспечены зелеными зонами жители южной части г. Молодечно и района, прилегающего к площади Старое Место. Вместе с тем за пределами 15-минутной пешеходной доступности парков и скверов находится большая часть Залинейного (северо-запад города), Великое Село (северо-восток), часть микрорайона Восточный и коттеджные поселки на северо-востоке, востоке и юге.

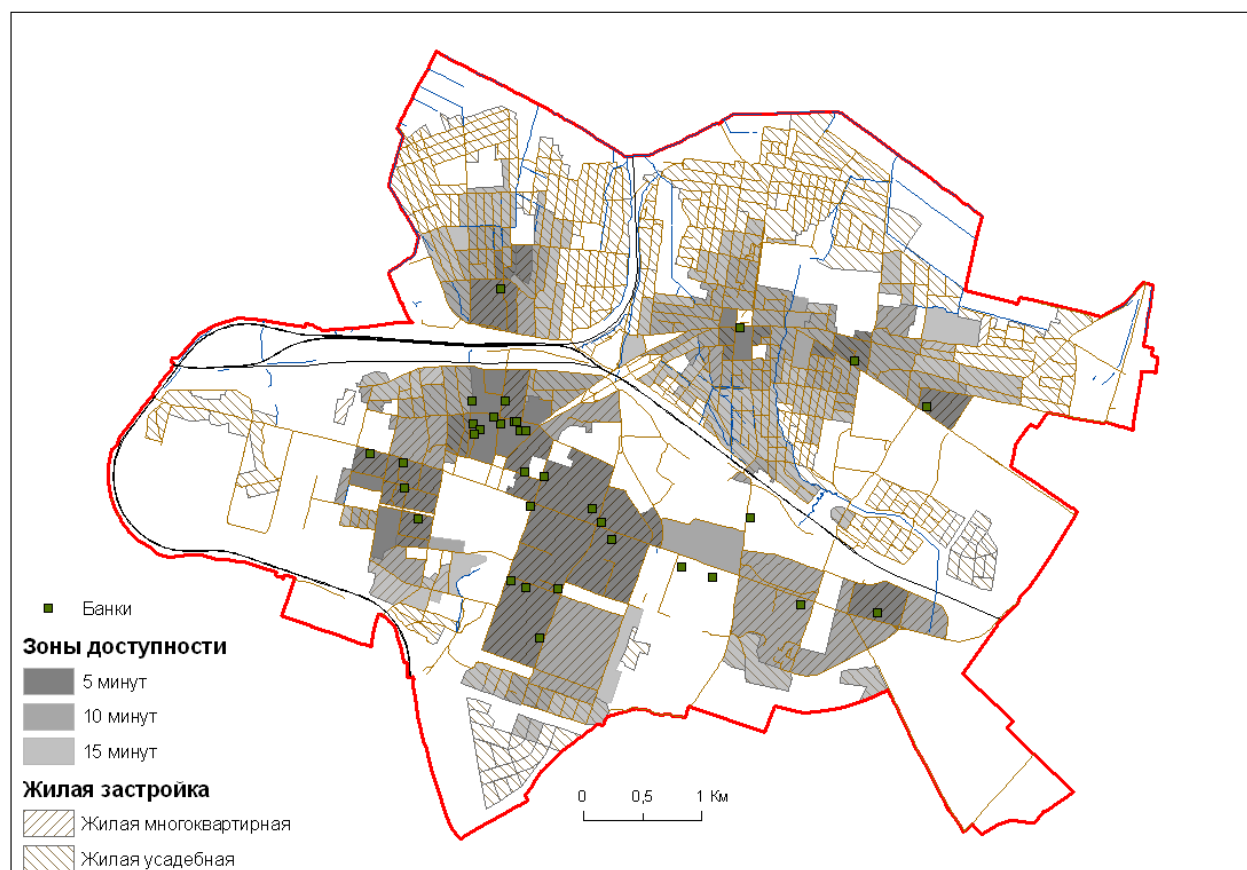


Рисунок 5 – Зоны доступности банков

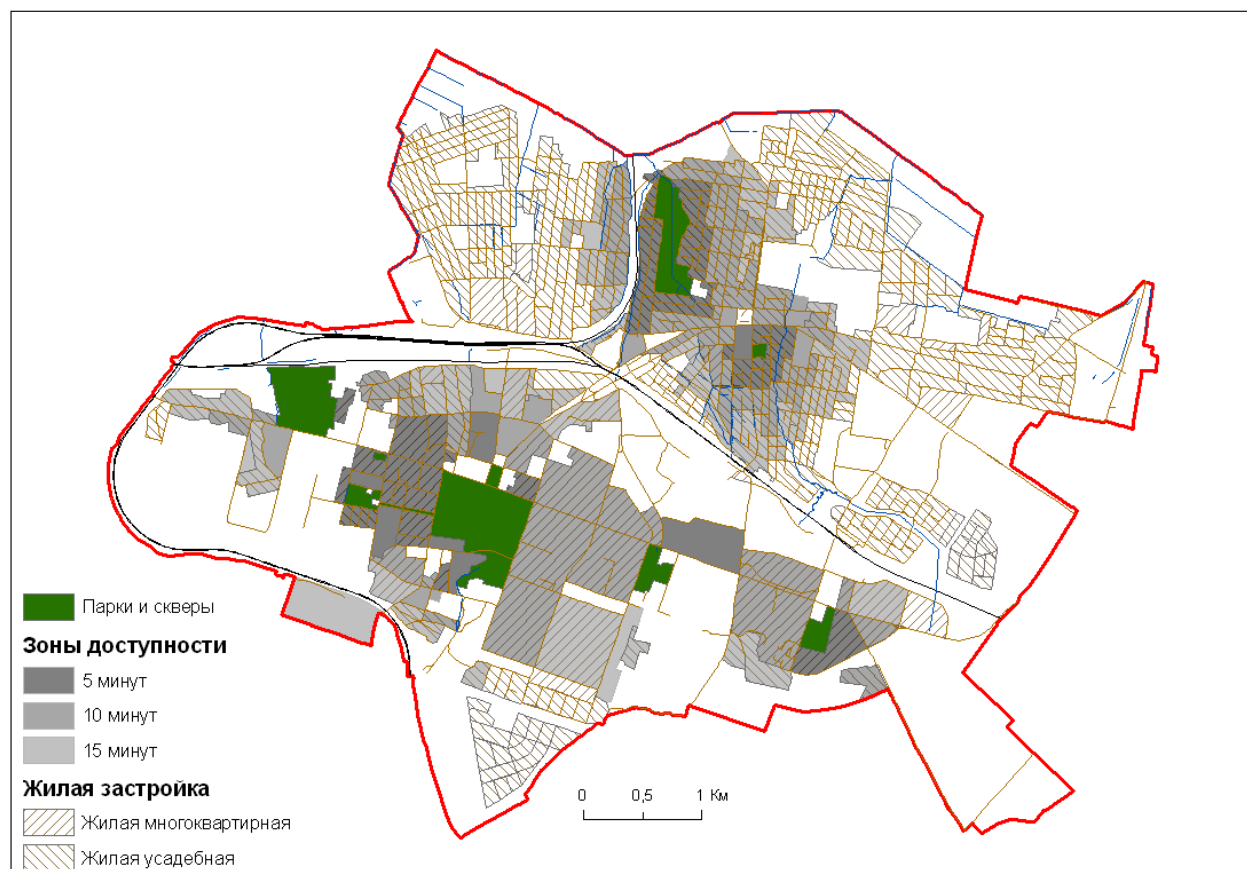


Рисунок 6 – Зоны доступности парков и скверов

Карта зон доступности аптек (рисунок 7) показывает высокую плотность объектов данного типа в южной части г. Молодечно, занятой в основном многоквартирной застройкой, и низкую – на периферии города. Таким образом, без аптек в шаговой доступности остается запад (Здемелево), крайний северо-запад (северная часть Залинейного), северо-восток (коттеджный поселок и часть Великого Села), восток (усадебная и коттеджная застройка) и крайний юг города (коттеджный поселок).

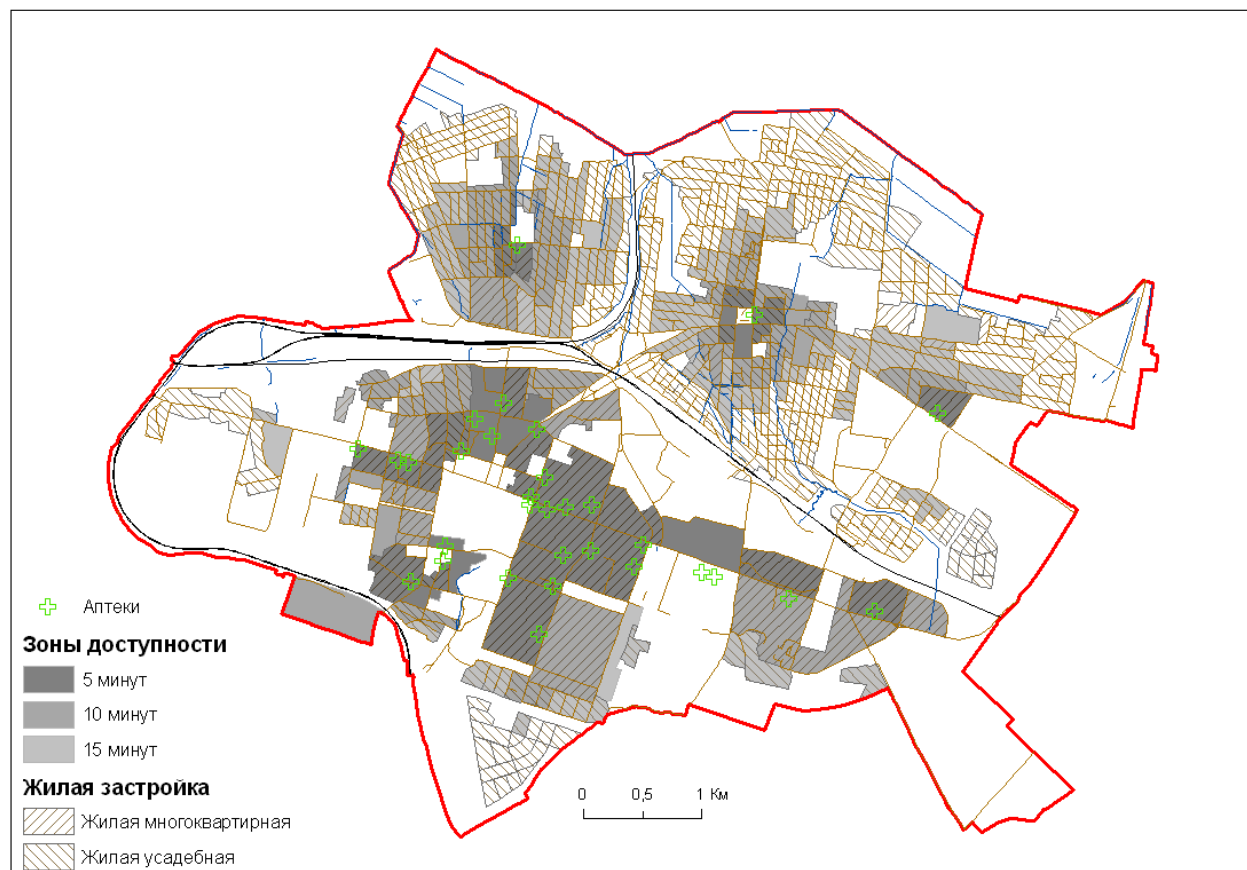


Рисунок 7 – Зоны доступности аптек

Зоны пешеходной доступности трех городских поликлиник охватывают в основном западную и центральную часть г. Молодечно (см. рисунок 1). Вместе с тем в более чем получасе ходьбы от ближайшей поликлиники находится северная часть Залинейного и весь восток и северо-восток города, включая застроенные многоквартирными домами микрорайоны № 6 и Восточный, а также микрорайон у завода порошковой металлургии (ЗПМ).

Единственная в Молодечно детская поликлиника расположена практически в центре города, и 2-километровую зону ее пешеходной доступности ограничивает северная часть района Геленово, Зеленый Городок и Буховщина на западе, южная часть Залинейного и усадебная застройка, примыкающая к улице Виленской вплоть до площади Старое Место, на севере и микрорайоны № 1, № 2 и № 4 на юго-востоке (рисунок 8). Вся остальная периферийная часть города, включая микрорайоны № 3, № 6, № 10, Восточный и микрорайон у ЗПМ, находится за пределами получасовой зоны пешеходной доступности детской поликлиники.

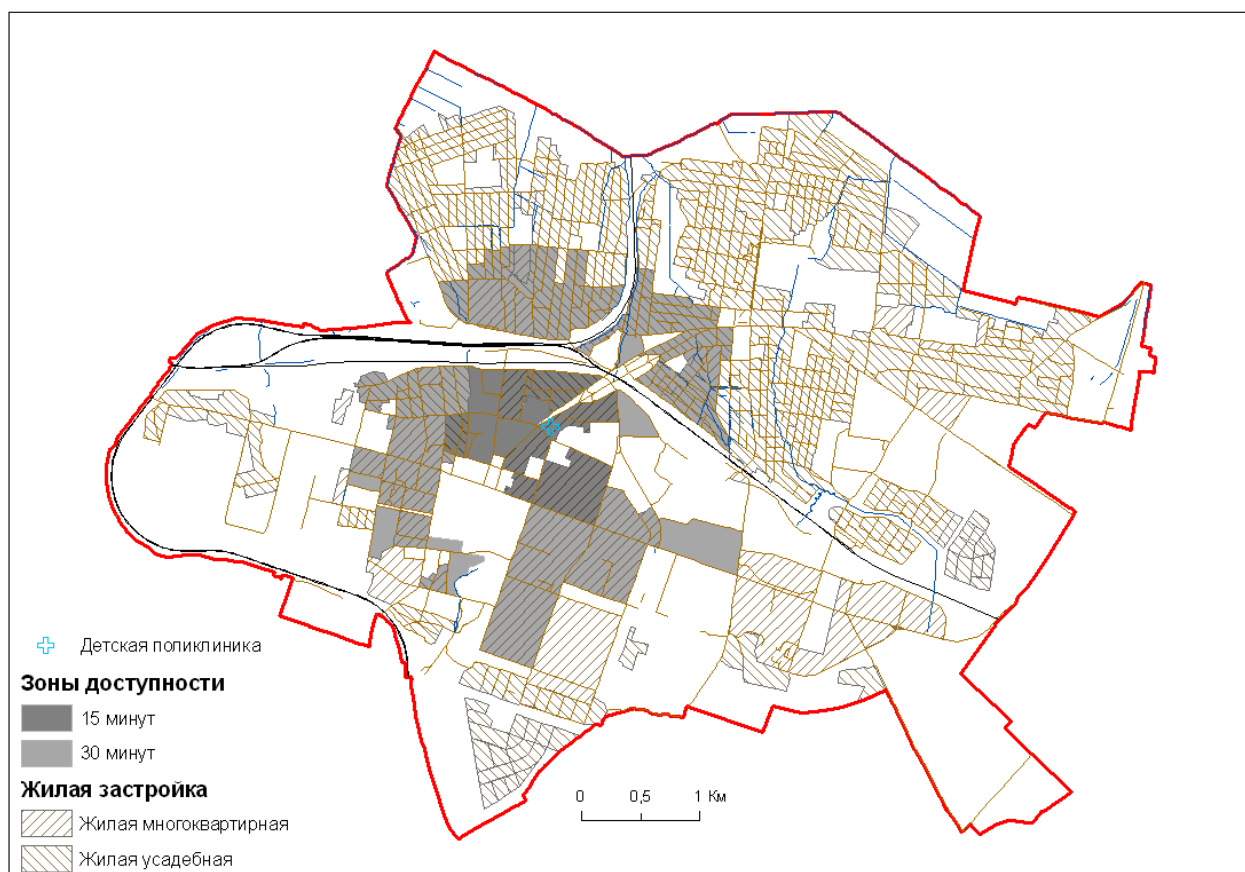


Рисунок 8 – Зоны доступности детской поликлиники

Школы размещаются на территории г. Молодечно относительно равномерно (рисунок 9). За пределами их шаговой доступности находится район Здемелево на западе, часть усадебной застройки на крайнем северо-востоке города, а также окраинная часть Великого Села и восточного коттеджного поселка.

Система учреждений дошкольного воспитания в г. Молодечно хорошо развита. За пределами получасовой зоны пешеходной доступности детских садов находятся лишь 4 оценочные зоны на окраинах города, занятые усадебной и коттеджной застройкой.

Для представления результатов анализа построенных зон доступности в обобщенном виде на основе присвоенных оценочным зонам в соответствии с таблицей 1 коэффициентов был рассчитан сводный коэффициент географической доступности объектов социальной инфраструктуры по формуле:

$$K_{св.} = (0,75 K_{нм} + 0,25 K_{хм}) \times K_{мц} \times K_o \times K_б \times K_{пс} \times K_a \times K_{пк} \times K_{оп} \times K_{ш} \times K_{дс}, \quad (1)$$

где $K_{нм}$ – коэффициент доступности продовольственных магазинов; $K_{хм}$ – коэффициент доступности хозяйственных магазинов; $K_{мц}$ – коэффициент доступности многофункциональных торговых центров; K_o – коэффициент доступности автобусных остановок; $K_б$ – коэффициент доступности банков; $K_{пс}$ – коэффициент доступности парков и скверов; K_a – коэффициент доступности

аптек; $K_{нк}$ – коэффициент доступности поликлиник; $K_{дн}$ – коэффициент доступности детской поликлиники; $K_{ш}$ – коэффициент доступности школ; $K_{дс}$ – коэффициент доступности детских садов.

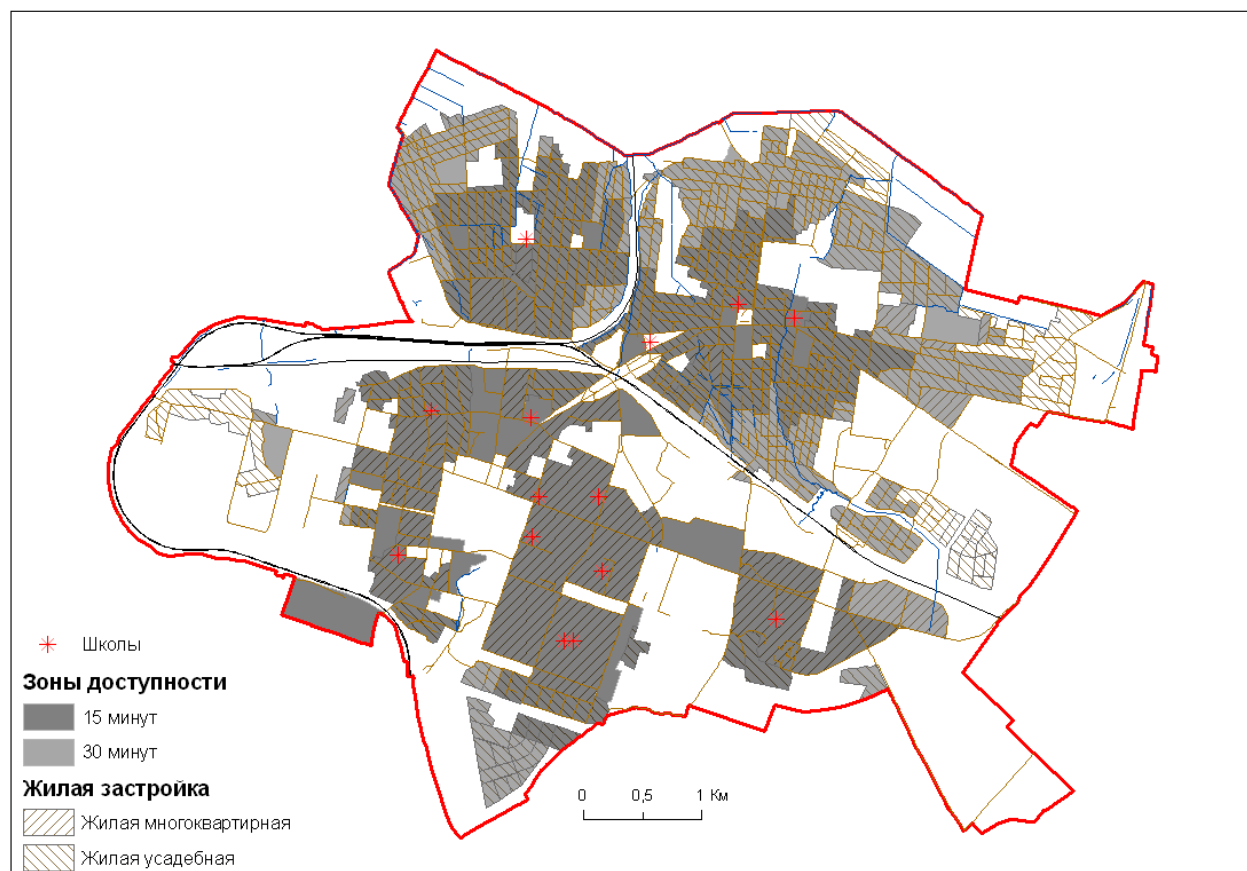


Рисунок 9 – Зоны доступности школ

Коэффициенты 0,75 и 0,25 в формуле 1 отражают вклад посещений продовольственных и хозяйственных магазинов среднестатистическим покупателем в общую посещаемость торговых объектов.

На основе рассчитанных для каждой оценочной зоны сводных коэффициентов была создана карта географической доступности объектов социальной инфраструктуры г. Молодечно (рисунок 10).

Наибольшие значения сводного коэффициента ($K_{св} > 0,9$) наблюдаются в центре города, а также в районе улицы Космонавтов, в микрорайонах № 1, № 2 и № 4, в южной части Буховщины и Зеленом Городке. Высокую географическую доступность объектов социальной инфраструктуры ($0,8 < K_{св} < 0,9$) имеет район, ограниченный улицами Виленской, Космонавтов и Волынца, северная часть Буховщины, район Геленово, микрорайоны № 3, № 6 и № 10, а также кварталы, примыкающие к центральной части Залинейного и площади Старое Место. Средние значения сводного коэффициента ($0,6 < K_{св} < 0,8$) отмечаются в микрорайоне Восточном, поселке станкозавода, районе, примыкающем к ЗПМ, а также в большей части Залинейного и усадебной застройки вокруг площади Старое Место. Низкую географическую доступность объектов социальной инфраструктуры ($0,5 < K_{св} < 0,6$) имеет район Здемелево, периферийные части усадебной застройки на севере города,

западная часть Великого Села, а также часть коттеджных поселков на северо-востоке и юге. Минимальные значения сводного коэффициента ($K_{св} < 0,5$) наблюдаются в восточной части Великого Села, на крайнем северо-западе и северо-востоке города, а также в коттеджных поселках на востоке и юге.

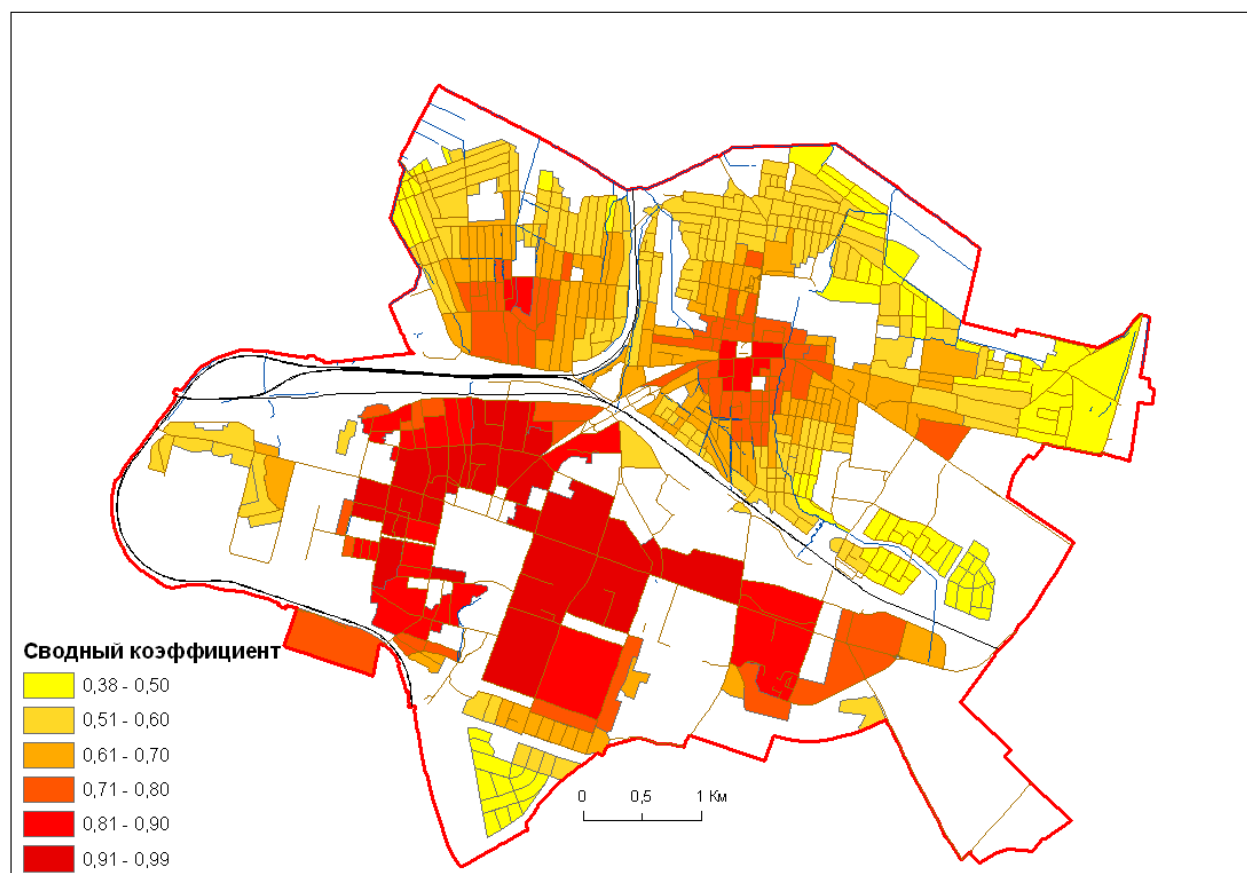


Рисунок 10 – Географическая доступность объектов социальной инфраструктуры г. Молодечно

Анализ карты показывает, что объекты социальной инфраструктуры в Молодечно тяготеют к центральной части города, а также к центрам микрорайонов и основным магистралям. Наименьшую географическую доступность объектов социальной инфраструктуры закономерно имеют периферийные районы города. Попадание в их число коттеджных поселков объясняется главным образом отставанием в развитии городской инфраструктуры от темпов индивидуального жилищного строительства.

Изучение географической доступности объектов социальной инфраструктуры помогает выявить районы города с затрудненным доступом к местам оказания разного рода услуг. Разумеется, далеко не всегда создание в периферийной части города нового объекта социальной инфраструктуры (например, школы, поликлиники или банка) может быть экономически целесообразным. Вместе с тем использование сетевого анализа в среде ГИС позволяет не только упростить исследовательский процесс, но и обнаружить «узкие места» в существующей системе дорожно-тропиночной сети. Таким образом, улучшить географическую доступность объектов социальной инфраструктуры можно и с помощью менее затратных методов – прокладки тротуаров, оборудования новых пешеходных переходов, облагораживания

существующих зеленых зон, организации сквозных проходов через неиспользуемые или малоиспользуемые промзоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникин, О.А. Применение ГИС-технологий в аптечных сетях / О.А. Аникин, В.А. Афанасьев, А.Ю. Вилков // ArcReview. – 2005. – № 4.
2. Жоров, Б.А. ГИС-анализ транспортной доступности специальных служб в г. Минске / Б.А. Жоров, Д.М. Курлович // ГИС-технологии в науках о земле: материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов 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. – С. 69-72.
3. Кириченко, Е.А. Достаточно ли продовольственных магазинов в Москве? / Е.А. Кириченко, Н.Я. Лебедева // ArcReview. – 2005. – № 4.
4. Струков, Д.Р. Пространственно-временной анализ в маркетинге / Д.Р. Струков // ArcReview. – 2005. – № 4.
5. Струков, Д.Р. Пространственный метод анализа доступности медицинской помощи детям на примере Санкт-Петербурга / Д.Р. Струков, А.С. Чигинева // Геоматика. – 2014. – № 3. – С. 51-55.
6. Удовиченко, Д.С. Геомаркетинг ресурсных зон торговых центров / Д.С. Удовиченко // ArcReview. – 2008. – № 1.

УСТАНОВЛЕНИЕ В СРЕДЕ ГИС ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА НА ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВ

А. Ч. Дамшевич

аспирант кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

Н. В. Клебанович

д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Целью данного исследования явилось установление закономерностей влияния морфометрических характеристик рельефа на влажность почв. Расчет показателей морфометрии производился с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР) участка пахотных земель площадью около 24 га, расположенного в окрестностях г. Минска. ЦМР была создана на основе данных тахеометрической съемки с пространственным разрешением 0,5 м (рисунок 1). Следует отметить, что для объекта исследований характерны дерново-палево-подзолистые суглинистые почвы на мощных пылеватых (лессовидных) легких суглинках. В ходе работ были рассчитаны следующие морфометрические показатели: средняя кривизна, крутизна склонов и экспозиция склонов.

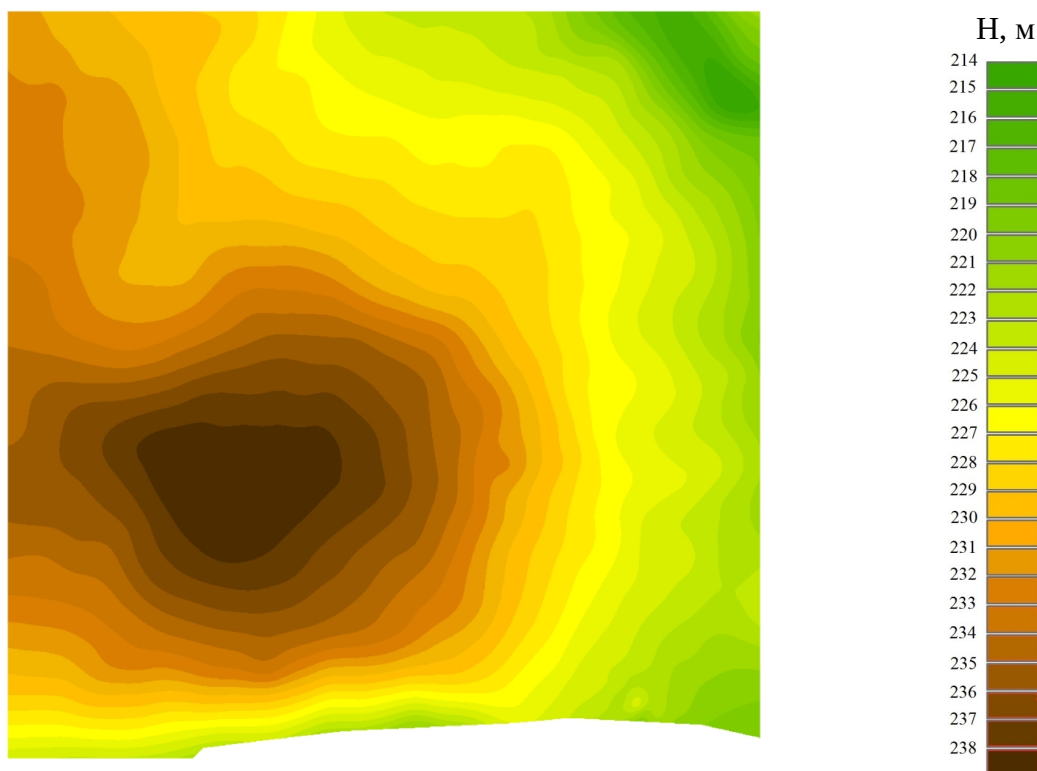


Рисунок 1 – ЦМР исследуемого участка

Средняя кривизна рассчитывалась как полусумма вертикальной и горизонтальной кривизны в рамках каждой ячейки раstra:

$$H = - \frac{(1 + q^2)r - 2pqs + (1 + p^2)t}{2\sqrt{(1 + p^2 + q^2)^3}}, \quad (1)$$

где $r = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, $p = \frac{\partial z}{\partial x}$, $q = \frac{\partial z}{\partial y}$, $t = \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$, $s = \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$, z – абсолютная отметка ячейки, x и y – координаты ячейки.

В наборе инструментов ArcToolBox ArcGIS 10 с помощью инструмента «Кривизна» (Curvature) можно рассчитать среднюю, вертикальную (профильную) и горизонтальную (плановую) кривизну. Инструмент «Кривизна» (Curvature) вычисляет значение второй производной входной поверхности. Положительное значение кривизны указывает на то, что поверхность в этой ячейке выпуклая. Отрицательное значение кривизны указывает на то, что поверхность в этой ячейке вогнутая. Значение 0 указывает, что поверхность плоская.

Крутизна склона является углом между горизонтальной и тангенциальной плоскостями в определяемой ячейке:

$$G = \arctg \sqrt{p^2 + q^2}, \quad (2)$$

где $p = \frac{\partial z}{\partial x}$, $q = \frac{\partial z}{\partial y}$, z – абсолютная отметка ячейки, x и y – координаты ячейки.

Крутизна склона определяет скорость потоков, перемещающихся вдоль земной поверхности под действием гравитации. Данный показатель контролирует влажность почвы следующим образом: чем круче склон, тем больше его площадь (на единицу площади карты), и, следовательно: а) тем меньше осадков приходится на единицу площади склона, б) тем больше

осадков не впитывается в почву и стекает вниз, и в) тем больше площадь для испарения [4].

Крутизну склона можно рассчитать, используя инструмент «Уклон» (Slope) набора инструментов ArcToolBox ArcGIS 10. Результатом вычислений данного инструмента является GRID-модель, определяющая скорость максимального изменения значений высоты для каждой ячейки поверхности раstra.

Экспозиция склона – угол по часовой стрелке между направлением на север и проекцией внешней нормали на горизонтальную плоскость в определяемой точке земной поверхности:

$$A = \arctg \left(\frac{q}{p} \right), \quad (3)$$

где $p = \frac{\partial z}{\partial x}$, $q = \frac{\partial z}{\partial y}$, z – абсолютная отметка ячейки, x и y – координаты ячейки.

Полученная карта экспозиции склонов показывает присутствие на изучаемом участке склонов разной экспозиции. Экспозиция определяет направление потоков, перемещающихся вдоль земной поверхности под действием гравитации и, совместно с крутизной – освещенность склона. Экспозицию склона можно рассчитать, используя инструмент «Экспозиция» набора инструментов ArcToolBox ArcGIS 10. Инструмент «Экспозиция» (Aspect) устанавливает направление уклона максимальной скорости изменения значений от каждой ячейки до соседних. Ее можно рассматривать как направление уклона. Значения всех ячеек выходного раstra указывают направление по компасу, с которым сталкивается поверхность в этом местоположении. Оно измеряется по часовой стрелке в градусах от 0 (север) до 360 (снова север), проходя полный круг. Экспозиция влияет на водный режим почв, во многом определяя величину инсоляции и эвапотранспирации: в северном полушарии наиболее влажными являются северные склоны, затем западные, восточные, самыми сухими – южные. Крутизна и экспозиция контролируют перераспределение зимних осадков по земной поверхности, поэтому эти морфометрические величины влияют на дифференциацию и динамику промерзания и оттаивания почвы и, следовательно, на дифференциацию накопления в почве запасов влаги.

В ходе полевых исследований на участке были отобраны пробы почв с последующим измерением их влажности. На следующем этапе производился анализ связи морфометрических показателей с влажностью почв. Наибольший коэффициент корреляции наблюдался между средней кривизной поверхности и влажностью почв (рисунок 2) и составил 0,7, что указывает на тесную связь [1] между данными показателями. Результаты исследований подтверждают тот факт, что горизонтальная и вертикальная кривизна являются одними из основных факторов, определяющих динамику поверхностной и внутрипочвенной влаги. Латеральный внутрипочвенный поток зоны насыщения и влажность почвы возрастают при отрицательных значениях горизонтальной кривизны (области конвергенции поверхностных потоков) и уменьшаются при ее положительных значениях (области дивергенции поверхностных потоков) [3].

Вычисленный коэффициент корреляции между крутизной склонов и влажностью почв меньше коэффициента корреляции между средней кривизной и влажностью и составил 0,58. Средняя влажность почв на склонах с крутизной менее 2,5° составила 24,8%, на склонах с крутизной от 2,5° до 5° – 24,2%, на склонах с крутизной более 5° – 25%. Таким образом, разница средней влажности почв на пологих и крутых склонах составила менее 1%. Однако в пределах изучаемого участка, наблюдаются участки, подтверждающие общие закономерности влияния крутизны на влажность почвы. В частности, в северной части данной территории наблюдается зона с низкими значениями крутизны склонов (рисунок 3) для которой характерны высокие значения влажности почв. Стоит отметить, что в данном районе наблюдаются положительные значения кривизны, указывающие на выпуклую форму поверхности и выбивающиеся из общих закономерностей распределения влажности и кривизны. Таким образом, учитывая крутизну склонов, можно повысить корреляцию кривизны с влажностью почв. Это указывает на необходимость использования в почвенных исследованиях набор из морфометрических показателей для более точного прогнозирования почвенных характеристик.

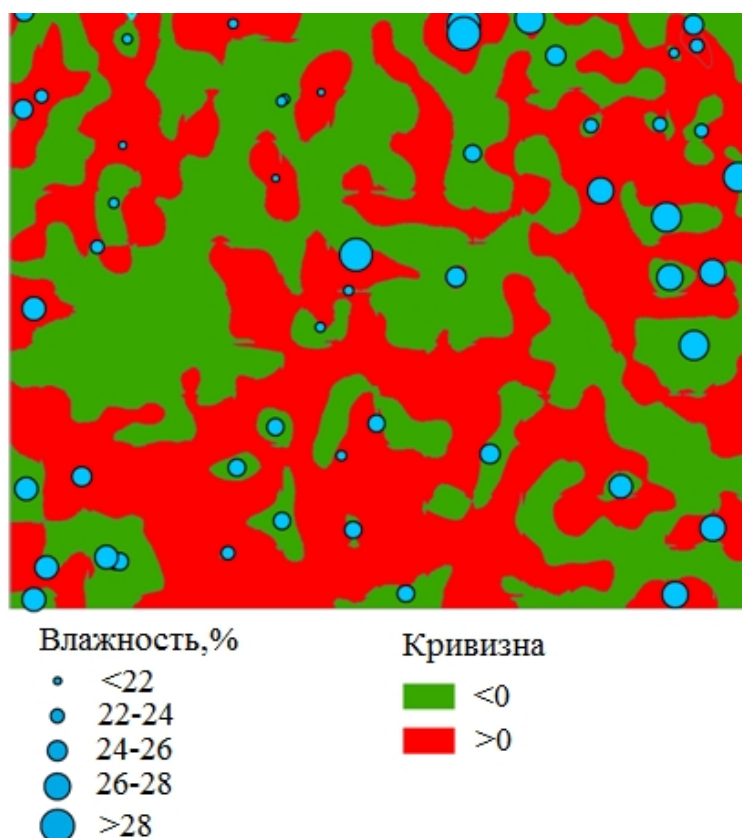


Рисунок 2 – Распределение влажности почв на поверхности средней кривизны

Не смотря на многообразие экспозиций склонов, стоит отметить, что склоны северной, северо-восточной и восточной экспозиций занимают 63% территории (рисунок 4). Наибольшая средняя влажность характерна для контуров северо-восточной (24,8%) и северо-западной (24,5%) экспозиций.

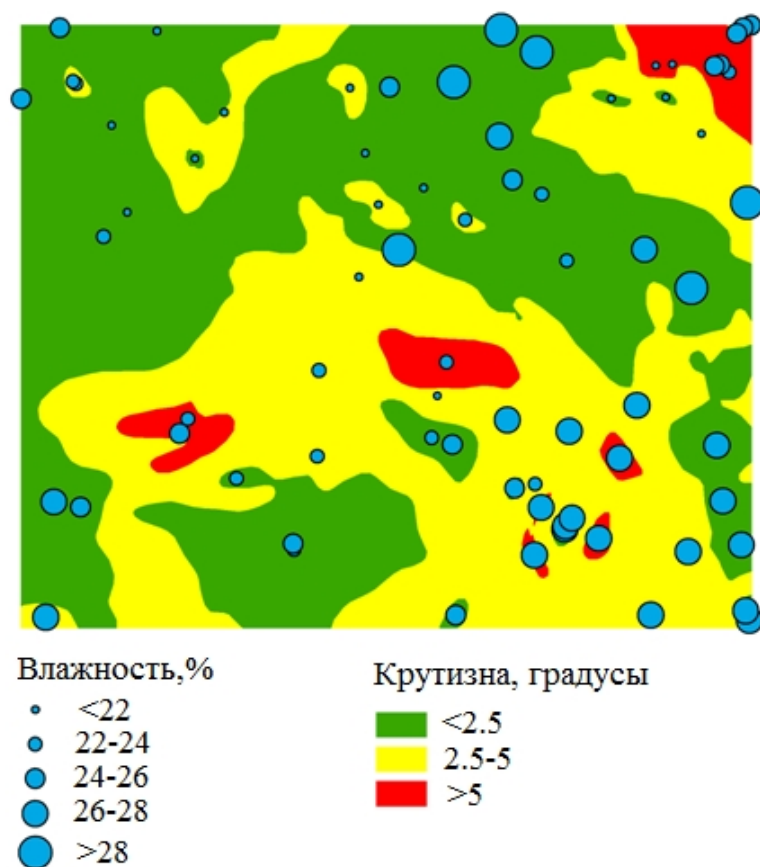


Рисунок 3 – Распределение влажности почв на поверхности крутизны склонов

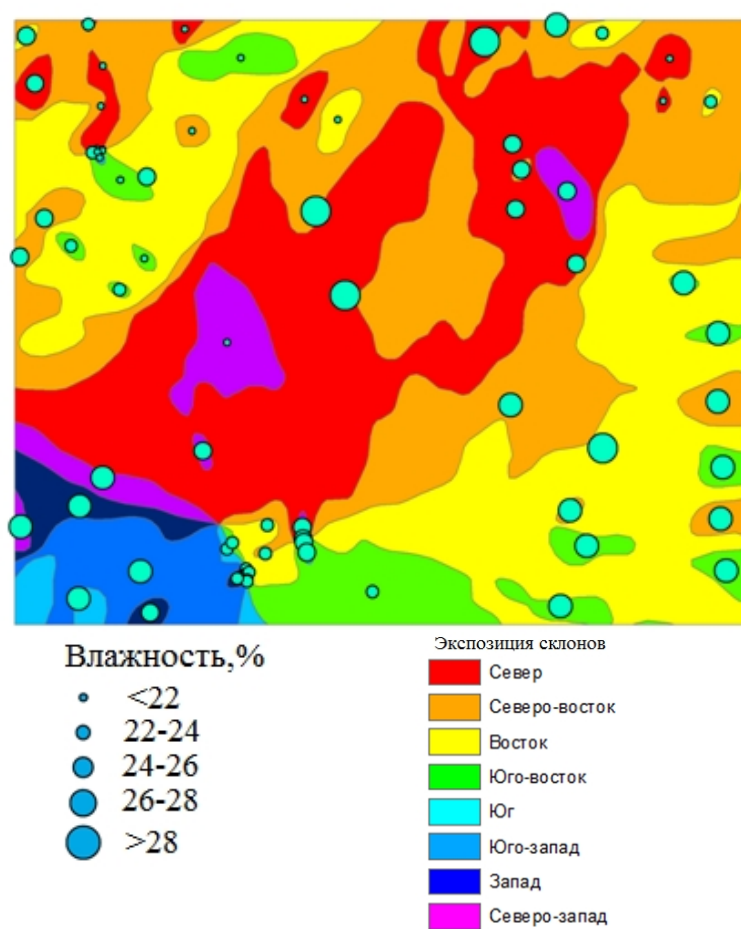


Рисунок 4 – Распределение влажности почв на поверхности экспозиции склонов

Склоны северной экспозиции, которые для северного полушария считаются наиболее влажными, имеют средние значения влажности почв (24,1%). Западные склоны и вовсе обладают наименьшей влажностью почв (23,7%), однако это отчасти можно объяснить самой маленькой занимаемой площадью среди всех представленных экспозиций. Таким образом, для столь небольших территорий с относительно невысокими колебаниями высот, выявить закономерности в распределении влаги в зависимости от экспозиции склонов довольно сложно, однако отбрасывать данный морфометрический показатель при комплексном применении данных о рельефе не совсем корректно.

Таким образом, комплексное применение морфометрических показателей рельефа позволяет прогнозировать различные почвенные характеристики на подготовительном этапе почвенного картографирования, а также уточнять уже существующие почвенные карты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев, Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учебник / Е.А. Дмитриев. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.
2. Флоринский, И.В. Теория и приложения математико-картографического моделирования рельефа: диссертация ... доктора технических наук : 25.00.33 / Флоринский И. В.; Моск. гос. ун-т геодезии и картографии. – Пушино, 2010. – 267 с.
3. Kirkby, M.J. Throughflow, overland flow and erosion / M.J. Kirkby, R.J. Chorley // Bull. Int. Assoc. Sci. Hydrol. – 1967. – V. 12. – № 3. – P. 5-21.
4. Lehmann, J.G. Die Lehre der Situation-Zeichnung, oder Anweisung zum richtigen Erkennen und genauen Abbilden der Erdoberfläche in topographischen Karten und Situation-Planen / J.G. Lehmann. – 2nd ed. – Dresden: Arnoldische Buchhandlung, 1816. – 60 p.
5. Young, T. An essay on the cohesion of fluids / T. Young // Philos. Trans. Roy. Soc. I. – 1805. – V. 95. – P. 65-87.
6. Shary, P. Land surface in gravity points classification by a complete system of curvatures / P. Shary // Mathematical Geology. – 1995. – Vol. 27(3). – P. 373–390.

НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА»

СОЗДАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА СРЕДСТВАМИ QUANTUM GIS

А. В. Качан*, И. В. Жариков, В. А. Никитина****

студенты магистратуры* и 4 курса** кафедры
геодезии и фотограмметрии землеустроительного факультета
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

П. В. Другаков

к.т.н., доцент, доцент кафедры геодезии и фотограмметрии
землеустроительного факультета Белорусской государственной
сельскохозяйственной академии

Для выполнения проектных работ по внутрихозяйственному землеустройству требуется наличие картографических материалов надлежащего качества и масштаба. Традиционно в качестве основы, на которой непосредственно составлялся проект, выступал план сельскохозяйственного предприятия. На таком плане особое внимание уделялось сельскохозяйственным землям. Подчеркивалось различие луговых земель по назначению, водному режиму, заустаренности и др. Также отмечалось и мелиоративное состояние земель. Эти планы изготовлялись по технологии, отличающейся от технологии составления топографических планов и карт. Размножались такие они небольшим тиражом на специальных светокопировальных машинах. Изображение получалось двухцветным: светло-синий или светло-коричневый фон и темно-синее или темно-коричневое изображение объектов плана, по этой причине копии назывались синьками. Данная технология довольно долго использовалась в землеустройстве и мелиорации. Ее слабым местом были существенные систематические деформации изображения на копиях. Отклонения перекрестий линий координатной сетки иногда достигали 1,2–1,5 мм. В последующем при вычислении площадей и выполнении других картометрических операций учитывались деформации, но полностью избавиться от их влияния было невозможно.

В настоящее время на производстве осуществлен переход на автоматизированные методы создания планово-картографических материалов. Однако актуальным остается вопрос размножения картографических материалов полученных традиционным методом, в том числе для учебных целей. Имеются 3 варианта решения данной задачи:

- использование отсканированных растровых изображений исходной карты;
- создание векторного изображения в среде стандартной системы векторной графики;
- создание векторной модели в среде ГИС.

Каждый из указанных вариантов имеет достоинства и недостатки.

Первый вариант является наиболее простым из всех предложенных. При наличии исходной матрицы ее можно отсканировать, получить битовое (двухцветное) изображение и при необходимости распечатать его на плоттере. При отсутствии исходной матрицы необходимо сканировать копии на синьках. Затем используя методы цветовой коррекции выполнить отделение фона от основного изображения. В автоматизированном режиме это не всегда возможно, и требуется ручная корректировка. Получение высококачественного изображения по такой технологии является трудоемкой задачей.

Второй и третий варианты основаны на использовании отсканированного растра для ручного перевода изображения в векторный формат. Во втором варианте для этих целей используется векторный редактор типа Corel Draw. В результате получается векторная картинка соответствующая изображению традиционной карты. Недостатком является отсутствие полноценной поддержки картометрических операций.

Третий вариант несколько сложнее второго, так как требует тщательной проработки модели данных и структуры базы данных. Также здесь требуется настройка соответствующих легенд. Векторизация здесь выполняется также как и в векторном редакторе. Положительным моментом является поддержка картометрических операций, топологии слоев.

В рамках настоящих исследований в среде ГИС ArcGIS были выполнены работы по переводу в векторный формат данных по одному из хозяйств, используемых при проектировании по внутрихозяйственному землеустройству. Площадь объекта 2541,9 га. Общее количество площадных контуров на плане – 183. При выполнении работ по векторизации в основу технологии были положены подходы, реализованные в принятой в Республике Беларусь технологии формирования ЗИС административного района. При этом была несколько упрощена модель базы геоданных. Отказались от некоторых классов объектов, оставив только те, что требуются для решения задач внутрихозяйственного землеустройства. С учетом указанных особенностей был создан шаблон персональной базы геоданных, который включал необходимые классы, домены и правила топологии. В последующем в программе ArcMap была выполнена непосредственно векторизация.

В последнее время в мире в учебном процессе и при выполнении различных исследований стали широко использовать ГИС QGIS. Эта ГИС является динамично развивающейся системой с открытым кодом. Каждые 3–5 месяцев появляется новая версия с множеством дополнительных функций. В репозитории проекта уже имеется 690 дополнительных модулей. По этой причине была поставлена задача – рассмотреть возможность использования

данной ГИС для создания картографической основы внутрихозяйственного землеустройства.

Все работы по созданию картографической основы в векторной форме было решено выполнять в программе QGIS версии 16.3, разделив их на несколько этапов.

На первом этапе была определена модель данных карты, определен перечень слоев, названия полей, составлен классификатор, задана система координат и другие параметры. Для этого были созданы слои видов земель, линейных объектов (рек, каналов, дорог), точечных объектов, почв, земельных участков.

На втором этапе была выполнена привязка растра к системе координат с помощью специального модуля «Привязка растров». Модуль поддерживает широкий перечень методов трансформации. В современных коммерческих программах осуществляющих привязку растров после задания двух трансформационных точек автоматически программа вычисляет вероятные значения координат всех последующих точек. В QGIS такой опции не реализовано. Несколько сглаживает подобное неудобство возможность надписи номеров точек и их координат на растре.

На третьем этапе выполнялась непосредственно векторизация объектов. Были сформированы земельные участки посторонних землепользователей в границах плана (населенные пункты, некоторые из дорог, кладбища, лесной фонд и т.д.) и самого хозяйства. Также была создана линейная тема осей дорог, каналов и рек. На ее основе в слое видов земель созданием буферных объектов были созданы площадные объекты дорог, каналов, рек. Эти объекты были скопированы в слой видов земель. Также в слой видов земель были добавлены посторонние землепользователи. Всем добавленным объектам был присвоен код в соответствии с классификатором. В последующем выполнялась работа по векторизации оставшихся площадных объектов: пахотных, луговых, под постоянными насаждениями и других. В слое мелиоративного состояния были оцифрованы границы осушенных земель.

Необходимо отметить, что процесс векторизации площадных объектов в QGIS процесс был связан с некоторыми проблемами. По умолчанию в этой ГИС отсутствует инструмент примкнуть к существующему объекту.

При векторизации эту проблему можно решить несколькими способами. Первый способ основан на использовании оверлейных операций, например «Разбиение площадной темы с помощью линейной темы». Для этого слой буферов, полученных из тем дорог и водных объектов, преобразовали в линейную тему, добавили в нее границы контуров. Используя соответствующую команду из SAGA, осуществили разбиение слоя земельных участков на более мелкие объекты – контура видов земель. Всего было получено 29 новых площадных объектов. Затем используя команду «Разбить составные объекты» количество новых площадных объектов увеличилось до 44. Однако самый большой объект слоя так и не был разделен на части.

Вторым способом решения проблемы явилось использование модуля Autotrace. Данный модуль позволяет автоматически отследить часть границы,

совпадающую с существующим объектом данного слоя, существенно повысив производительность труда при векторизации.

Третьим способом решения стало использование опции Avoid Intersection. В этом случае можно было создаваемый полигон накладывать на существующий, а зона взаимного перекрытия автоматически удалялась из создаваемого полигона. Совместно с этой опцией целесообразным оказалось использование модуля Digitizing Tools. Если создаваемый объект выходил за пределы существующих объектов (пересекал каналы), то разбивая составной объект с помощью одной из команд данного модуля можно было удалить лишний. Непосредственно работы по векторизации плана хозяйства по данной технологии заняли 4,5 часа.

По результатам векторизации была составлена экспликация земель. Площади в экспликации, полученной по результатам векторизации, и по материалам дела несколько отличались. Величина расхождения мало зависит от площади контуров. Наибольшие расхождения выявлены у контуров ограниченных каналами и дорогами.

Четвертым этапом стало формирование условных знаков, нанесение надписей и оформление компоновки для печати. Необходимо отметить, что этот этап не менее трудоемок, чем сама векторизация. Для QGIS отсутствуют готовые шаблоны легенд, и их требуется формировать заново.

Подводя итог, необходимо отметить, что формирование картографической основы для целей землеустройства в ГИС QGIS выполнять сложнее, чем в ГИС ArcGIS. Причин здесь множество: разные модели организации данных, неодинаковый набор инструментов, отсутствие готовых шаблонов, недостаточное количество актуальной документации переведенной на русский язык.

СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАРШРУТОВ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

**А. В. Вешторт, П. Ю. Горбань, Д. В. Царегородцев,
А. В. Бордушко, Е. Р. Черняк**

студенты 4 курса кафедры интеллектуальных информационных технологий
факультета информационных технологий и управления Белорусского
государственного университета информатики и радиоэлектроники

С.А. Самодумкин

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

В современном мире железнодорожный транспорт является одним из наиболее популярных способов перевозки пассажиров и багажа благодаря хорошему соотношению цена / качество перевозки.

Существующая в Республике Беларусь маршрутная сеть обеспечивает перевозки пассажиров в международном, межрегиональном и региональном сообщениях, в сообщении с Национальным аэропортом, а также между г. Минском и городами-спутниками. В настоящее время железнодорожное сообщение охватывает более 2100 населенных пунктов республики. Для обеспечения перевозок задействован парк пассажирских вагонов, состоящий из 1518 единиц, из которых непосредственно для перевозки пассажиров используется 1448 вагонов: 58 спальных вагонов (СВ), 17 – РИЦ, 782 – плацкартных, 536 – купейных, 55 – межобластных. Для улучшения комфорта проезда пассажиров осуществляется обновление подвижного состава [1].

Целью данной работы является разработка прототипа системы, позволяющего легко и быстро построить железнодорожный маршрут между двумя любыми станциями республики. Для удобства представления информации о таких маршрутах было решено использовать семантические сети.

Семантическая сеть (G) – это знаковая конструкция (текст), представляющая собой математическую структуру, которая задается пятеркой

$$G = (V, C, I, M, K),$$

где V – множество вершин (первичных элементов), C – множество связей (вторичных элементов).

Каждая такая связь связывает между собой некоторое число элементов семантической сети. Такими связываемыми элементами (компонентами связи) могут быть как вершины, так и другие связи семантической сети. В зависимости от числа связываемых элементов (компонентов) связи бывают бинарными, тернарными и т.д. В рамках связи её компоненты могут иметь либо разные, либо одинаковые роли. В зависимости от этого связи бывают ориентированными и неориентированными.

I – семейство бинарных ориентированных отношений инцидентности, которые связывают связи семантической сети с их компонентами. При этом разные отношения инцидентности задают разные роли компонентов связей.

M – алфавит элементов семантической сети, который представляет собой «синтаксически» (формально) реализуемое выделение различных множеств элементов путем «приписывания» этим элементам различных меток из множества M .

K – множество ключевых узлов. Множество M от множества K отличается только синтаксическим способом выделения различных подмножеств из множества $(V \cup C)$. При этом использование ключевых узлов (множества K) требует явного введения во множество связей (C) связей принадлежности, которые связывают ключевые узлы с теми элементами семантической сети, которые принадлежат множествам, обозначаемым этими ключевыми узлами.

Различные семантические сети могут иметь различные алфавиты элементов (различные наборы меток на элементах семантических сетей). Следовательно, можно говорить о семантических сетях, представленных в разных алфавитах, а также о различных языках семантических сетей, каждому

из которых ставится в соответствие свой фиксированный алфавит, в котором представляются все семантические сети, принадлежащие этому языку.

Язык семантических сетей в заданном алфавите (M) – это множество семантических сетей, алфавитом каждой из которых является множество M [2].

Open semantic Technology for Intelligent Systems (далее OSTIS) – это открытый проект, направленный на создание массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем различного назначения [3].

В состав OSTIS входят:

- библиотека типовых, многократно используемых и семантически совместимых компонентов интеллектуальных систем (компонентов баз знаний, интеллектуальных решателей задач, интеллектуальных пользовательских интерфейсов);
- семейство совместимых языков семантического представления знаний различного вида, обеспечивающих семантическую совместимость не только многократно используемых компонентов интеллектуальных систем, но и целых интеллектуальных систем;
- семейство совместимых семантических моделей решения задач [4].

Для представления знаний о железнодорожных маршрутах и железнодорожной сети в целом было решено использовать формальный семантический язык Semantic Code (далее SC), являющийся основным языком представления знаний проекта OSTIS.

Пример формализации знаний на языке SCg (Semantic Code Graphics), подязыке SC, представлен на рисунке 1.

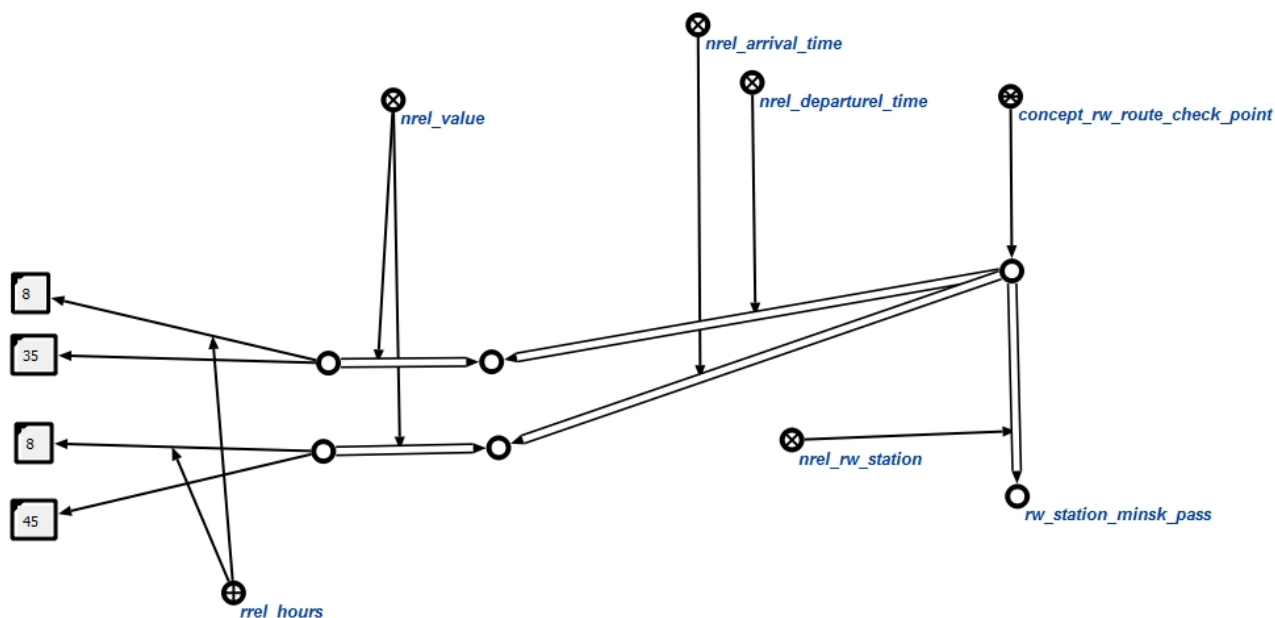


Рисунок 1 – Представление одной точки маршрута на языке SCg

Для извлечения данных о поездах были использованы веб-картографический проект OpenStreetMap, сайт Белорусской железной дороги и язык Python.

OpenStreetMap (OSM) – некоммерческий веб-картографический проект по созданию силами сообщества участников – пользователей Интернета подробной свободной и бесплатной географической карты мира.

Python – высокоуровневый язык программирования общего назначения, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемости кода.

После извлечения данные были автоматически формализованы и представлены на языке SCs (Semantic Code String), подязыке SC, с помощью шаблонизатора Jinja (рисунок 2).

```
ch4316730349176577892 <- concept_rw_route_check_point;

=> nrel_rw_station:
    s4316730349176577892;

=> nrel_main_idtf:
    [Сосновый бор];

=> nrel_arrival_time:
    ...
    (*
        <= nrel_value:
            ...
            (*
                -> rrel_hours:
                    17;;
                -> rrel_minutes:
                    47;;
            *);;
    *);

=> nrel_departure_time:
    ...
    (*
        <= nrel_value:
            ...
            (*
                -> rrel_hours:
                    17;;
                -> rrel_minutes:
                    48;;
            *);;
    *);;
```

Рисунок 2 – Представление одной точки маршрута на языке SCs

Для получения информации об оптимальных маршрутах был разработан набор sc-агентов на языках Python и F#.

SC-агенты – самостоятельные субъекты, каждый из которых способен выполнять соответствующий ему класс действий, направленных на изменение состояния sc-памяти. Каждое такое действие инициируется возникновением в sc-памяти ситуации или события определенного вида. Результатом каждого такого действия является генерация (создание) новых ситуаций или событий в sc-памяти. Частью такого результата является регистрация факта успешно или

неуспешно выполненного действия (это часть языковых средств синхронизации действий sc-агентов) [2].

В рамках разработки прототипа системы построения оптимальных маршрутов были разработаны следующие агенты:

- агент поиска минимального пути между двумя станциями;
- агент поиска станций, находящихся в n часах езды от определенной станции;
- агент поиска маршрута, включающего в себя определенные станции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт БЖД [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rw.by>.
2. Голенков, В.В. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем / В.В. Голенков, Н.А. Гулякина // Материалы Междунар. научн.-техн. конф «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2011)», Минск, 10-12 февраля 2011 г. – Минск: БГУИР, 2011. – С. 21–58.
3. Сайт конференции OSTIS [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.conf.ostis.net>.

УЧЕБНЫЕ КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ И ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКИ В БГУ

И. Г. Игнатовская, С. М. Зенькова, Е. К. Трыханкина

студенты 3 курса кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

Д. М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Для закрепления теоретических основ и приобретения практических навыков в области ГИС и землеустроительной деятельности для студентов 2 курса специальности «Геоинформационные системы» географического факультета Белорусского государственного университета в учебном плане предусмотрено проведение учебных комплексной геоинформационной и землеустроительной практик.

Комплексная геоинформационная практика проводится на территории г. Минска и в его окрестностях, землеустроительная практика проходит на территории учебной географической станции «Западная Березина» Воложинского района Минской области.

Основной целью комплексной геоинформационной практики являлось закрепление теоретических и практических знаний, полученных в рамках изучения курсов «Введение в ГИС», «Геоинформатика», «ГИС-операции и технологии», а также получение основных навыков полевых и камеральных работ по сбору информации для ГИС, проектированию баз геоданных,

разработке, ведению, актуализации и оформлению геоинформационных проектов.

Учебная комплексная геоинформационная практика состоит из трех частей:

- ознакомительная: знакомство с работой ведущих предприятий Республики Беларусь, работающих в сфере ГИС;

- геоинформационная: по планово-картографическим материалам, данным дистанционного зондирования, базам данных в среде ГИС формируется комплексный физико-географический атлас отдельного административного района Беларуси, включающий геологические, геоморфологические, климатические, гидрологические, почвенные, геоботанические, земельно-кадастровые, ландшафтные и др. карты; по статистическим данным в среде ГИС формируется комплексный социально-экономический атлас одной из областей Беларуси;

- геоинформационно-геодезическая: с помощью систем спутникового позиционирования (GPS-система South S750) и геодезических приборов (электронный тахеометр South NTS-372R) выполняется топографическая съемка участка ландшафтно-рекреационной зоны г. Минска. Данные съемки обрабатываются в программах постобработки (South Gps Procesor, SAS Planet, CREDO_DAT) и экспортируются в среду ГИС (ArcGIS). В ГИС по итогам работ была формируется цифровые и трехмерные модели рельефа и местности (рисунок 1).

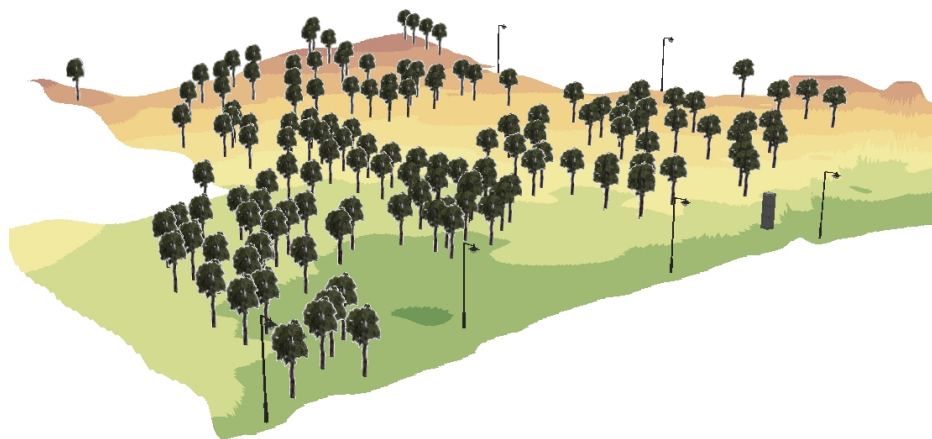


Рисунок 1 – Трехмерная модель местности участка ландшафтно-рекреационной зоны г. Минска

Основной целью учебной землеустроительной практики является закрепление студентами теоретических и практических знаний, полученных в рамках изучения курса «Землеустройство», а также получение основных навыков полевых и камеральных землеустроительных работ.

Во время практики выполняются следующие виды работ: исследование структуры и динамики земельного фонда сельскохозяйственных организаций; выбор мест размещения для сельскохозяйственных и несельскохозяйственных

объектов; оптимизация посевов сельскохозяйственных культур; установление границ земельных участков в результате наземной инструментальной съемки.

В ходе практики изучается структура земельного фонда участка отдельного СПК Воложинского района (рисунок 2) в рамках трех временных этапов: по состоянию на 1996 г. (по планово-картографическим материалам), на 2006 г. (по данным дистанционного зондирования) и на момент прохождения учебной практики (по материалам полевого землеустроительного обследования). В среде ArcGIS студенты создают базу геоданных с необходимыми классами пространственных объектов, выполняют оцифровку, дешифрирование земельного фонда в разрезе видов земель, оформляют итоговые карты для трех временных этапов, формируют экспликации. Кроме того студентами выявляются основные тенденции динамики по отдельным видам земель с 1996 г. и выполняется прогноз развития земельного фонда на ближайшие годы.

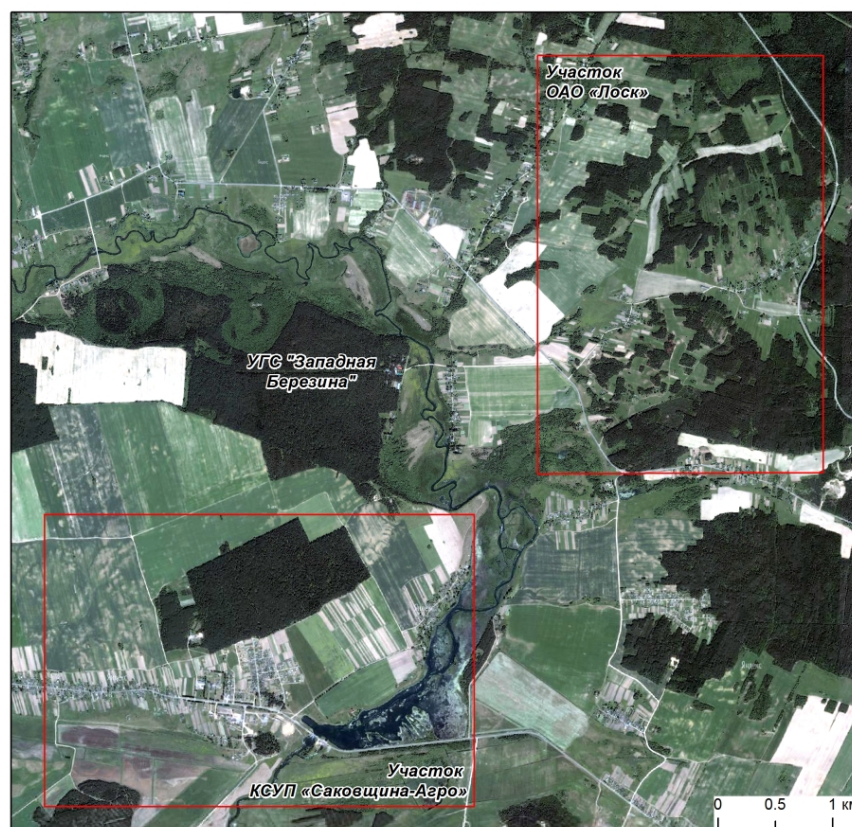


Рисунок 2 – Участки прохождения землеустроительной практики

Важной функцией землеустройства является обоснование выбора мест расположения проектируемых объектов сельскохозяйственного и несельскохозяйственного назначения. Студентами на исследуемом участке располагаются новые объекты инженерного оборудования, внутрихозяйственного строительства, другие хозяйственные объекты. При обосновании мест их расположения руководствуются нормативно-правовыми документами, учитывают экономические, экологические и социальные критерии. Результат исследований отображается в ГИС в виде отдельного слоя.

Следующим блоком работ практики является оптимизация посевов сельскохозяйственных культур. Студентами на основе планово-картографических материалов создается векторный слой почв. В ГИС формируется слой рабочих участков (на пахотных и улучшенных луговых землях). В процессе полевого землеустроительного обследования студенты уточняют их границы и выполняют съемку посевов. Все рабочие участки распределяются по группам качества (благоприятности). Для этого рассчитывается средневзвешенный балл качества на основе оценки плодородия почв (по почвенной карте), технологических свойств земель и местоположения участков.

На основании оценки качества земель студенты готовят предложения по размещению сельскохозяйственных культур (рисунок 3). При этом учитываются культуры-предшественники, произрастающие на участках, а также фитосанитарные условия, определяющие срок невозврата посева определенной культуры на поле. Культуры-последователи рекомендуются для размещения в следующие 3-5 лет.

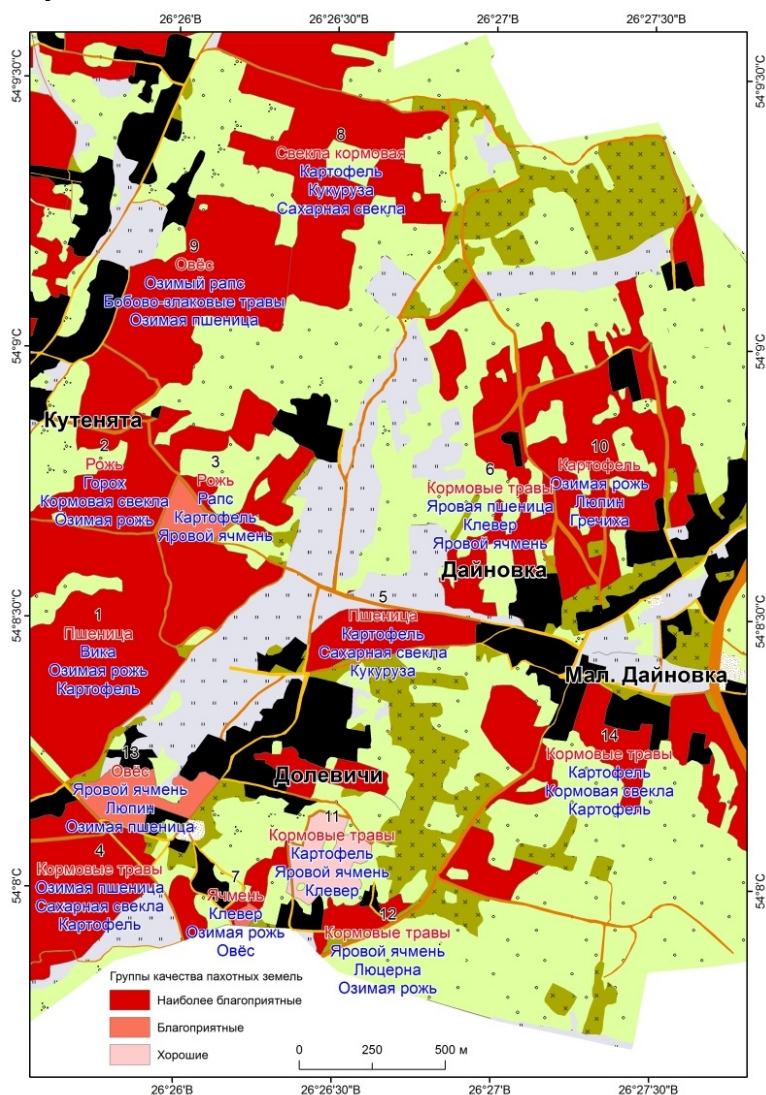


Рисунок 3 – Распределение пахотных земель по группам качества для возделывания сельскохозяйственных культур.

Предложения по размещению сельскохозяйственных культур

Последним блоком практики является установление границ земельных участков. В качестве основного инструментария используются GPS-системы South S750 и Trimble R4 GNSS.

Таким образом, использование ГИС-аппарата при освоении студентами методик картографирования и выполнения землеустроительных работ позволяет поднять подготовку будущих специалистов на новый прогрессивный уровень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курлович, Д.М. ГИС-картографирование земель: учеб.-метод. пособие / Д.М. Курлович. – Минск: БГУ, 2011. – 224 с.
2. Курлович, Д.М. Учебная землеустроительная практика с применением ГИС-технологий и систем спутникового позиционирования: учеб.-метод. пособие / Д.М. Курлович, Н.В. Ковальчик. – Минск: БГУ, 2016. – 127 с.
3. Чиж, Д.А. Землеустройство: учеб. пособие. / Д.А. Чиж, Н.В. Клебанович. – Минск: БГУ, 2010. – 208 с.

СОЗДАНИЕ МЕНТАЛЬНЫХ ГИС-КАРТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЯВЛЕНИЯ ЛИВНЕВЫХ ОСАДКОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Я. Г. Янчук*, В. Г. Кондратюк**

студенты 4* и 3** курсов кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного университета
имени А.С. Пушкина

С. М. Токарчук

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

Ливневые осадки – это осадки большой интенсивности, но чаще всего мало продолжительные, которые выпадают преимущественно из кучево-дождевых облаков. Данный тип осадков характеризуется быстрым нарастанием интенсивности в начале выпадения, резкими ее колебаниями, резким прекращением, быстрыми изменениями облачности. Зачастую ливневые осадки сопровождаются усилениями ветра с порывами и шквалами, нередко (но далеко не всегда) грозовыми явлениями. Чаще всего они наблюдаются в неустойчивых воздушных массах, холодных (особенно в тылу циклона) или местных (над сушей летом), при прохождении холодных фронтов, а также в связи с теплыми фронтами [1].

Некоторые виды ливневых осадков относят к разряду опасных метеорологических явлений. В частности, это очень сильные ливни, со значениями количества атмосферных осадков не менее 30 мм за период не более одного часа, а также, очень сильные дожди, со значениями количества атмосферных осадков не менее 50 мм за период не более 12 часов. Данные

виды опасных метеорологических явлений, относятся к чрезвычайным ситуациям, которые приносят экономические потери, преимущественно по двум факторам: количеству осадков и длительности их проявления.

Однако, одни и те же метеорологические явления (в данном случае ливневые осадки), оказывают неодинаковое воздействие на различные типы территорий. В условиях сельской местности, либо сельскохозяйственных территорий многие ливневые осадки (особенно недостаточно продолжительные) практически не вызывают негативных последствий, в то время как в условиях городской среды, практически любые ливневые осадки вызывают ряд проблем, наибольшее значение из которых имеют затопление улиц, дворовых территорий, подтопление подвалов и т.д.

Таким образом, для изучения и прогнозирования последствий ливневых осадков в условиях городской среды необходимо их тщательное изучение с использованием картографического метода. Затруднение вызывают два аспекта.

Во-первых, это получение основных характеристик ливневых осадков, т.к. в пределах города чаще всего расположена только одна метеостанция (а может и не существовать их вообще). В результате чего, использование данных только по одному пункту наблюдений не позволяет, не только проводить картографирование ливневых осадков в пределах городской территории, но и говорить о полной объективности данных одной метеостанции для всего города.

Во-вторых, анализ литературных и картографических источников показал, что наиболее часто для картографирования опасных метеорологических явлений, в том числе сильных ливней и дождей используется метод интерполяции данных. В то же время такие показатели как интенсивность и продолжительность ливневых осадков достаточно сильно отличаются друг от друга даже на незначительной по площади территории, что ставит под сомнение возможность использования метода интерполяции для изучения ливневых осадков (особенно непродолжительных по времени) в пределах больших территорий. Для проведения объективной интерполяции данных необходимо использовать достаточно плотную сеть метеорологических наблюдений, что является практически не возможным.

Таким образом, в данной работе приводится пример создания ментальных карт для изучения особенностей проявления ливневых осадков в условиях городской среды.

Ментальные карты создавались на примере ливневого дождя прошедшего в городе Бресте днем 27 мая 2016 года. Согласно данным социальных сетей, брестских интернет-порталов и собственным наблюдениям в некоторых микрорайонах города осадков не было вообще, а некоторые – фактически затопило в течение 20–30 минут (рисунок 1).



а) микрорайон «Юго-запад»



б) микрорайон «Восток»

Рисунок 1 – Фотографии интенсивности и последствий затопления микрорайонов Бреста в результате ливневых осадков 27 мая 2016 года

После прохождения осадков авторами проекта был организован опрос (с помощью социальных сетей и личного общения) жителей разных микрорайонов с предложением оценить интенсивность прошедших ливневых осадков в баллах по шкале от 0 до 5. На основании усредненных результатов полученных значений была составлена ментальная карта интенсивности прошедших осадков (рисунок 2).

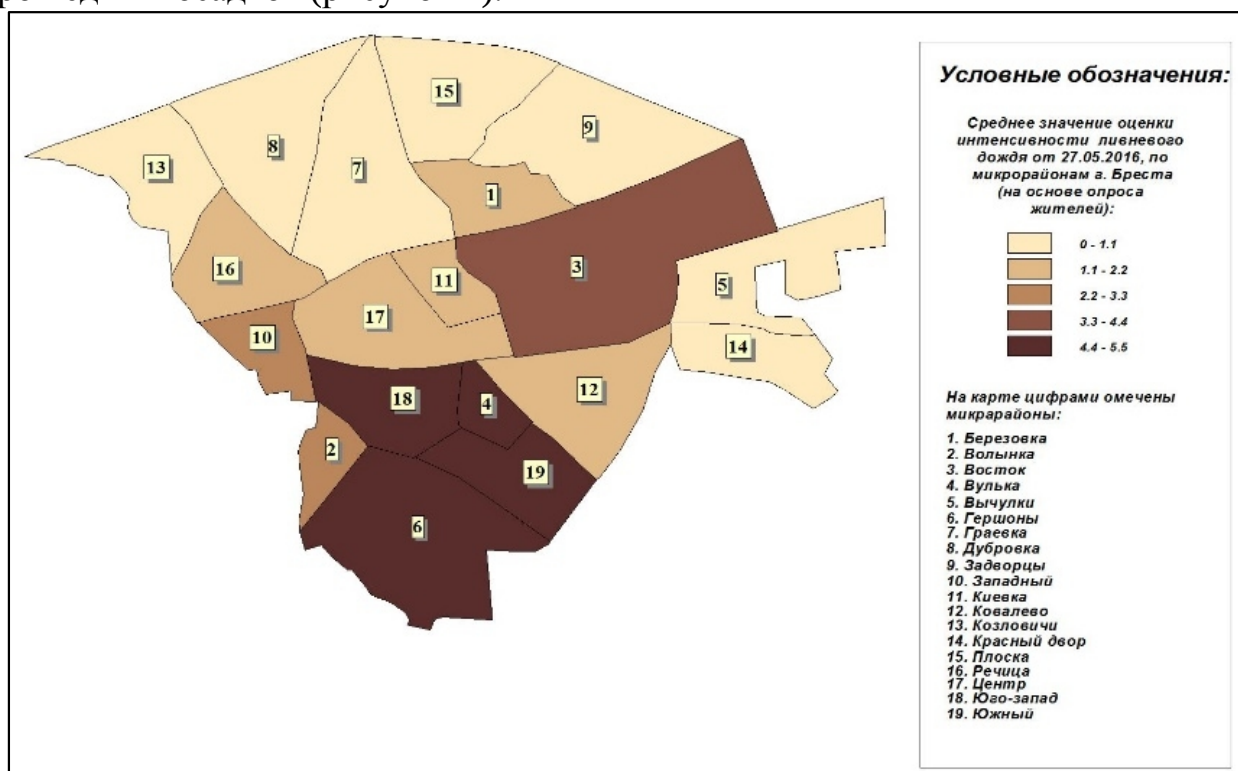


Рисунок 2 – Ментальная карта интенсивности ливневых осадков 27 мая 2016 года в пределах различных микрорайонов Бреста

Как видно из рисунка, наибольшей интенсивностью осадков отличалась южная часть города, несколько меньше дожди шли на северо-востоке, центральная часть характеризуется средними значениями, наименьшая интенсивность – в северной и восточной частях Бреста. Большинство жителей северных микрорайонов отмечали, что у них осадков не было вообще, а жители некоторых южных, что вместе с дождевыми осадками у них шел также град.

Однако, результаты проведенного опроса показали, что жители одного и того же микрорайона отмечали весьма разную интенсивность осадков, что, с нашей точки зрения, обусловлено несколькими основными причинами:

- 1) местонахождением респондента во время осадков (на улице или в помещении);
- 2) внимательностью (либо степенью осознанности) респондентом проходящего события (т.е. ливневых осадков);
- 3) площадью и местоположением микрорайона.

Таким образом, для оценки объективности полученных результатов также была составлена ментальная карта, отображающая разницу в балльной оценке интенсивности произошедшего метеорологического явления (рисунок 3).

Из рисунка видно, что наибольшая разбежка балльных значений полученных данных наблюдается:

- 1) в микрорайонах смежных с регионами наибольшей интенсивности осадков (Ковалево, Березовка, Центр и т.д.),
- 2) в пределах больших по площади микрорайонах (Восток, Задворцы),
- 3) в микрорайонах со средней интенсивностью осадков.

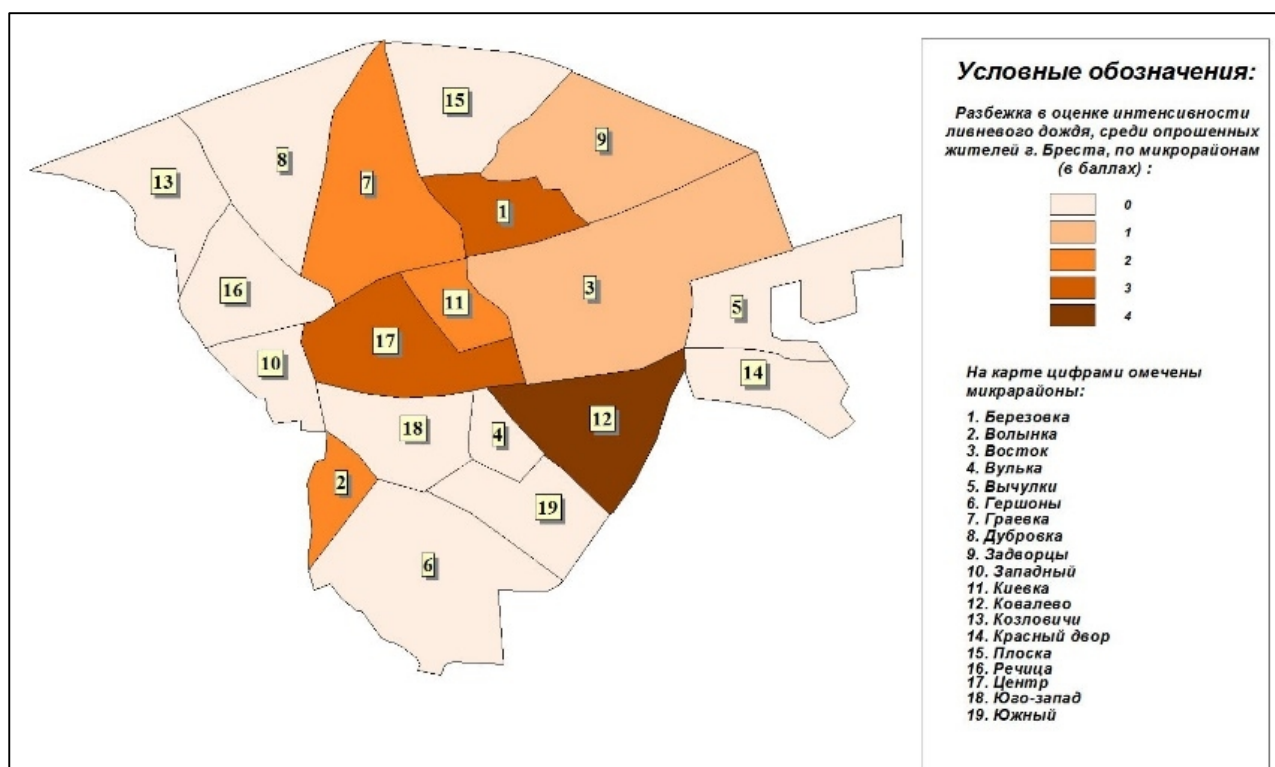


Рисунок 3 – Ментальная карта разницы в балльном обозначении интенсивности ливневых осадков 27 мая 2016 года респондентами в пределах микрорайонов Бреста

Таким образом, на основании создания данных ментальных карт, а также возможностей их использования в изучении и прогнозировании последствий ливневых осадков в условиях городской среды были составлены предложения по корректировке и улучшению методики реализации данных карт:

1) при проведении опросов уточнять более подробные координаты местонахождения респондентов (улица, номер дома), что позволило бы в дальнейшем использовать ряд более точных методов (например, интерполяции) при создании ментальных карт по интенсивности проявления ливневых осадков в условиях городской среды;

2) создать определенную аудиторию респондентов, которые смогли бы максимально точно оценивать и передавать необходимую информацию;

3) разработать определенную, желательно фиксированную анкету характеристик ливневых осадков (а также других видов неблагоприятных для городской среды метеорологических явлений), которая включала бы в себя все ключевые вопросы и одновременно не затрудняла бы респондентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хромов, С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. – 569 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ ГОРЕЦКОГО РАЙОНА

С. Ю. Пригожий, В. В. Якубовская

студенты 5 курса кафедры кадастра и земельного права землеустроительного факультета Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

В. В. Савченко

ст. преподаватель кафедры кадастра и земельного права землеустроительного факультета Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

Согласно ст. 1 Кодекса о земле государственный контроль за использованием и охраной земель – это деятельность государственных органов, направленная на предотвращение, выявление и устранение нарушений законодательства об охране и использовании земель, осуществляемая в соответствии с законодательными актами [1]. Он ведется в целях соблюдения всеми гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами установленного порядка пользования землями, земельными участками, а также иных правил и норм, предусмотренных законодательством об охране и использовании земель.

К государственным органам, осуществляющим государственный контроль за использованием и охраной земель, относятся Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Комитет государственного контроля, органы прокуратуры, санитарно-эпидемиологические органы и учреждения, а

также местные исполнительные комитеты непосредственно или через свои землеустроительные службы.

Применение ГИС-технологий при осуществлении государственного контроля за использованием и охраной земель было рассмотрено на примере Горецкого района. В течение 2015 г. специалистами землеустроительной службы Горецкого районного исполнительного комитета было проведено 752 проверки соблюдения законодательства об охране и использовании земель, по результатам которых составлено 10 протоколов об административных правонарушениях и вынесено 40 постановлений о наложении административного взыскания.

Следует отметить, что на протяжении 2009–2015 гг. в структуре выявленных правонарушений наибольший удельный вес составляют нарушения, совершенные гражданами (82 % в 2015 г.). В видовой структуре нарушений законодательства об охране и использовании земель, выявленных на территории района в течение 2015 г., наибольшая доля (76 % или 38 правонарушений) приходится на нарушения требований по охране земель, ответственность за которые предусмотрена ч. 2 ст. 15.10 Кодекса об административных правонарушениях [2]. Также на территории района имели место случаи самовольного занятия и неиспользования земельных участков – соответственно 10 и 2 выявленных правонарушения, повлекших за собой привлечение к административной ответственности.

В настоящее время в целях совершенствования осуществления контрольных мероприятий, в том числе выявления нарушений законодательства об охране и использовании земель, ведения графического учета правонарушений, целесообразно использовать возможности ГИС-технологий.

На примере ЗИС Горецкого района был создан слой «Госконтроль», содержащий полный объем информации о выявленных на территории района правонарушениях, в том числе даты выявления и устранения правонарушений, нарушенные нормы законодательства, информацию о правонарушителях (рисунок 1).

Ведение графического учета правонарушений с использованием ЗИС существенно упрощает проверку устранения выявленных правонарушений, выявление рецидивов, а также способствует повышению уровня взаимодействия и обмена информацией между контролирующими органами.

Другим направлением совершенствования порядка осуществления государственного контроля является использование для целей выявления нарушений законодательства об охране и использовании земель аэрофотоснимков, которые в камеральных условиях позволяют выявлять неиспользование предоставленных земельных участков, невыполнение обязательных мероприятий по защите земель от эрозии, зарастания земель древесно-кустарниковой растительностью, самовольно занятые земельные участки и участки, используемые не по целевому назначению, загрязнение земель отходами, уничтожение плодородного слоя почвы и другие нарушения.

На рисунках 2–4 представлены снимки, фиксирующие нарушения законодательства об охране и использовании земель.

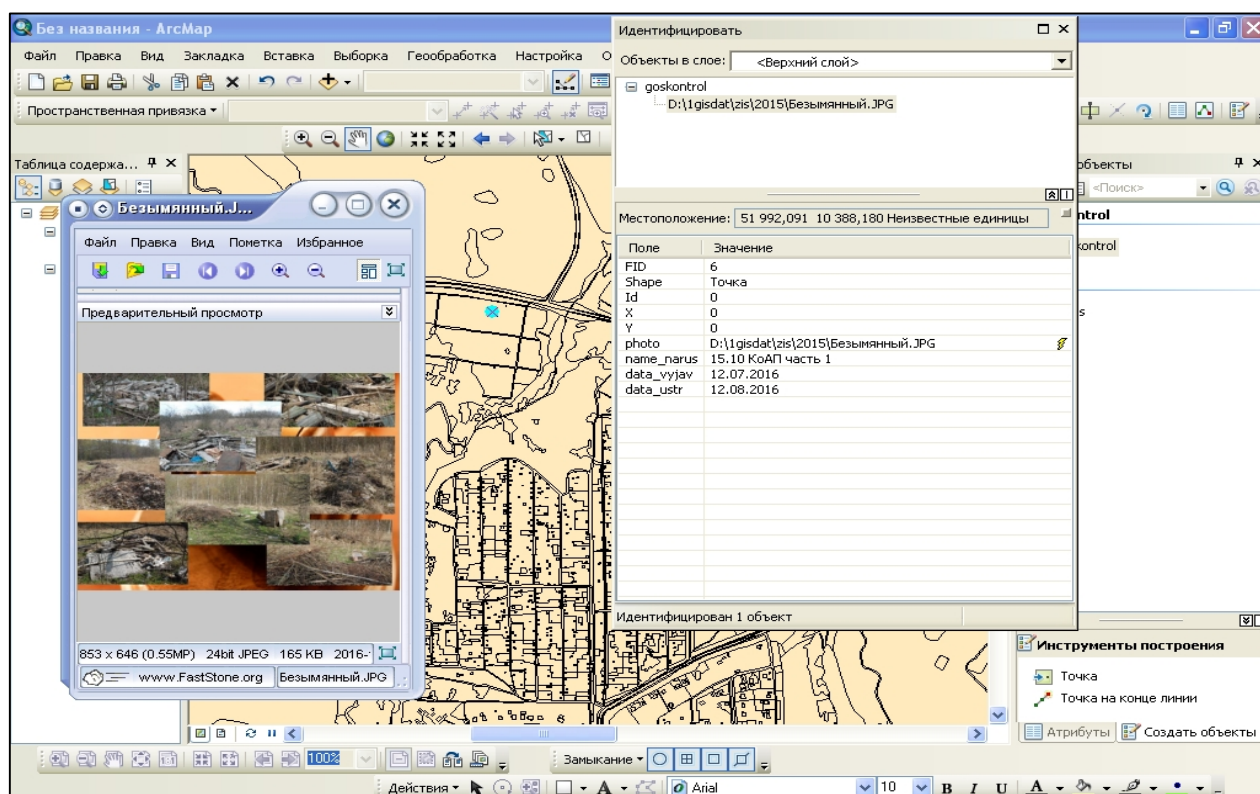


Рисунок 1 – Фрагмент ЗИС Горецкого района. Слой «Госконтроль»



Рисунок 2 – Неиспользование земельных участков, предоставленных для ведения коллективного садоводства



Рисунок 3 – Развитие эрозионных процессов на пахотных землях



Рисунок 4 – Зарастание неиспользуемых земельных участков, предоставленных для ведения коллективного садоводства, древесно-кустарниковой растительностью

Использование при осуществлении государственного контроля аэрофотоснимков существенно упрощает выявление нарушений законодательства об охране и использовании земель, позволяет своевременно

реагировать на совершаемые правонарушения и охватить контрольными мероприятиями большую территорию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-3 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
2. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях от 21 апр. 2003 г. № 194-3 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ГИС-АТЛАСА ГПУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «НАРОЧАНСКИЙ»

Е. В. Дмитриева

студентка 3 курса кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

А. А. Новиков

аспирант кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

Д. М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Области применения геоинформационных систем чрезвычайно разнообразны. Одним из направлений их широкого использования является сфера тематического картографирования, охватывающая создание не только отдельных карт, но и таких сложных картографических произведений, как атласы, в том числе и региональные. Региональный геоинформационный атлас способствует сбору, изучению и анализу большого объема информации для определенной территории и носит научно-справочный характер.

Основная цель настоящего исследования – изучить основные возможности атласного ГИС-картографирования на примере ГПУ «Национальный парк «Нарочанский».

Для создания тематических карт регионального атласа национального парка «Нарочанский» был использован программный продукт ArcGIS. Технология создания ГИС-атласа представляла собой три этапа: подготовительный этап, этап составления карт и этап компоновки.

По итогам работ в среде ГИС были созданы и оформлены шесть тематических карт территории ГПУ «Национальный парк «Нарочанский»: физическая, почвенная и ландшафтная карты, карта растительности, карта видов земель и карта функционального зонирования. Некоторые из них

представлены на рисунках 1–3. Исходные векторные данные для работы были предоставлены научным отделом национального парка.

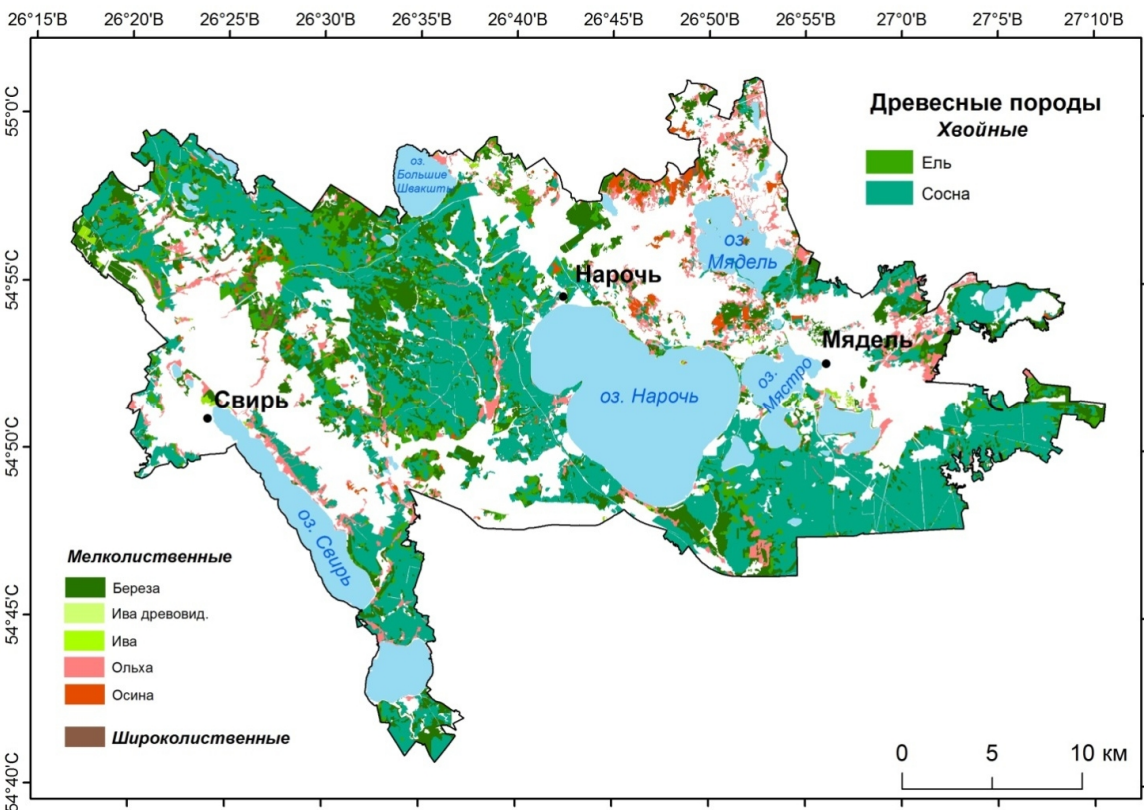


Рисунок 1 – Карта разновидностей древесных пород
ГПУ «Национальный парка «Нарочанский»

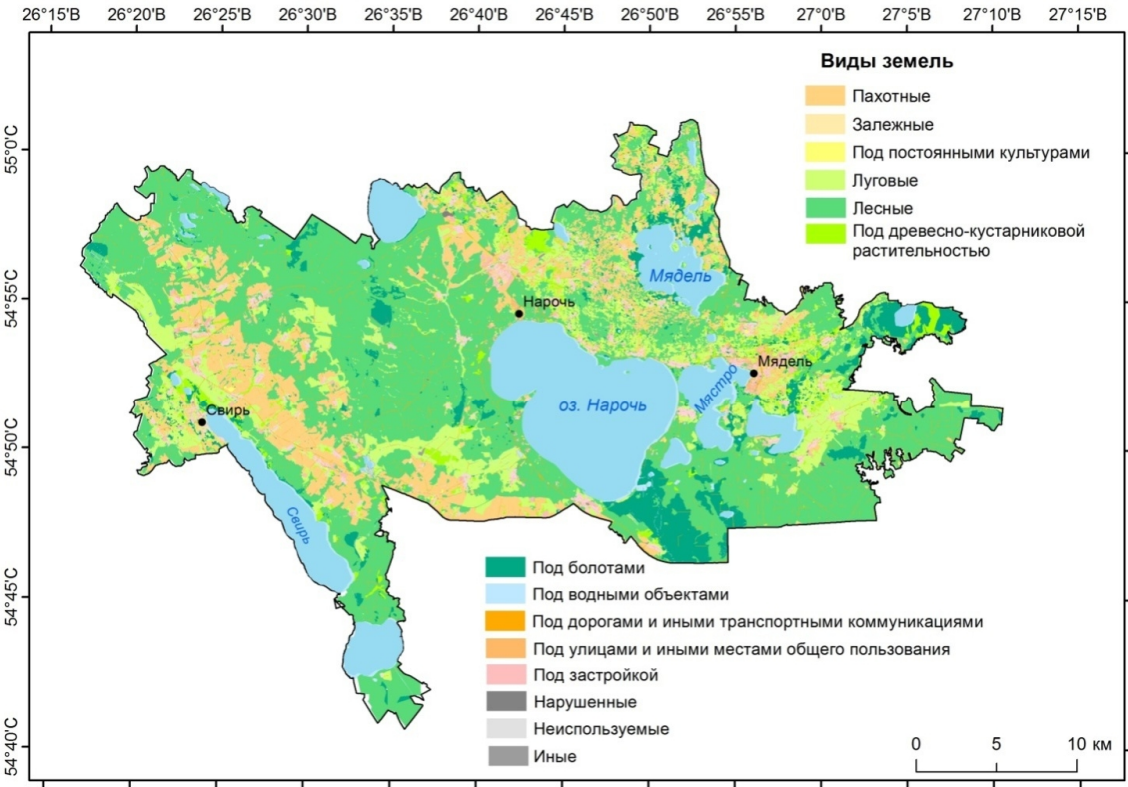


Рисунок 2 – Карта видов земель
ГПУ «Национальный парка «Нарочанский»

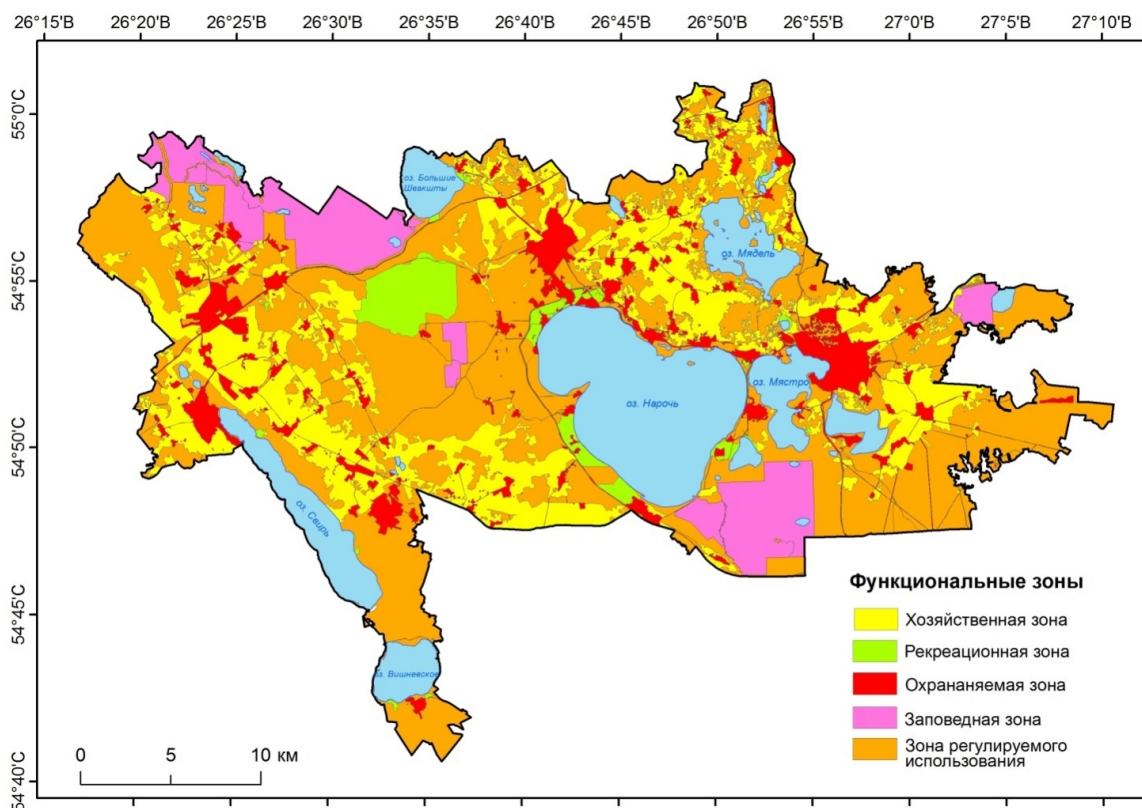


Рисунок 2 – Карта функционального зонирования
ГПУ «Национальный парка «Нарочанский»

Созданный ГИС-атлас ориентирован на научное и природоохранное применение. Работы над его наполнением будут продолжены для целей обобщения современной информации о ГПУ «Национальный парк «Нарочанский» (природе, ресурсах, экологии, туризме, а также предпосылках и перспективах устойчивого развития).

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ГИС АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А. Н. Маевская, Е. Н. Страпко

студентки 4 курса кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина

О. В. Токарчук

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

В географических исследованиях довольно часто в последнее время стал доминировать административно-территориальный подход, где в качестве объекта исследования выступают административные единицы (страны, области, районы). Выбор в качестве объекта исследования административных

единиц дает ряд преимуществ: возможность получения статистических данных, существование четко определенных границ исследования для проведения оценочных работ.

Таким образом, в настоящей работе была предпринята попытка разработки и создания региональной ГИС административных районов Брестской области на примере Дрогичинского и Жабинковского районов (рисунок 1). Данные районы существенно отличаются друг от друга. Во-первых, Жабинковский район, является самым маленьким (684 км²) районом Беларуси, кроме того, данный район характеризуется крайне низкой лесистостью (19,7 %), значительной долей сельскохозяйственных земель (57 %), и крайне невысокими значениями удельного веса ООПТ (0,65 %). Дрогичинский район относится к районам со средней площадью (1855 км²) и характеризуется средними показателями лесистости (24%), высокой долей сельскохозяйственных земель (56 %). Удельный вес ООПТ – 12%, что значительно выше, чем в Жабинковском районе.



Рисунок 1 – Положение пилотных районов на карте Брестской области

В ходе выполнения проекта разработана концепция геоэкологической ГИС административных районов, которая определяет цели, задачи и принципы ее создания, функции ГИС, выбор программных средств для ее создания, структуру ГИС административных районов и основные этапы ее разработки, перспективы дальнейшего использования.

Основной целью создания геоэкологической ГИС административных районов является сбор, обработка, систематизация, хранение и оценка пространственных данных, характеризующих различные аспекты природной и экологической сред районов для получения обобщенной координатно-привязанной информации на региональном уровне.

Основными задачами создания электронной геоэкологической ГИС административных районов является: (1) сбор и обработка растрового картографического материала; (2) перевод в цифровую форму необходимых

картографических изображений; (3) организация технологии сбора исходной базовой информации о состоянии окружающей среды административных районов; (4) формирование статистических баз данных, характеризующих состояние и динамику геоэкологических показателей окружающей среды районов; (5) создание на основе оцифрованных изображений новых карт.

Основные принципы разработки электронной геоэкологической ГИС административных районов: наглядность представления информации, территориальная целостность, комплексность, динамичность, актуальность, практическая значимость.

К основным функциям электронной геоэкологической ГИС административных районов относятся: (1) информационно-справочные; (2) пространственного анализа; (3) прогнозирования; (4) оптимизации.

Основой для создания ГИС явились картографические материалы (топографические карты районов, карта сельскохозяйственных предприятий районов); Интернет-ресурсы; информация, полученная в районных исполнительных комитетах, в Дрогичинской и Жабинковской районных инспекциях природных ресурсов и охраны окружающей среды.

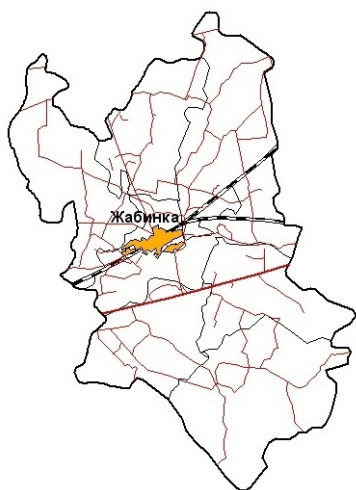
ГИС Дрогичинского и Жабинковского районов содержит три проекта: (1) топографическая основа, (2) физико-географическая основа, (3) геоэкологическая основа.

Топографическая основа создавалась как базовая ГИС районов, элементы которой используются как шаблоны при создании тематических карт, а также для расчета некоторых геоэкологических показателей (например, густоты дорожной сети и др.). Данный проект состоит из стандартных слоев (таблица 1, рисунок 2), к каждому из которых привязана база данных атрибутивной информации.

Физико-географическая основа ГИС включает такие виды, как геология, рельеф, климат, воды, почвы, растительность, животный мир и ландшафты районов (рисунок 3). Каждый из данных видов состоит из нескольких слоев. Например, в виде «Геология» представлены тектонические особенности районов (тектонические структуры, разломы), дочетвертичные и четвертичные отложения.

Таблица 1 – Схема организации данных топографической основы при создании ГИС

<i>Группа данных</i>	<i>Структурная схема данных</i>
Населенные пункты	города сельские населенные пункты центры сельсовета
Дорожная сеть	железные дороги автодороги
Гидрография	каналы канавы ручьи реки озера пруды и водохранилища
Растительный покров	леса

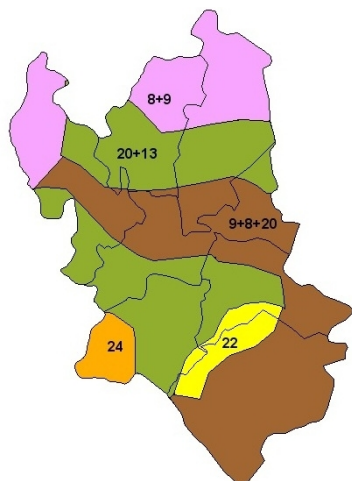


а) Дорожная сеть Жабинковского района

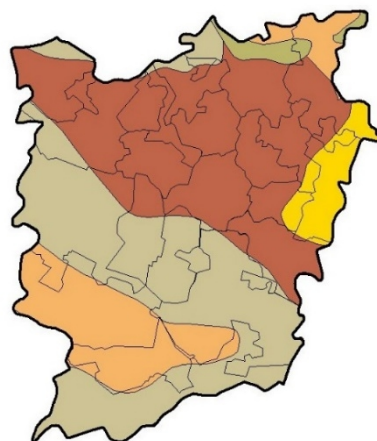


б) Населенные пункты
Дрогичинского района

Рисунок 2 – Примеры слоев топографической основы ГИС



а) Почвы Жабинковского района



б) Ландшафты Дрогичинского района

Рисунок 3 – Примеры тематических слоев физико-географической основы ГИС

Наибольшее значение при реализации данных проектов имела разработка и создание геоэкологической основы ГИС-проектов.

Основными этапами разработки и создания геоэкологической ГИС административных районов являются: (1) разработка структуры ГИС, (2) сбор и обработка растрового картографического материала, (3) компьютерная обработка данных, создание синтетических оценочных карт, диаграмм и таблиц; (4) компоновка геоинформационной системы «Геоэкологическая ГИС административного района».

Разработанные геоэкологические основы ГИС предназначены для целей прикладных исследований – анализа природно-ресурсного потенциала Дрогичинского района и анализа природоохранного потенциала Жабинковского района.

В качестве типологических единиц исследования природно-ресурсного потенциала Дрогичинского района выступают территории

сельскохозяйственных организаций. Оценка природоохранного потенциала Жабинковского района проводится в разрезе сельских советов (рисунок 4).

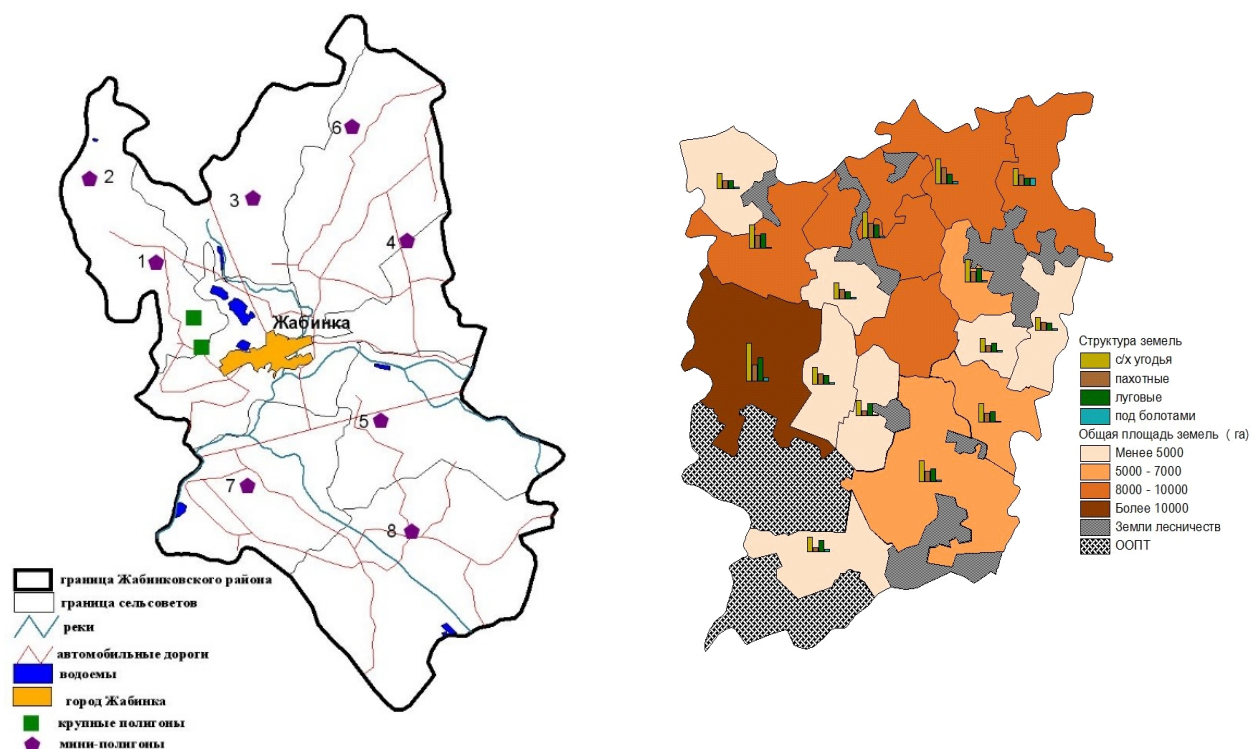


Рисунок 4 – Примеры тематических карт геоэкологической основы ГИС

Таким образом, применение ГИС-технологий является необходимым элементом при проведении геоэкологических исследований на локальном уровне (в данном случае, на уровне административных районов), т.к. позволяет не только визуализировать результаты, но и получать на основе базовых проектов ГИС необходимые для проведения геоэкологического анализа или оценки данные.

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗАКАЗНИКА «ВЫГОНОЩАНСКОЕ» СРЕДСТВАМИ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПЛАТФОРМЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ARCGIS ONLINE

А. П. Луцевич, И. В. Охримук

студенты магистратуры кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

С. М. Токарчук

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

Республиканский ландшафтный заказник «Выгонощанский» находится в восточной части Брестской области на территории трех административных

районов: Ивацевичского, Ляховичского и Ганцевичского. Общая площадь заказника составляет – 55047,4 гектаров. Территория заказника слабо изменена хозяйственной и рекреационной деятельностью человека и имеет большое значение как для сохранения отдельных видов растительного и животного мира, так и всего природного комплекса Белорусского Полесья. Заказник характеризуется высоким биологическим разнообразием, в результате чего он включен в базу данных «Изумрудная сеть», а также имеет статус международной ключевой орнитологической территории и Рамсарского водно-болотного угодья.

В пределах заказника отмечаются четыре типа водных объектов: реки, каналы, озера и болота. Природные объекты (реки, озера и болота) подвергаются незначительному антропогенному воздействию, в результате чего сохранились в близком к естественному состоянию, что представляет значительный интерес как для их изучения, так и для использования в различных целях (природоохранных, туристических т.д.). Из природных объектов наиболее интересными являются крупнейшее озеро в Брестской области Выгонощанское, а также исток реки Щара.

Среди антропогенных объектов (каналов) можно отметить не только наличие достаточно интересных мелиоративных каналов, но и часть канала Огинского, являющегося частью бывшего Днепровско-Неманского пути на территории Пинского и Ивацевичского районов Брестской области, построенного в 1767 – 1783 годах.

В настоящей работе приводится опыт использования средств облачной инфраструктуры платформы картографирования ArcGIS Online для создания серии картографических web-приложений, способствующих изучению водных объектов республиканского ландшафтного заказника «Выгонощанское». Составленные приложения могут использоваться для развития туризма в пределах заказника, позволяют увеличить информированность населения и других заинтересованных лиц об основных особенностях и современном состоянии водных объектов заказника.

Таким образом, с использованием шаблонов ArcGIS Online были созданы картографические web-приложения нескольких типов: инвентаризационные, маршрутные и тематические.

Инвентаризационные приложения создавались с использованием шаблонов «Story map tour» и «Story Map Shortlist». Приложения, созданные с использованием шаблона «Story map tour» (рисунки 1–2) можно рассматривать, в первую очередь, как фотографическую базу данных, т.к. в них представлен набор фотографий для каждого из водных объектов. Каждая фотография привязана именно к тому месту, с которого она была сделана. При создании данных приложений использовались только фотографии выполненные сотрудниками заказника «Выгонощанское».

Приложения, созданные с использованием шаблона «Story Map Shortlist» (рисунок 3) является по сути дела каталогом водных объектов заказника. В данном приложении представлены фотографии и краткие описания всех

водных объектов сгруппированных по типам (реки (рисунок 3а), озера (рисунок 3б), болота, каналы).

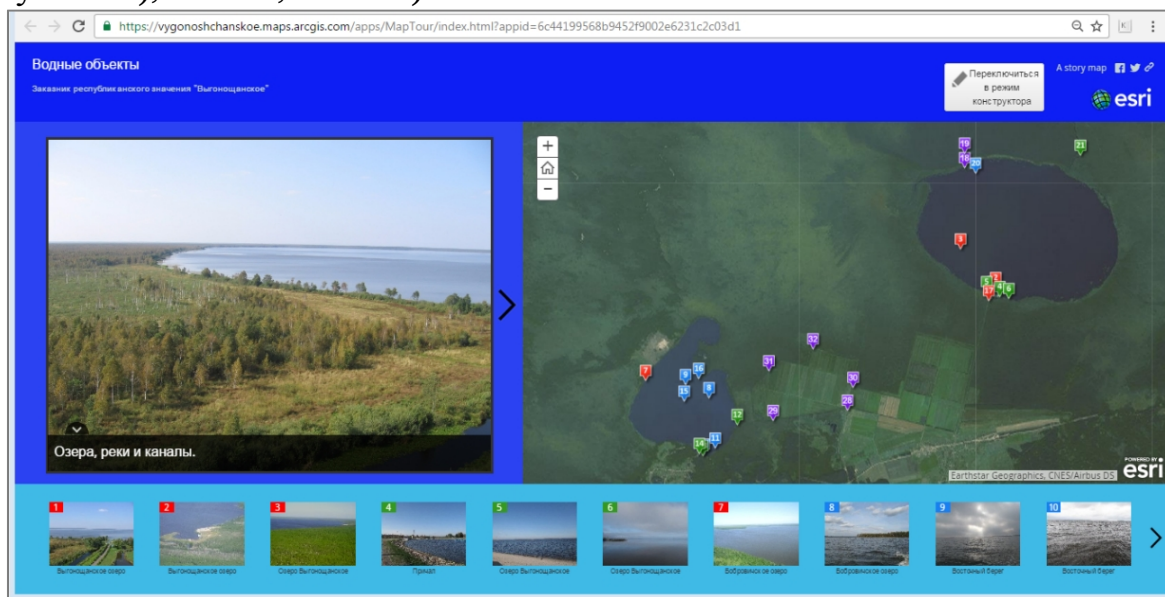


Рисунок 1 – Приложение «Story map tour»
«Водные объекты заказника «Выгонощанское»

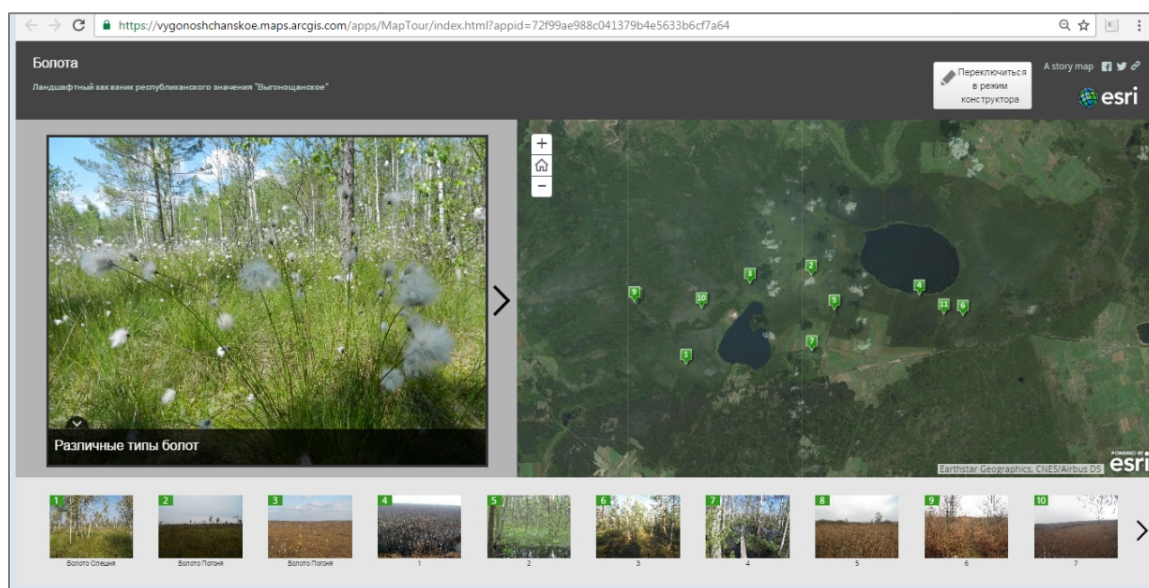
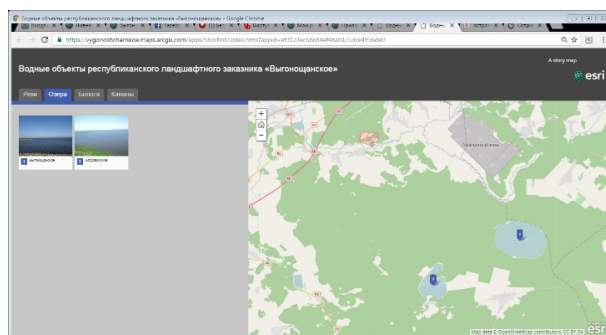
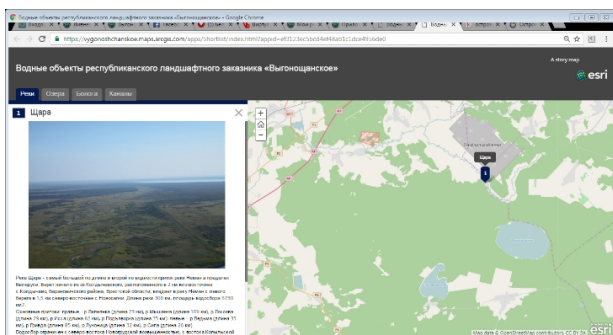


Рисунок 2 – Приложение «Story map tour» «Болота заказника «Выгонощанское»



а) точка «Щара» вкладка «Реки»

б) вкладка «Озера»

Рисунок 3 – Приложение «Водные объекты заказника «Выгонощанское»

Маршрутные приложения созданы с использованием шаблона «Story map tour» и представляют последовательный набор фотографий и их описаний по какому-либо маршруту (туристическому, ознакомительному, рабочему, рисунок 4) в пределах водных объектов заказника «Выгонощанское».

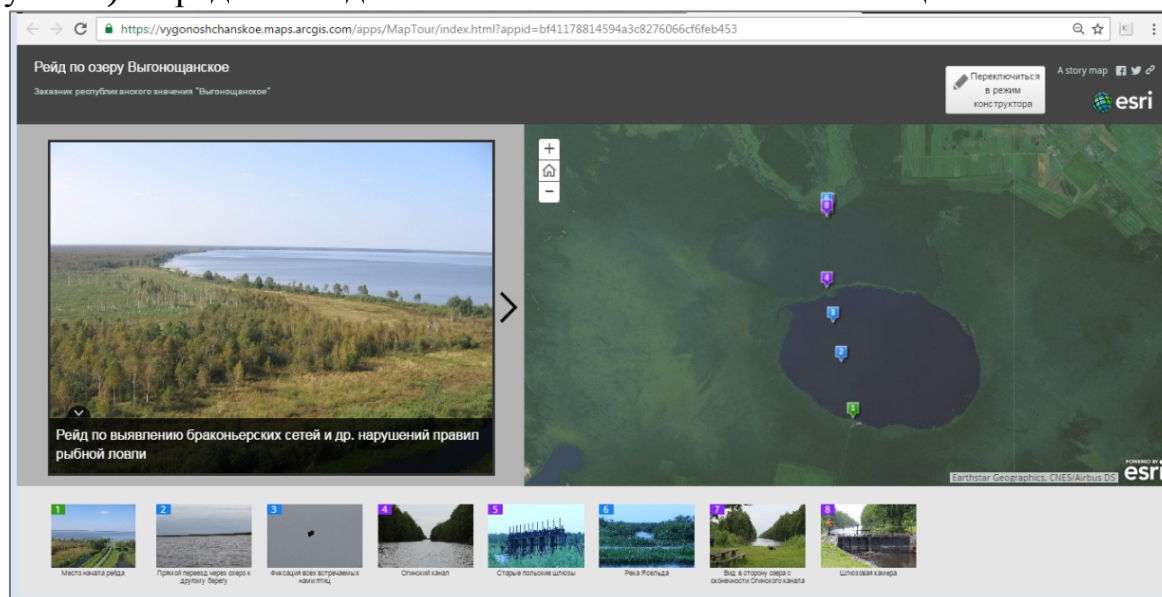
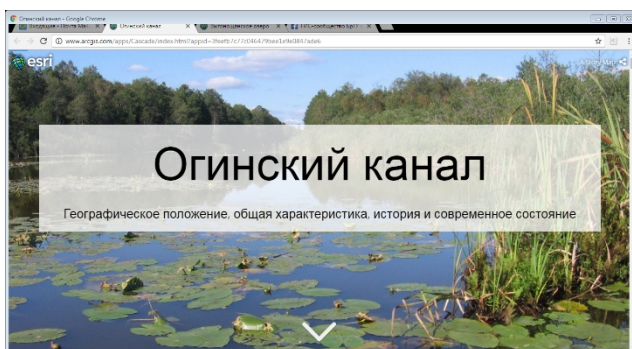


Рисунок 4 – Приложение «Story map tour»
«Природоохранный рейд по озеру Выгонощанское»

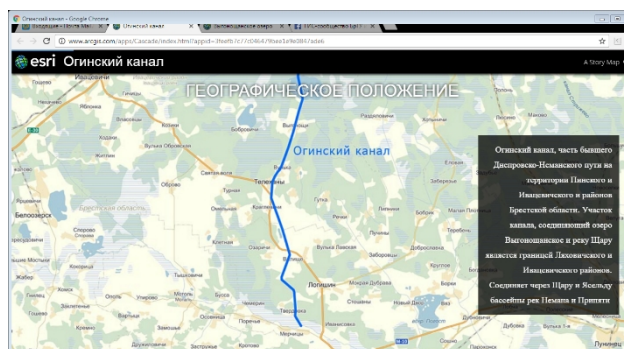
Тематические приложения создаются с целью увеличить информированность населения и других заинтересованных лиц об основных особенностях и современном состоянии водных объектов заказника. Для создания тематических приложений используются шаблоны Story Map Cascade и Story Map Series.

Приложения Story Map Cascade позволяют комбинировать описательный текст с картами, изображениями и мультимедийным содержанием в привлекательной полноэкранной среде. С использованием данного шаблона для водных объектов заказника «Выгонощанское» создаются описательные приложения, дополненные значительным количеством иллюстративного материала. В настоящее время создано приложение Story Map Cascade для Огинского канала (рисунок 5а), которое сочетает небольшие текстовые описания с современными (рисунок 5б) и старыми (рисунок 5в) картами, современными (рисунок 5г) и старыми (рисунок 5д) фотографиями, а также видеофайлами (рисунок 5е).

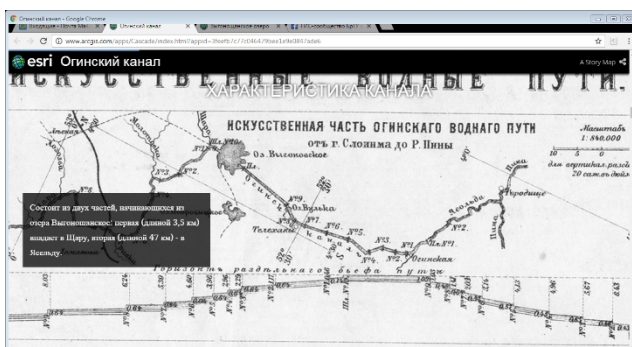
Приложения Story Map Series позволяет представить серию карт (либо изображений) с пояснительным текстом, а также другими сопроводительными элементами. Данные приложения используют три типа компоновок (с вкладками, гармошкой и кнопками). С использованием данного шаблона для водных объектов заказника «Выгонощанское» создаются своеобразные паспорта, которые позволяют, используя данные истории узнать все основные сведения об объектах, проиллюстрированные различным материалом.



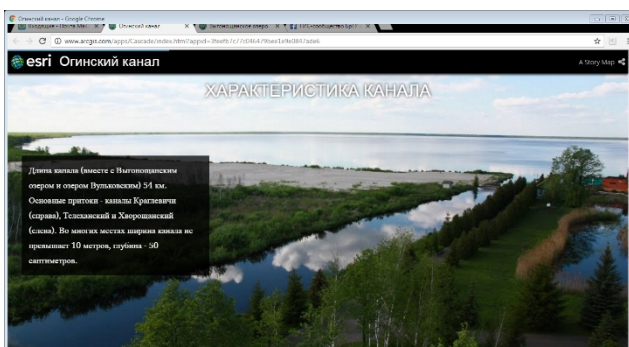
а) титульная страница



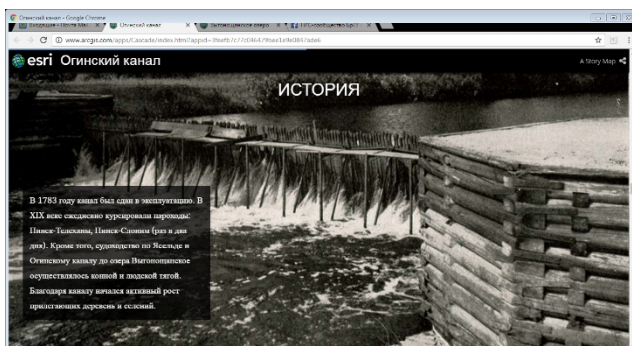
б) страница «Географическое положение»



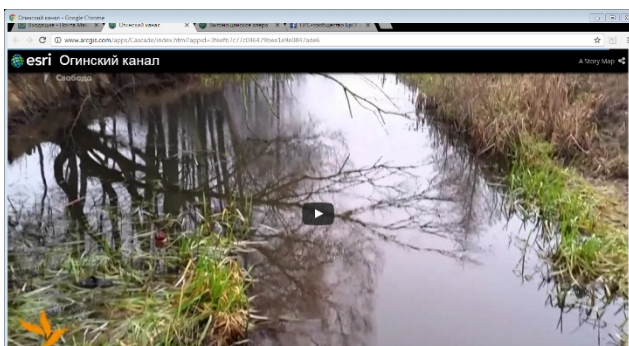
в) страница «Характеристика канала»



г) страница «Характеристика канала»



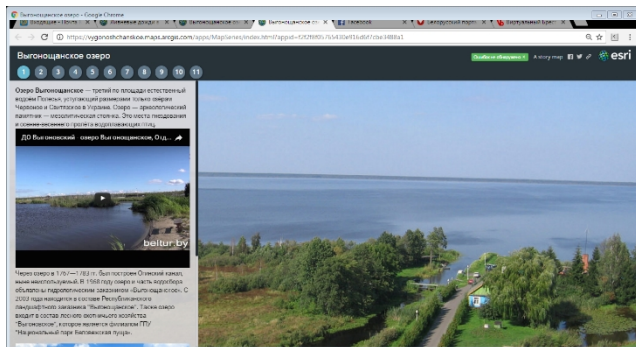
д) страница «История»



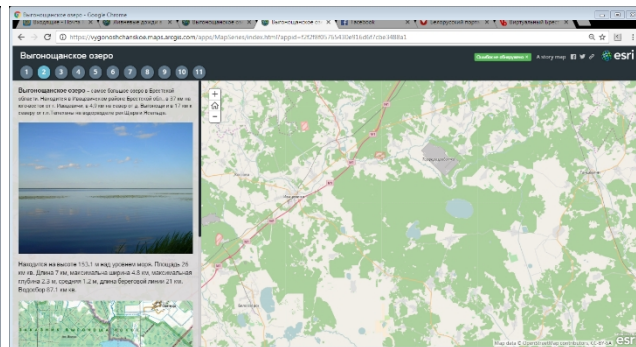
е) страница «Современное состояние»

Рисунок 5 – Приложение Story Map Cascade «Огинский канал»

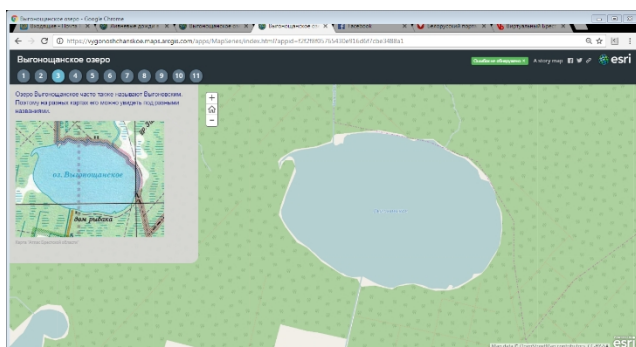
В настоящее время создано приложение Story Map Series (компоновка с кнопками) для озера Выгонощанское (рисунок 6), которое позволяет сочетать большое изображение в виде карты (рисунок 6б, в, е), космического снимка (рисунок 6д), фотографии (рисунок 6а, ж), картосхем (рисунок 6г, з)) с текстом, иллюстрациями, видео (рисунок 6а), графиками (рисунок 6г) и другим материалом в малом поле приложения.



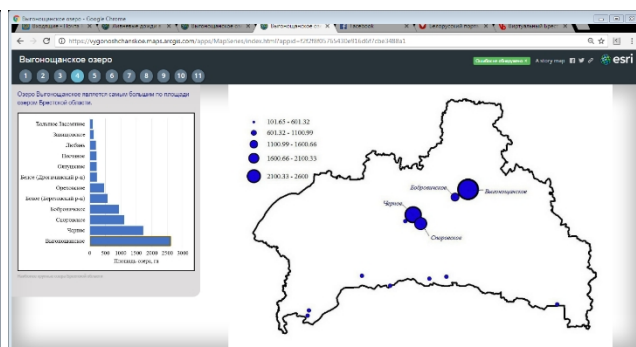
а) титульная страница



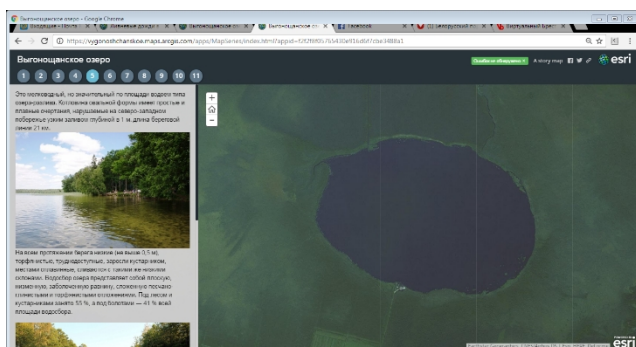
б) страница «Географическое положение»



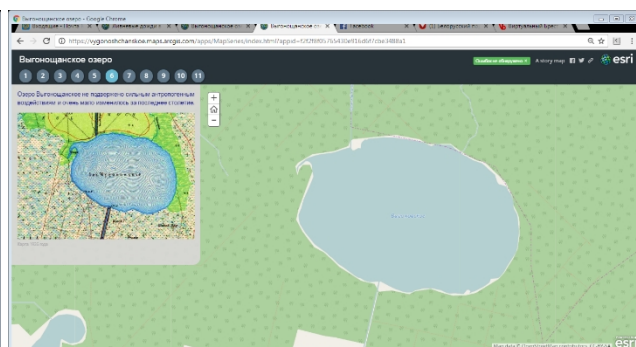
в) страница «Название озера»



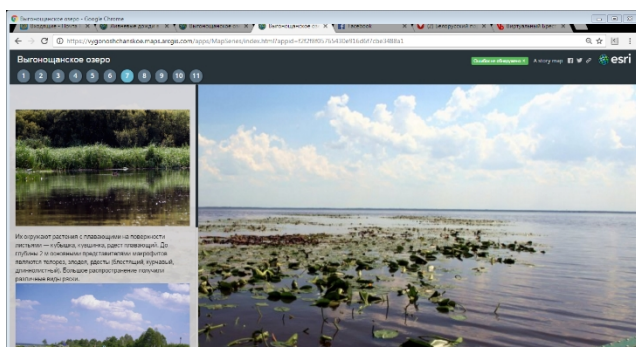
г) страница «Площадь озера»



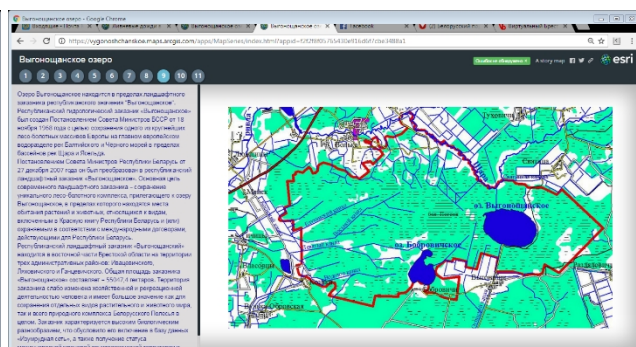
д) страница «Общая характеристика»



е) страница «Изменение границ озера»



ж) страница «Растительность озера»



з) страница «Заказник «Выгонощанское»»

Рисунок 6 – Приложение Story Map Series (с кнопками) «Выгонощанское озеро»

REMOTE SENSING FOR MAPPING A WETLAND COMPLEX IN WEST SIBERIA

K.-M. Erkkilä, E. Halmeenmäki

PhD students of the Department of Physics Division of Atmospheric Sciences,
University of Helsinki, Finland

H. Hofhuis

Master student of the Department of Environmental Science
Faculty of Resource Ecology Wageningen University, Netherlands

D. Ivanov

PhD student of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,
Russian Federation

M. Jansen

PhD student of Department of Environmental Science
Faculty of Aquatic Ecology and Water Quality Management
Wageningen University, The Netherlands.

N. Litvinka

PhD student of Department of Soil Science and Land Information System,
Faculty of Geography, Belarusian State University, Belarus

E. Zarov

Head of the Laboratory of UNESCO Chair “Environmental Dynamics
and Global Climate Change” Yugra State University, Russian federation

Introduction. When studying biogeochemical cycles, vegetation mapping is commonly used for understanding temporal and spatial patterns of the measured fluxes. For West Siberia, land cover classification and vegetation type and water body extent are still poorly known (Frey & Smith, 2007). Traditionally, satellite images are used together with ground observations for mapping terrestrial areas. Multispectral satellite images provide better information on different features in the landscape, and with high resolution images detailed vegetation maps can be created. However, processing high resolution images requires high computer performance and memory capacity, which is why lower resolution images are commonly used for larger landscapes. Higher resolution images are still needed for mapping smaller areas and for detecting details.

We used satellite images for vegetation classification, and created a vegetation map of a peatland complex in West Siberia. The final aim was to map the source area of eddy covariance (EC) measurements (Aubinet et al., 2012) at the site, so that methane (CH₄) flux measured over different vegetation types could be upscaled to ecosystem scale.

Classification mapping using satellite images. The use of multispectral images for different type of mapping is based on differences in their spectral reflectance. The classification is based on the reference of each of the image pixels to a certain class of terrain objects. Each class corresponds to a certain landscape feature in the region.

As a result of supervised classification, a classification map is prepared. Each of the pixels of this raster image is assigned to a certain class. However, this image may be called a map only nominally, because performance of the classification objects is based on their brightness properties, and performance of the map objects is based on their entity. Nevertheless, the multispectral image classification is widely used for mapping because additional processing of the received image can partially overcome these disadvantages.

The aim of our research was to assess the possibility of using the supervised classification of multispectral images with different spatial resolution for mapping a wetland complex in West Siberia.

Site description. Our research area is located in the central part of the West Siberia (N60°53'; E68°40') and belongs to the middle taiga zone. The peatland complex is located on the left riverside of Irtysh, about 20 km to south-west from Khanty-Mansiysk. The classification area includes the following mesolandscapes: floodplains of Irtysh and some small rivers, large peatland complex, lakes, coniferous and deciduous forests.

Softwares and maps. Landsat 8 ETM satellite image of the entire wetland complex was used with spatial resolution of 30 m per pixel. A higher resolution map from QuickBird satellite image was used for a fragment of the wetland area for analyzing the EC footprint area (max. 400 m from the tower) in greater detail. The spatial resolution of the QuickBird image was 0.6 m per pixel. For analyzing the maps we used GIS Open Source Softwares - QGIS and GRASS (Geographic Resources Analysis Support System).

Image processing. Methods of thematic processing of multispectral images included the following main steps: (1) selection of optimal variant of the satellite data synthesis (based on a combination of different spectral channels), (2) classification, (3) producing an accuracy assessment (Kappa coefficient) (Richards & Jia, 2006), (4) filtering of classes, and (5) interpretation of the results. For greater accuracy of classification for each class was set more than 20 reference sites, located in different parts of the picture. RGB-working version of Landsat ETM satellite data synthesis with a combination of channels 5–6–4 (middle and near infrared, visible red laser) was used. Supervised classification was carried out using SMAP algorithm (Sequential maximum a posteriori classification) (Bouman & Shapiro, 1994; McCauley & Engel, 1995), which is optimal for determining areas with a large amount of a priori information available. We utilized previously used i.gensigset module that calculates a signature based on the spectral brightness of pixels. Thereafter, i.smap module was used to perform the segmentation based image where adjacent pixels are highly likely to have the same class.

Results. To perform supervised classification of Landsat ETM, we created training samples corresponding to 7 classes - water, floodplain, mixed forest, coniferous forest, ryam, ridge-hollow complex and sedges (figure 1). QuickBird image was used to create a more detailed map of the eddy covariance footprint area (figure 2). The comparison in figure 2 shows that using a higher resolution image for mapping reveals four new vegetation classes inside the ridge-hollow complex that is dominating the area.

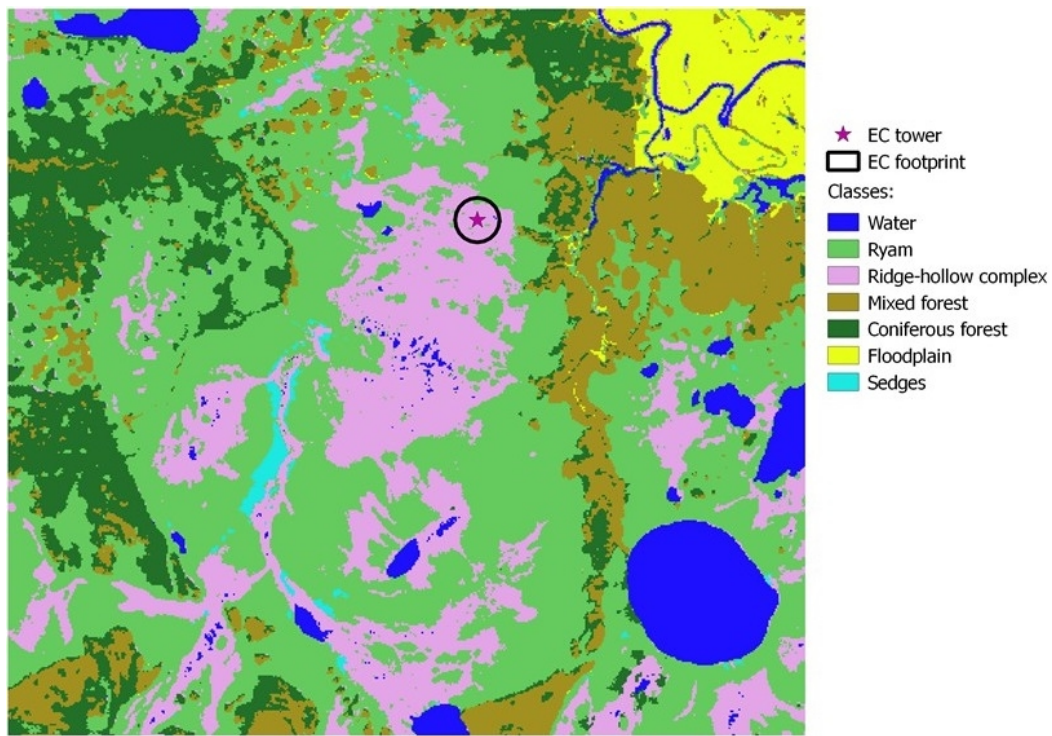


Figure 1 – Classification map of Landsat ETM+ satellite image for territory of wetland complex near the Mukhrino field station. The black circle indicates the EC footprint area while the pink star show the location of the EC tower

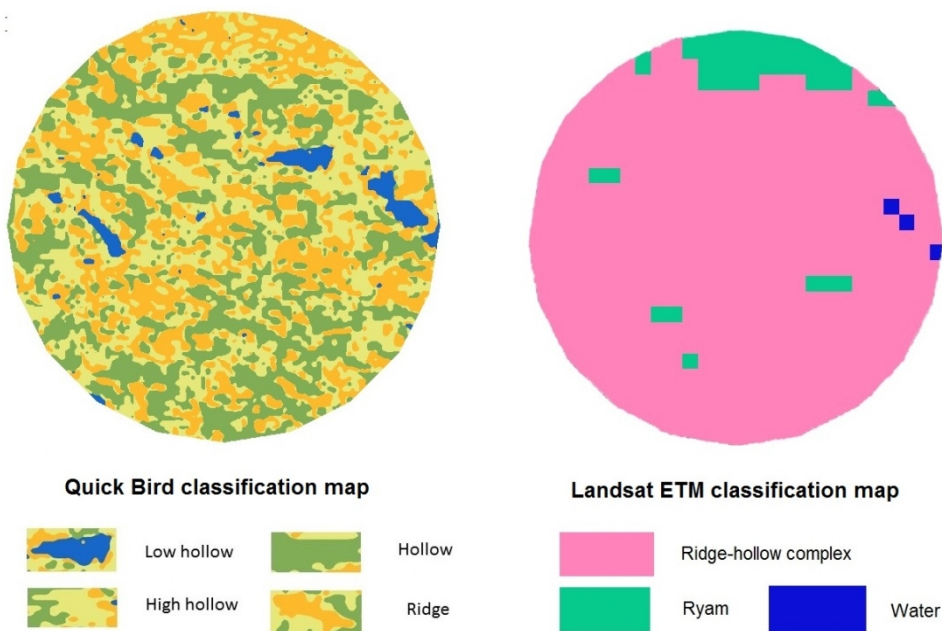


Figure 2 – Comparison of classification maps made with Quickbird satellite image (left) and Landsat ETM (right) from the EC footprint area

Vegetation coverage. Because this picture has ultra-high spatial resolution, we calculated the share of each microlandscape at the eddy covariance footprint area. The QuickBird data were used in the synthesis of the original visible bands 4 class was allocated – low, middle and high hollows, and ridges. There are microlandscapes typical for West Siberian oligotrophic peatlands that are characterized by specific dominant species. The wettest microlandscapes, such as low hollows, are almost completely covered by *Sphagnum balticum* and fractionally *Scheuchzeria palustre*,

middle hollows have only grasses (*Ledum palustre*, *Eriophorum russifolium*) and mosses (*Sphagnum balticum*, *Sphagnum lindbergii*), and high hollows contain also some shrub species (*Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*). On the drier microlandscapes ridge and ryam, there is a larger variety of species, such as trees (*Pinus sylvestris*), shrubs (*Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus microcarpus*, *Vaccinium uliginosum*), grasses (*Rubus chamaemories*) and mosses (*Sphagnum fuscum*). Height difference between low hollow and ridge microlandscapes surface is 30–50 cm.

In addition, the area of each class within the classification maps was calculated. The largest part of the peatland is covered by ryams (46%), and the ridge-hollow complexes have the second largest share of the area (18%). Mixed and coniferous forests have equal proportions (ca. 13%). The EC footprint area is characterized by approximately equal dominance of middle-high hollows and ridges (31–34%).

The QuickBird data has more accurate recognition results with ultrahigh spatial resolution compared to the Landsat ETM+ data (Fig. 2). About 8% of the ridge-hollow complex terrain around the eddy covariance tower is interpreted as water and ryam in Landsat ETM+ image because of lower resolution. That is a satisfactory indicator of the accuracy of classification for images with similar spatial resolution.

Upscaling methane flux. By using vegetation class coverages from Table 1b and the CH₄ flux data collected over these vegetation types with chambers, we upscaled the fluxes to ecosystem scale at the EC footprint area. As a result, we found high emissions of CH₄ in low-hollows (14.8 mg m⁻² h⁻¹), whereas emissions from high-hollows and ridges were not as significant (0.80 mg m⁻² h⁻¹). The resulting upscaled flux using the class coverage percentages obtained from Table 1b was 3.97 mg m⁻² h⁻¹. Methane emissions from this wetland site were thus similar compared to other studies, e.g. 3.5 mg m⁻² h⁻¹ from a Finnish wetland (Rinne et al., 2007) and 1.79–16.9 mg CH₄ m⁻² h⁻¹ from Alaskan boreal wetland (Moosavi et al., 1996).

Conclusions. Implementation of Landsat ETM+ supervised classification can successfully perform a thematic interpretation and construct maps with a scale of 1:100 000 (1 cm - 1 km), and thus they are suitable for determining the structure of the macro landscapes. The big advantage of this type of data is the possibility of produce in the open access and the availability of survey archives for decades.

QuickBird satellite data can be used for mapping of the microlandscapes and mapping with scale of 1:2000 (1 cm – 20 m). Moreover, it can be used for the research of vegetation seasonal dynamics, monitoring wetland complexes, studying the processes of rewetting, and for ecosystem research purposes. Implementation of supervised classification data with ultrahigh spatial resolution allows to perform complete characterization of the microlandscapes, such as species composition, type and size of the micro-relief forms, and all areal characteristics. However, these images are quite expensive, and on site observations are still necessary for complete classification (e.g. the species composition for the classes).

In this study, we made a classification map of a wetland complex in West Siberia using Landsat satellite image and found seven different vegetation classes. For a smaller area we used QuickBird satellite data to get a more detailed map of eddy covariance footprint area in the research site close to Mukhrino field station.

From this small area we found four different sub-classes in the dominating ridge-hollow complex. As a last task we upscaled methane flux, based on the vegetation coverage and chamber measurements, into ecosystem scale. The methane emissions in this area were found to be similar to other boreal wetlands.

REFERENCES

- Aubinet M., Vesala T., & Papale D. (eds.) (2012). Eddy covariance: a practical guide to measurement and data analysis, Springer Science & Business Media.
- Bouman, C. A., & Shapiro M. (1994). A multiscale random field model for Bayesian image segmentation, IEEE Transactions on Image Processing 3.2, 162–177.
- Frey, K. E. & Smith, L. C. (2007). How well do we know northern land cover? Comparison of four global vegetation and wetland products with a new ground-truth database for West Siberia, Global Biogeochemical Cycles, 21(1).
- McCauley, J. D. & Engel B. A. (1995). Comparison of scene segmentations: SMAP, ECHO, and maximum likelihood, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 33.6, 1313–1316.
- Moosavi, S. C., Crill, P. M., Pullman, E. R., Funk, D. W., & Peterson, K. M. (1996). Controls on CH₄ flux from an Alaskan boreal wetland. Global Biogeochemical Cycles, 10(2), 287–296.
- Richards, J.A. & Jia, X. (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis, 4th edition, Springer, Berlin.
- Rinne, J., Riutta, T., Pihlatie, M., Aurela, M., Haapanala, S., Tuovinen, J. P., & Vesala, T. (2007). Annual cycle of methane emission from a boreal fen measured by the eddy covariance technique. Tellus B, 59(3), 449–457.

ГИС-АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА ГПУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «НАРОЧАНСКИЙ» ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ЭКОТУРИЗМА

В. Ю. Даглис

студент 2 курса кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

А. А. Новиков

аспирант кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

Д. М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

На современном этапе развития географической науки все большее значение приобретают географические информационные системы, с помощью которых возможен более оперативный и глубокий анализ изучаемых процессов и явлений, визуализация пространственной информации на качественно новом уровне.

Широкое применение современные ГИС-технологии получили в изучении рельефа. ГИС-инструментарий позволяет подойти к визуализации геоморфологических объектов и процессов на более высоком качественном уровне, анализировать качественные и количественные показатели более оперативно и точно, а также сюда можно отнести и моделирование процессов.

Многочисленные публикации, а также материалы ресурсов Internet, позволяют говорить о достаточно широких возможностях применения ГИС в решении различных геоморфологических задач. К ним можно отнести следующие [1, 2]:

- визуализация геоморфологической информации, выраженная в создании цифровых карт рельефа (карты изолиний, изображение рельефа методом цветового фона), геоморфологических карт; построение гипсометрических, геолого-геоморфологических профилей;

- анализ геоморфологической информации, выраженный в создании морфометрических карт крутизны склонов, глубины и густоты расчленения земной поверхности и др.;

- моделирование и прогнозирование геоморфологических объектов, явлений и процессов (трехмерные модели рельефа, прогнозирование эндогенных, экзогенных и техногенных процессов рельефообразования).

Данная работа посвящена применению ГИС-технологий в изучении рельефа. Основной целью было выполнение ГИС-анализа ГПУ «Национальный парк «Нарочанский» для целей развития экотуризма.

В ходе исследований в ГИС ArcGIS с помощью модуля Spatial Analyst были построены грид-модели гипсометрии, уклонов, экспозиции склонов (рисунки 1-3), а также зоны видимости с существующих обзорных пунктов. В качестве исходных данных были использованы векторные слои, предоставленные научным отделом ГПУ «Национальный парк «Нарочанский».

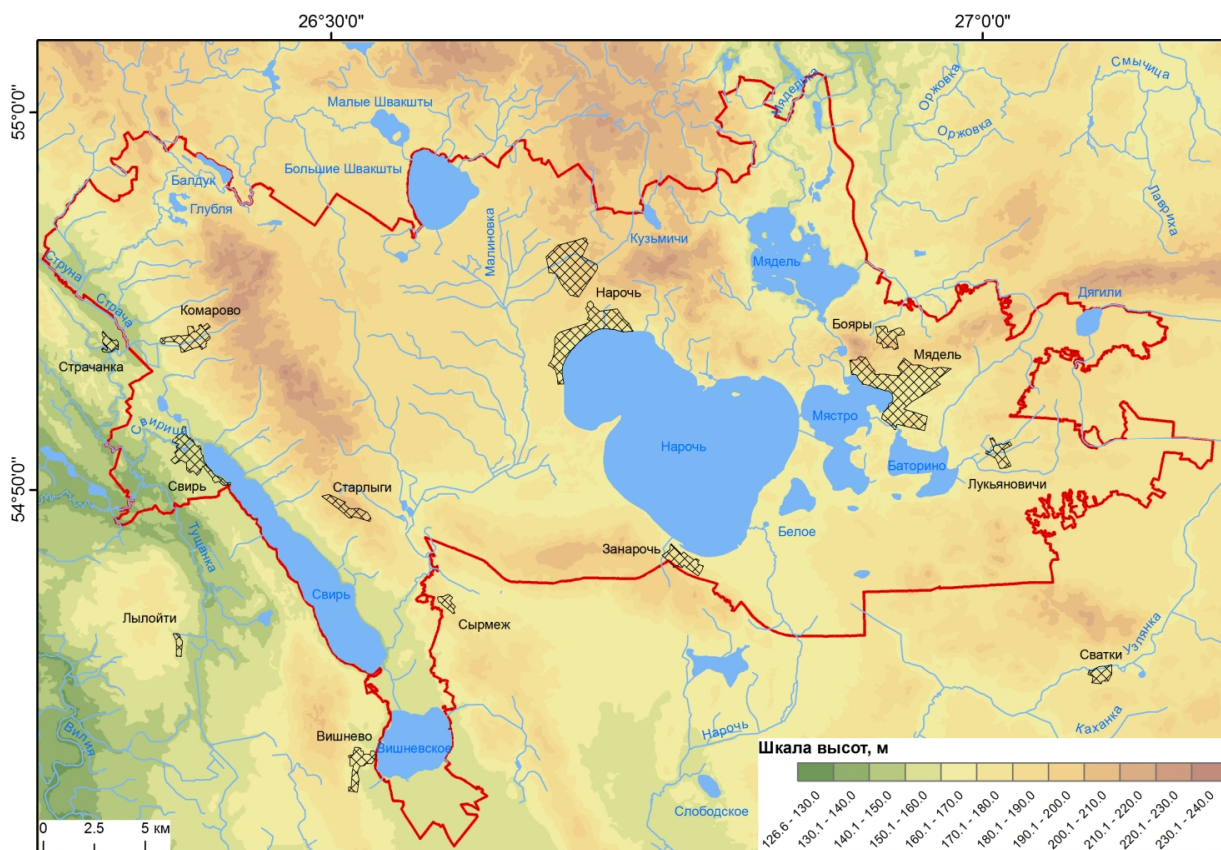


Рисунок 1 – Гипсометрическая карта ГПУ «Национальный парк «Нарочанский»

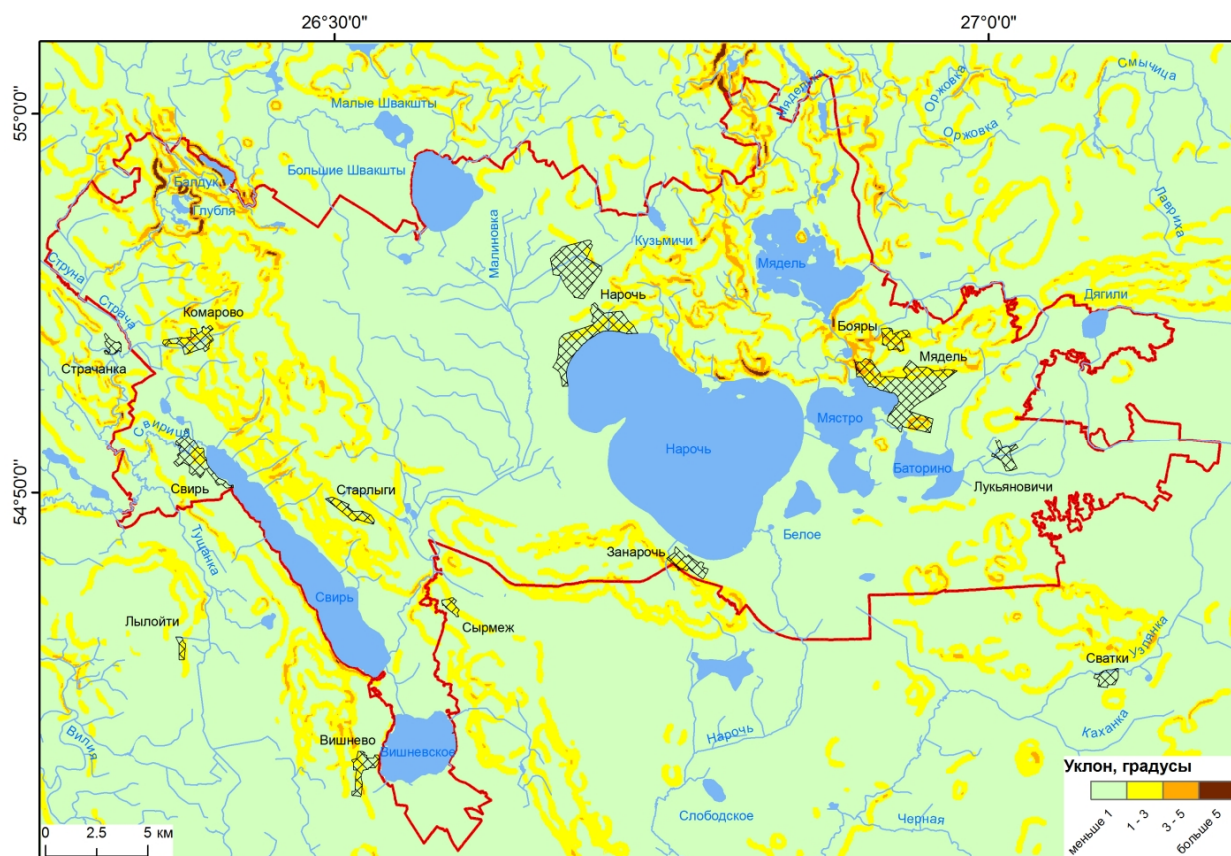


Рисунок 2 – Карта уклонов ГПУ «Национальный парк «Нарочанский»

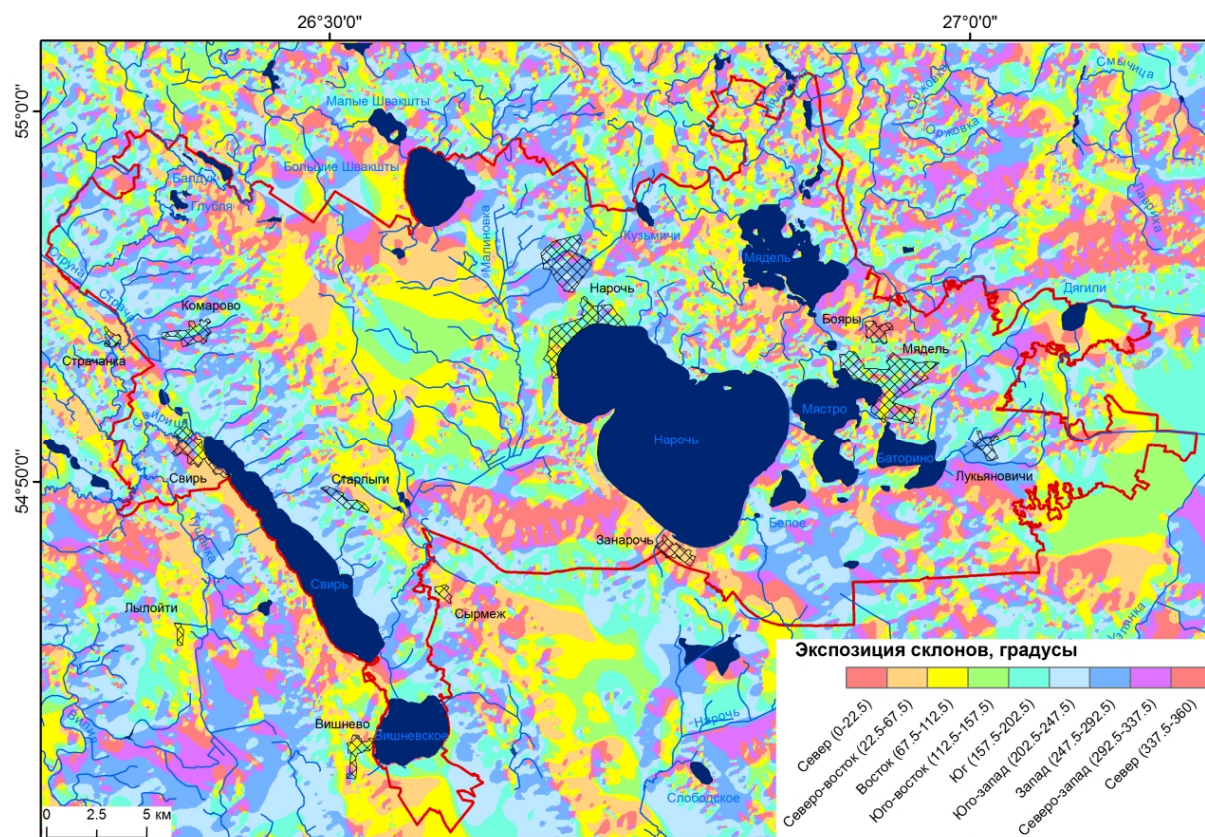


Рисунок 3 – Карта экспозиции склонов ГПУ «Национальный парк «Нарочанский»

На построенной карте видимости (рисунок 4) можно проследить, что значительная часть территории национального парка невидима с существующих в настоящее время обзорных пунктов (далее – ОП). Такие зоны отмечаются на западе, юге и севере территории ГПУ «Национальный парк «Нарочанский». Из этого следует, что для большего охвата видимости территории следует создавать новые обзорные пункты с учетом морфометрических показателей (уклон экспозиция склонов).

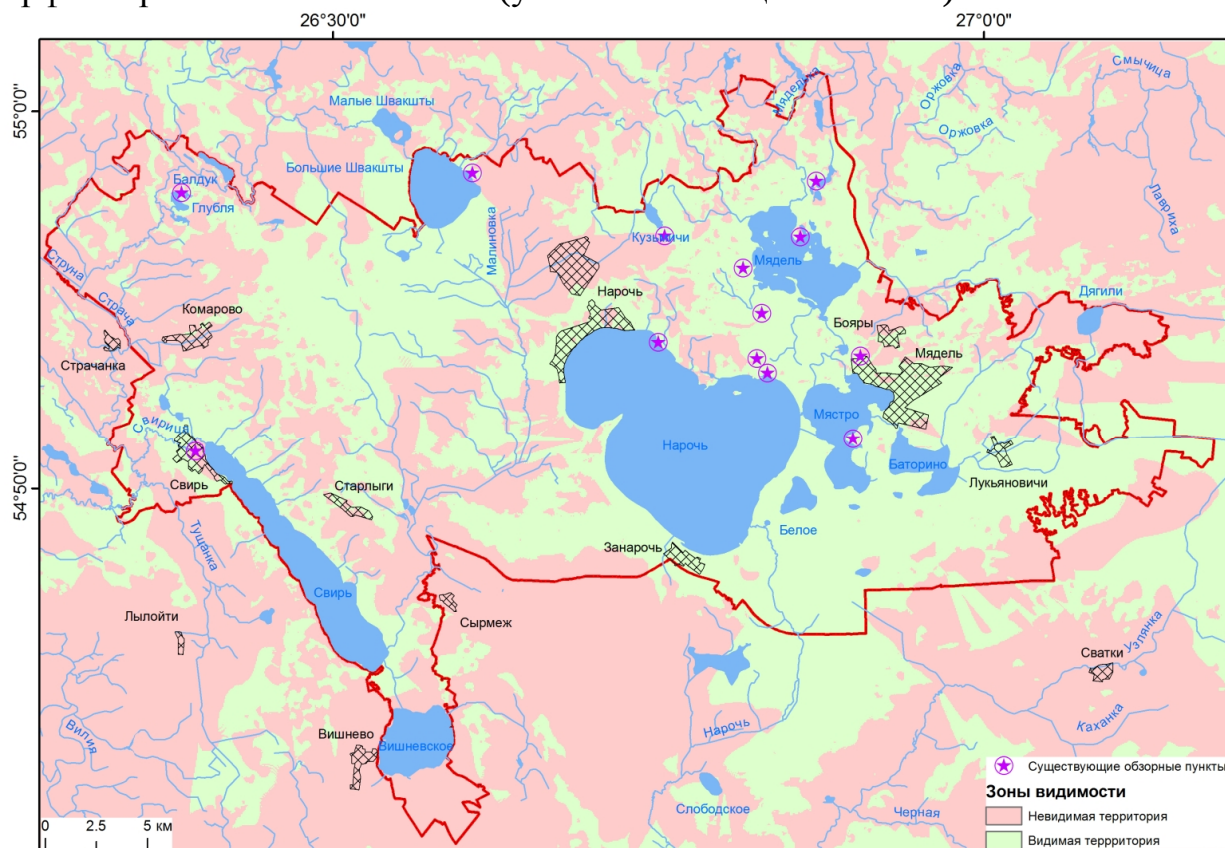


Рисунок 4 – Карта зон видимости с существующих обзорных пунктов ГПУ «Национальный парк «Нарочанский»

Также следует отметить, что в национальном парке существуют лишь 2 обзорные тропы, и те крайне малой протяженности (Голубые озера и тропа вдоль северного побережья оз. Нарочь). По нашему мнению, следует разработать по всей территории ГПУ «Национальный парк «Нарочанский» целый ряд обзорных троп, с учетом гипсометрических и морфометрических характеристик рельефа. Тропы можно формировать с учетом различной тематической специфики (туристические, научные, экологические), что существенно увеличит экотуристический потенциал национального парка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курлович, Д.М. ГИС-моделирование и прогнозирование в геоморфологии / Д.М. Курлович // Тез. докл. IX Всероссийского ГИС-форума «Геоинформационные технологии. Управление. Природопользование. Бизнес. Образование», Москва, 6–10 июня 2002 г. – М. : ГИС-Ассоц. Рос. Федерации, 2002. – С. 19–21.
2. Курлович, Д.М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси / Д.М. Курлович // Земля Беларуси. – 2013. – № 4. – С. 42–48.

ФОРМИРОВАНИЕ АТЛАСА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРРИТОРИИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ БИОСИСТЕМ

Д. В. Лаппо

студентка 5 курса кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Д. М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Темой данной работы является изучение пространственно-временных изменений состояния биосистем Березинского биосферного заповедника по метеорологическим данным и данным дистанционного зондирования Земли (ДДЗ).

В настоящее время методы ДДЗ широко применяются для решения самых разнообразных задач, в том числе и для оценки состояния растительного покрова.

Растительность изменяется в течение годовичного и многолетнего циклов. Сезонное развитие высших растений состоит из сменяющих друг друга фенологических фаз, по мере прохождения которых происходят морфологические трансформации растений. Феноявления наступают и протекают под воздействием биологических и климатических факторов и служат прекрасным показателем экоклиматических условий местности.

Таким образом, целью данной работы является выявление закономерностей динамики биосистем путём комплексного анализа ДДЗ и метеорологических данных, формирование модели биопродуктивности болотных экосистем в зависимости от метеорологических условий.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Формирование и обработка архива метеонаблюдений за период 2010-2015 гг.;
2. Формирование и предварительная обработка архива космических снимков.;
3. Расчет наиболее репрезентативных спектральных индексов для оценки состояния биосистем;
4. Оценка состояния растительности с помощью комплексного анализа метеорологических данных и индексных изображений.

Работа включает в себя два этапа. На первом этапе формируется архив метеонаблюдений, рассчитывается тепло- и влагообеспеченность и формируется атлас Березинского биосферного заповедника, характеризующий метеорологические условия территории. На втором этапе происходит обработка данных дистанционного зондирования, расчет вегетационных индексов и анализ состояния растительности в Березинском биосферном заповеднике за 2010 – 2015 гг.

В настоящей публикации представлены результаты первого этапа исследований.

Для оценки метеорологических условий Березинского биосферного заповедника за 2010 – 2015 годы были использованы данные открытого архива метеонаблюдений <http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdo>. Были обработаны данные метеостанций, находящихся в пределах 100 км от территории заповедника. Для исследований были взяты метеорологические данные станций Березино, Борисов, Верхнедвинск, Докшицы, Лепель, Минск, Полоцк, Сенно, Шарковщина.

На основе полученных результатов для Березинского биосферного были рассчитаны основные метеорологические показатели:

- средняя температура воздуха, минимумы, максимумы температур;
- количество осадков;
- влажность воздуха;
- отклонения средней температуры воздуха и количества осадков от средних многолетних значений;
- гидротермический коэффициент по Селянинову, его отклонение от средних многолетних значений;
- даты первых и последних заморозков;
- даты перехода среднесуточной температуры через 0°C, 5°C, 10°C, 15°C, продолжительность периодов, выше этих температур;
- продолжительность залегания снежного покрова.

Последним этапом данной части работы было составление метеорологического атласа территории. Путем интерполяции полученных значений в программе Arc GIS 10 были построены карты, и сформирован атлас территории заповедника, характеризующий метеорологические условия произрастания растительности (рисунок 1).

На основе полученных данных была дана характеристика и оценка метеорологических условий произрастания растительности в Березинском заповеднике в период с 2010 по 2015 гг.

Так, период наблюдений с 2010 по 2015 гг. характеризуется благоприятными термическими условиями для вегетации растений. Однако хорошо заметны колебания в ресурсах влаги, и, хотя годовые значения не значительны, но наблюдаются экстремально низкие суммы осадков на протяжении вегетационного периода, что не может хорошо влиять на растительность.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС «ОПЕРАТОР» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ВОЙСК

М. А. Лозовой, А. С. Степанец

курсанты 4 курса общевойсковой кафедры военного факультета
Белорусского государственного университета

О. В. Руденков

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

Одним из элементов современных информационных технологий, интегрированных в систему управления войсками, являются геоинформационные системы, позволяющие более наглядно показать информацию, нанесенную на карту.

Трехмерная модель местности представляет собой поверхность, построенную с учетом рельефа, на которую может быть наложено изображение векторной или растровой карты, а также расположенные на ней трехмерные объекты. На трехмерной модели можно увидеть как наземные, так и подземные объекты.

На сегодняшний день в Вооруженных силах Республики Беларусь применяются следующие ГИС: ИГИС «Интеграция» (ОАО НИИ ТП), ГИС «Карта 2011» (ЗАО «КБ Панорама»), ГИС «Оператор» (ЗАО «КБ Панорама»).

Основными данными, используемыми для построения 3D-моделей в навигационно-топографической службе Вооруженных сил Республики Беларусь, являются векторная карта в формате .sxf, .map, .sit, матрица высот, триангуляционная модель рельефа, классификатор карты, библиотека трехмерных моделей объектов, цифровые фотоснимки местности и цифровые фотографии объектов местности.

Матрицу высот можно получить несколькими способами:

- Фотограмметрическая обработка данных дистанционного зондирования Земли;
- Обработка материалов лазерного сканирования;
- Обработка двумерных электронных карт;
- Импорт данных из обменных форматов.

Полученную матрицу высот в дальнейшем можно использовать для визуализации рельефа в трехмерной модели с использованием растровых данных.

В зависимости от решаемых задач 3D-модели могут различаться по площади отображаемой территории, а также степени детализации объектов местности и оперативной обстановки.

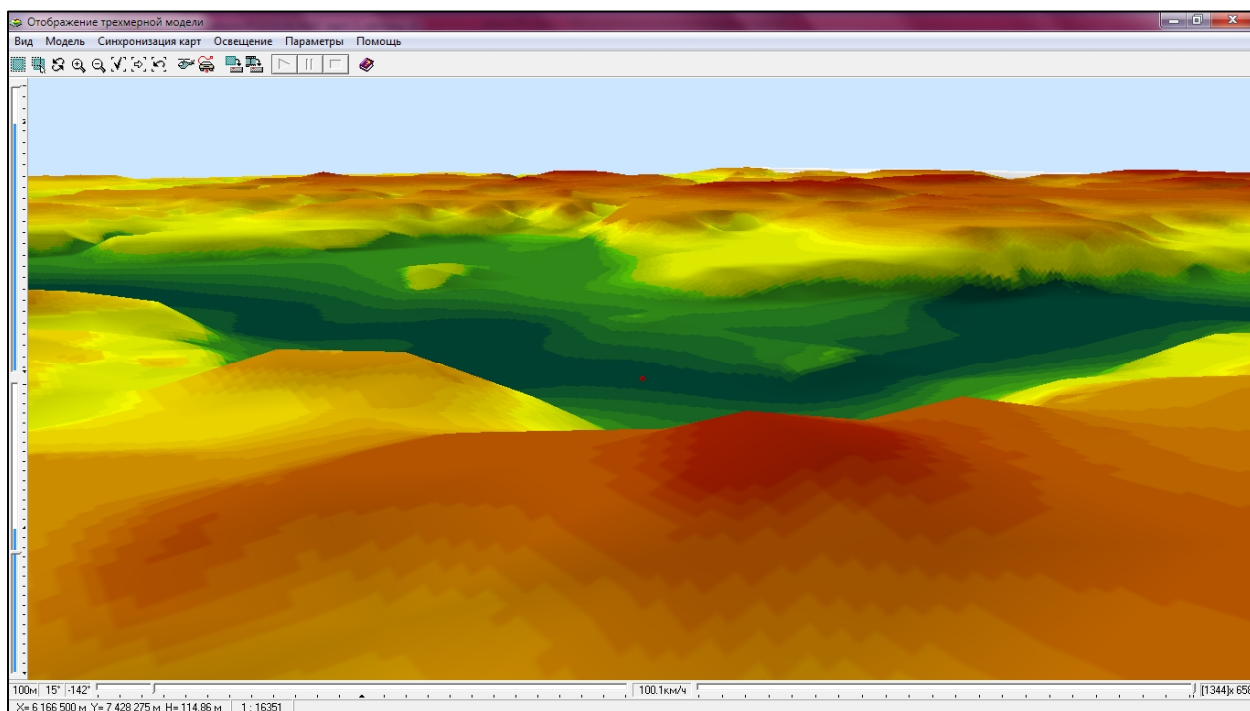


Рисунок 1 – Визуализированная в трехмерном масштабе матрица высот

Геоинформационные системы, функционирующие в Вооруженных Силах Республики Беларусь, позволяют создавать трехмерные модели для их дальнейшего использования в ходе решения вопросов национальной обороны государства, координации деятельности с другими министерствами и ведомствами. Существует возможность применения трехмерных моделей местности во всех уровнях военного управления – от тактического до стратегического.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ЦЕНТРА ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ГРОДНО)

Е. Д. Федорович

студентка 5 курса кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Д. М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Доступность центра города является одним из важнейших факторов при проведении кадастровой оценки земель населенных пунктов. Для оценки транспортной доступности центра города в среде ArcGIS при помощи инструмента «Множественный буфер» строятся буферные зоны от границ центра города в 833, 1666, 2499, 3332 и 4165 метров в соответствии с ТКП

52.2.01-2011 «Оценка стоимости объектов гражданских прав. Порядок кадастровой оценки земель, земельных участков населенных пунктов Республики Беларусь» (рисунок 1а).

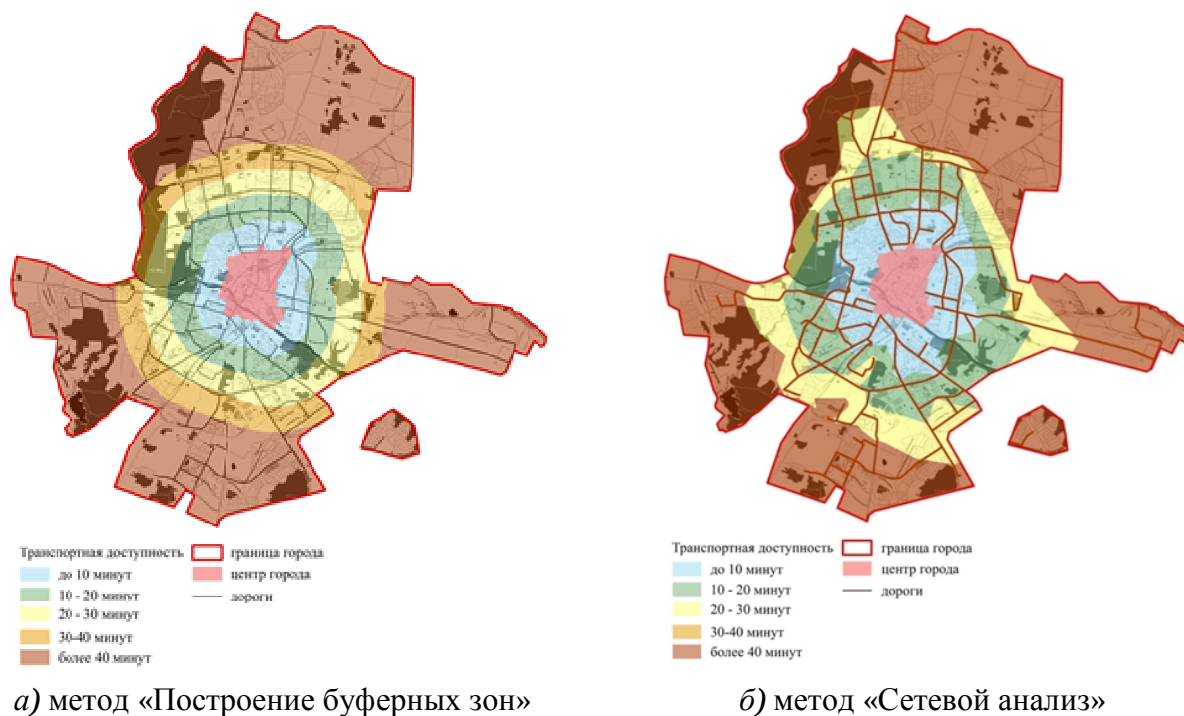


Рисунок 1 – Транспортная доступность центра г. Гродно

Но для крупных городов с развитой сетью общественного транспорта, наличием природных и антропогенных преград в виде рек и железных дорог следует проводить анализ транспортной доступности центра города по сети автомобильных дорог и общественного транспорта с учетом существующих преград.

Оценить транспортную доступность центра города в соответствии с поставленными выше требованиями позволяет модуль ГИС ArcGIS Network Analyst.

Для выполнения сетевого анализа используется набор сетевых данных, моделирующий транспортную сеть. Сеть в данном случае представляет собой систему взаимосвязанных элементов, таких как ребра (линии) и соединения (точки), представляющих собой возможные маршруты из одного местоположения в другое. Набор сетевых данных следит за тем, какие исходные объекты совпадают и обладает политикой связности, которую можно изменять, чтобы в дальнейшем определять, какие из совпадающих объектов действительно связаны.

Для выполнения сетевого анализа необходимо активировать модуль Network Analyst, добавить слой набора сетевых данных, настроить параметры сетевого анализа, установить «преграды» и перейти к выполнению операции «Новая область обслуживания». Результатом проделанных операций является полученная карта доступности центра города при пользовании общественным транспортом (рисунок 1б).

Проанализировав две полученные карты, построенные для территории г. Гродно следует отметить явные достоинства и недостатки обоих методов: «Построение буферных зон» и «Сетевой анализ».

Недостатками метода «Построение буферных зон» являются:

- 1) при их создании не учитываются естественные и антропогенные препятствия, такие как объекты гидрографии, здания, заградительные сооружения и прочие;
- 2) не учитывается скоростной режим перемещения;
- 3) не учитываются дороги с односторонним движением, вся дорожная сеть принимается за двустороннюю.

Следует отметить, что полученная в результате анализа сетевой осевой модели дорожной сети карта г. Гродно этих недостатков лишена. Достоинством данного метода является возможность учета различной скорости движения для разных видов транспорта (автобусы, троллейбусы). Также при ее создании учитывается время прохождения каждого отдельного участка дороги, что делает модель значительно более точной, а привязанность построенных зон к элементам осей дорог – более достоверной.

Таким образом, при определении транспортной доступности крупных городов с развитой сетью общественного транспорта, наличием природных и антропогенных преград в виде рек и железных дорог рекомендуется воздержаться от использования метода «построение буферных зон». Использовать их в редких случаях, для оценки транспортной доступности небольших населенных пунктов, при отсутствии природных преград, а так же со слабо развитой сетью общественного транспорта.

НОМИНАЦИЯ «СОЗДАНИЕ ГИС ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОГО И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА»

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ УЧЕБНЫХ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ШАБЛОНА STORY MAP CROWDSOURCE

А. И. Бацкалевич, Д. А. Тищук

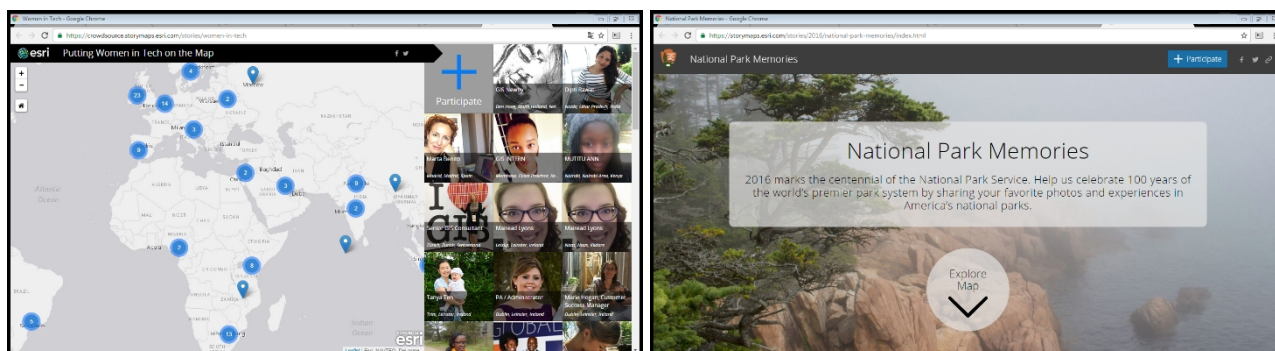
студенты 3 курса кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

С. М. Токарчук

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

Приложение Story Map Crowdsourcing позволяет публиковать и управлять краудсорсинговой историей, в которую все могут добавлять фотографии с подписями. Ее можно использовать для вовлечения широкой общественности в интересующую тему, а также для сбора фотографических или иных данных. Для участия в краудсорсинговой истории пользователи должны заходить под своими учетными записями Facebook, Google или ArcGIS, или использовать гостевую опцию. Также в шаблоне существует функция проверки, которая позволяет просматривать и подтверждать внесённую участниками проекта информацию.

Анализ существующих приложений Story Map Crowdsourcing (<https://storymaps.arcgis.com/ru/app-list/crowdsourcing/gallery/#s=0&md=storymaps-apps:crowdsourcing>) позволил ознакомиться с базой приложений, которые являются различными по исполнению и наполнению. Просмотр историй показал, что все они выполнены на иностранных языках (преимущественно английском), большинство приложений преследует популярные (например, приложение «Женщины в технике» (рисунок 1а) или научно-популярные цели (например, приложение «Воспоминания о национальных парках», рисунок 1б).



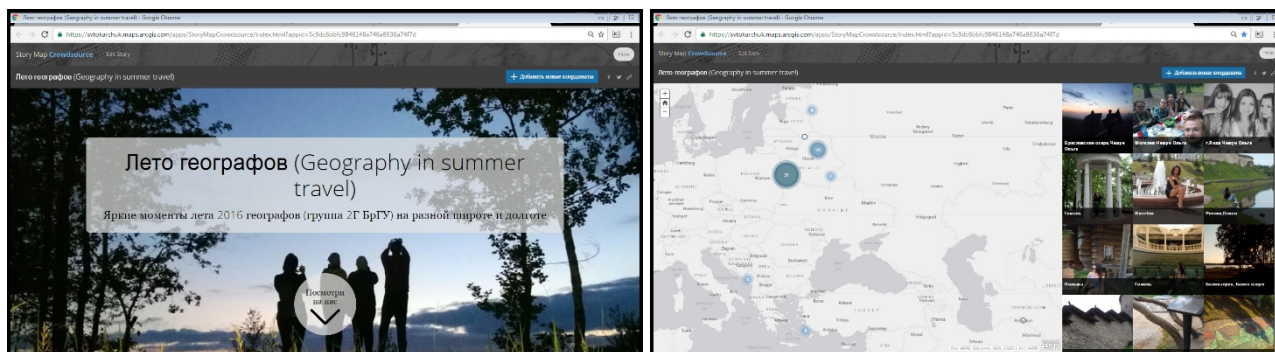
а) популярное приложение

б) научно-популярное приложение

Рисунок 1 – Фрагменты краудсорсинговых историй

Работа с шаблонами ArcGIS Online «Story Maps» проводилась в рамках лабораторных занятий по курсу «ГИС-технологии». Работа с шаблоном Story Map Crowdsourcing проходила в течении нескольких лабораторных занятий и выполнялась в два этапа: (1) создание общего (всей учебной группой) проекта и (2) разработка и создание индивидуальных проектов (одиночных или в группах по несколько человек).

На первом этапе всей группой была составлена краудсорсная история «Лето географов» (рисунок 2).



а) титульная страница приложения

б) карта приложения

Рисунок 2 – Общее приложение Story Map Crowdsourcing «Лето географов»

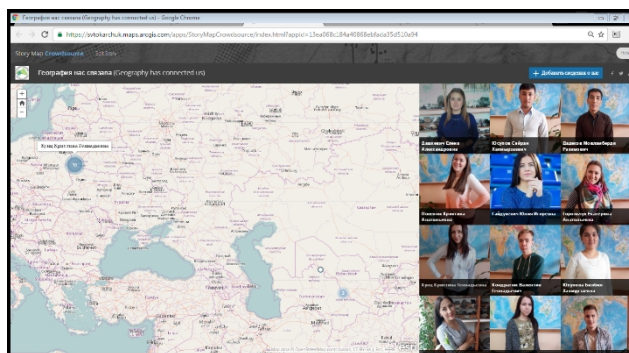
Проект являлся первым опытом создания краудсорсной истории в нашей учебной группе, где каждый студент принимал непосредственное участие в наполнении проекта своими фотографиями и подписями к ним.

На втором этапе проводилось создание индивидуальных проектов с учетом следующих требований: (1) проект должен быть научным или научно-популярным приложением; (2) все содержание приложения заполняется только участниками данного проекта с учетом однотипности подаваемого материала (составление названий и описаний по шаблону, добавление фотографического материала с одинаковыми параметрами и др.); (3) составить подробное описание проекта и сделать его презентацию.

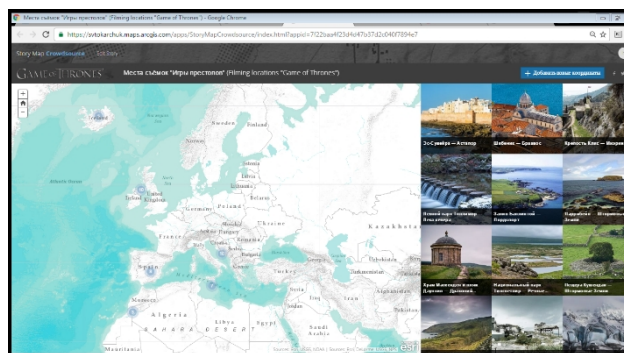
Участниками нашей учебной группой был подготовлен ряд проектов, разных по своей сути и перспективам дальнейшего использования:

1. Проект «География нас связала» (<http://arcg.is/2dwCNDo>) (рисунок 3а);
2. Проект «Места съёмок «Игры престолов»» (<http://arcg.is/2dwDdt>) (рисунок 3б);
3. Проект «Национальные блюда Евразии» (<http://arcg.is/2dUFGOh>) (рисунок 3в);
4. Проект «Посткроссинг – с мира по открытке» (<http://arcg.is/2e0ZGQN>) (рисунок 3г);
5. Проект «Самые лучшие места отдыха в Беларуси» (<http://arcg.is/2eB8zlo>) (рисунок 3д);
6. Проект «Достопримечательности Туркменистана» (<http://arcg.is/2elRDwB>) (рисунок 3е).
7. Проект «Мечты географов» (<http://arcg.is/2dwDnkq>) (рисунок 4).

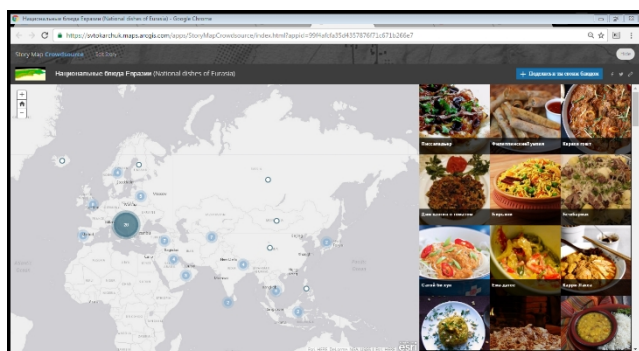
Целью создания нашего проекта («Мечты географов») являлось изучение мест, которые хотели бы посетить студенты нашей группы.



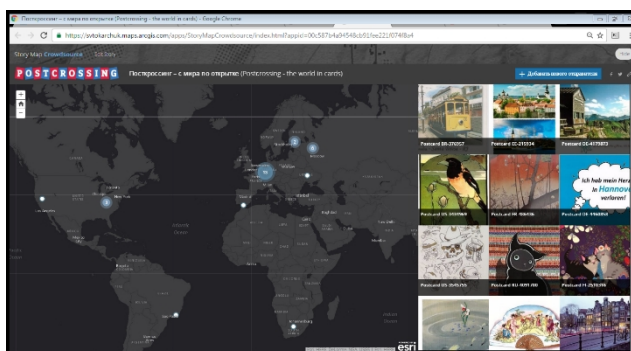
а) «География нас связала»



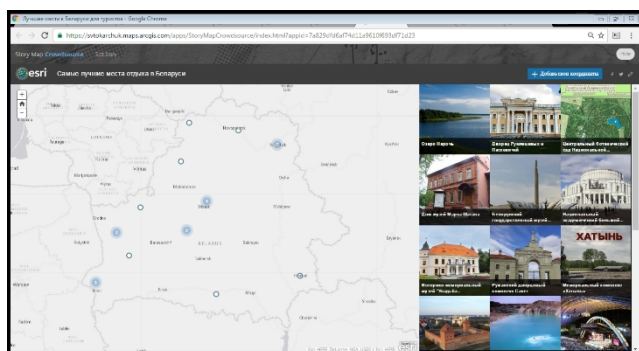
б) «Места съёмок «Игры престолов»»



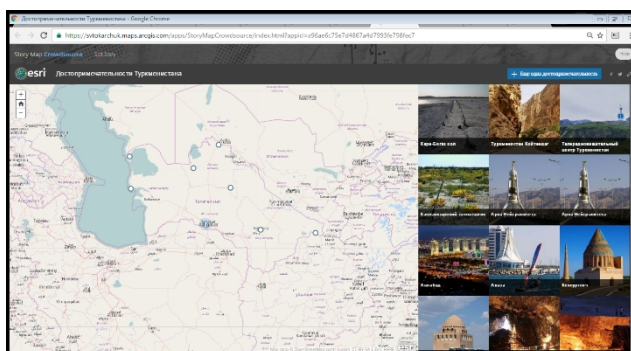
в) «Национальные блюда Евразии»



г) «Посткроссинг – с мира по открытке»



д) «Самые лучшие места отдыха в Беларуси»



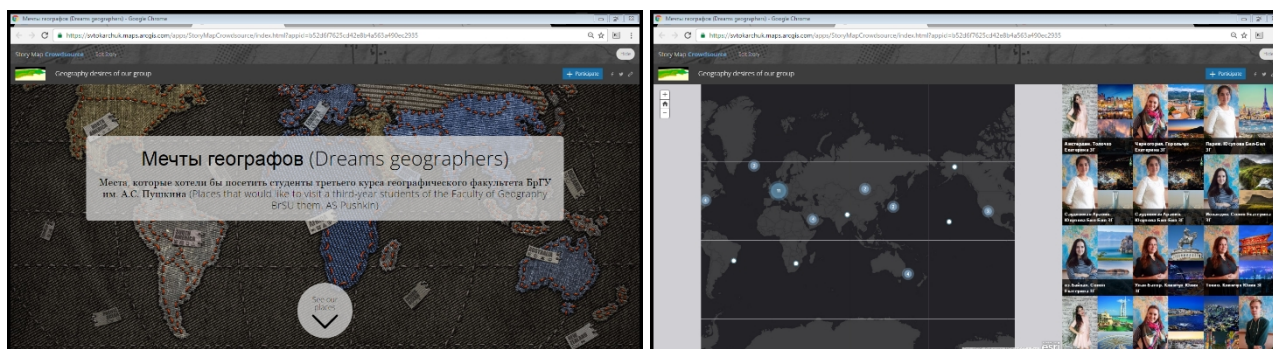
е) «Достопримечательности Туркменистана»

Рисунок 3 – Учебные web-приложения

Для решения вышеуказанной цели были поставлены следующие задачи: (1) социологический опрос студентов группы (вопрос «Укажите три места, которые вы мечтаете посетить»); (2) поиск фотографий студентов и мест, которые они мечтают посетить; (3) создание коллажей из фотографий; (4) нанесение точек на карту с фотоколлажом и описанием места.

Источниками данных для наполнения проекта служили ответы опрашиваемых студентов, полученные в результате социологического опроса и Интернет-ресурсы. Для нанесения точек на карту сперва был выполнен поиск фотографий студентов и мест, которые студенты мечтают посетить (в поисковых системах Яндекс, Google, социальных сетях Вконтакте и Facebook). После получения всех сведений для наполнения проекта были созданы

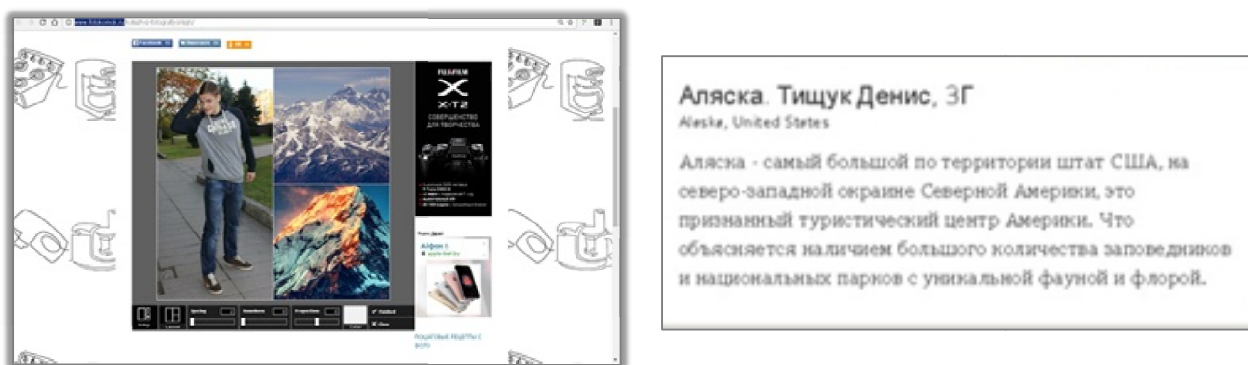
коллажи, с помощью стороннего ресурса <http://www.fotokomok.ru> (рисунок 5а), а также составлены описания мест, которые мечтаем посетить мы и наши однокурсники (рисунок 5б).



а) титульная страница приложения

б) карта приложения

Рисунок 4 – Приложение Story Map Crowdsource «Мечты географов»



а) титульная страница приложения

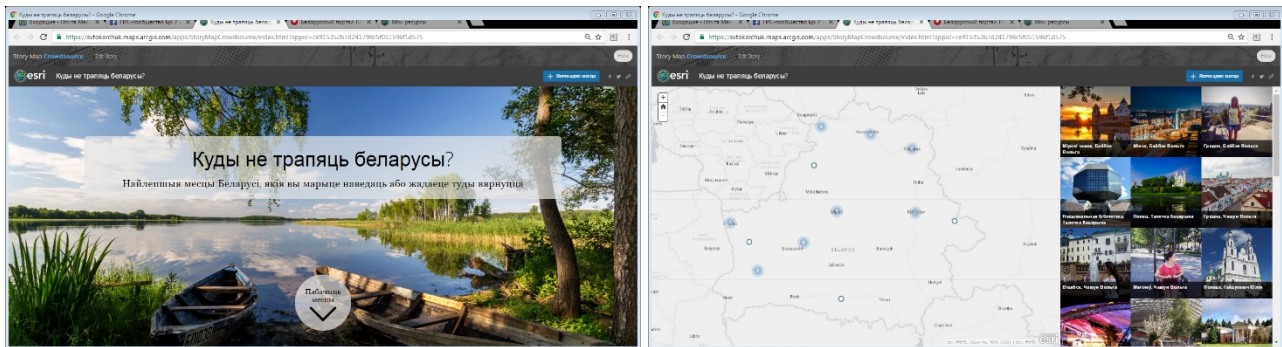
б) карта приложения

Рисунок 5 – Фотоколлаж и описание точки в приложении «Мечты географов»

Далее в стандартную форму приложения Story Map Crowdsource для каждой из точек были занесены, созданный ранее коллаж (рисунок 5а), заглавие, содержащее место желаемого посещения, имя и фамилию студента, учебную группу, местоположения точки, краткое ее описание (рисунок 5б).

При выполнении проекта произошло столкновение с несколькими проблемами. Главной проблемой являлся подбор фотографий мест (городов, стран, объектов) для последующей обработки в стороннем приложении. Наименьшее разрешение картинок мест должно было составлять 1920 на 1080 пикселей, для лучшего качества, создаваемого в будущем коллаже, но сеть интернет не изобилует фотографиями такого разрешения, поэтому на поиск фотографий ушло очень много времени. Из этой проблемы вытекала вторая – поиск стороннего приложения для создания коллажа. Функционал большинства приложений не позволял в полной мере реализовать задумку, т.к. при выходе из редактора фотографии имели разрешение, с которым они не корректно отображались в проекте. Для того, чтобы показать и фотографию человека, и фотографию места, коллаж необходимо было делать квадратным, что не в полной мере позволило отразить место, которое желает посетить человек.

Анализ созданного проекта «Мечты географов» показал, что никто из студентов нашей группы не мечтает посетить Беларусь. В результате чего появилась идея создания отдельного проекта по Беларуси (рисунок 6) (во внеурочное время), при выполнении которого наши одноклассники покажут те места в Беларуси, которые они мечтают посетить. Однако, учитывая, что многие места в Беларуси они уже видели, в проект было предложено добавлять также места, куда они хотели бы вернуться.

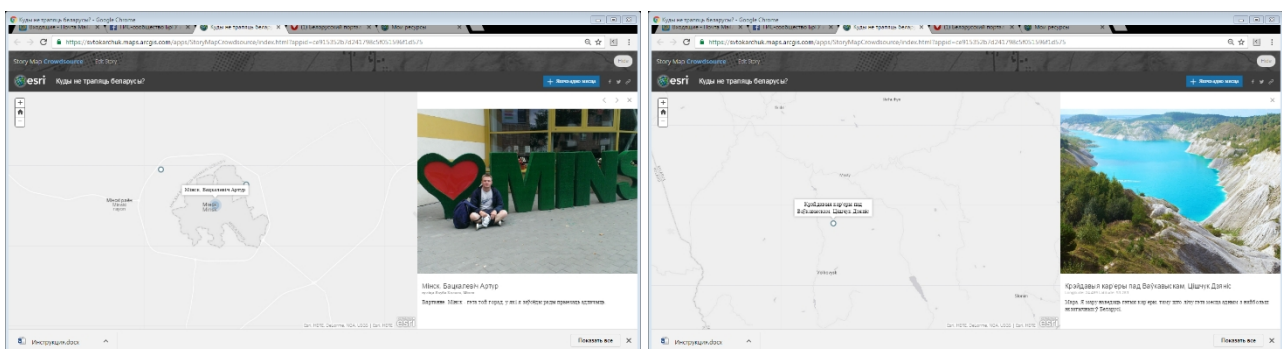


а) титульная страница приложения

б) карта приложения

Рисунок 6 – Приложение Story Map Crowdsource «Куды не трацяць беларусы?»

При создании данного проекта большое внимание было уделено его идее и стилистическому оформлению. В итоге, главными особенностями этого проекта являлись: (1) его создание на белорусском языке; (2) название проекта – это известная цитата из поэмы «Новая земля» Якуба Коласа; (3) создание (добавление точек) проекта осуществлялось лично каждым студентом нашей группы (т.е. данный проект является классической краудсорсной историей); (4) т.к. проект включает те места, которые студенты нашей группы мечтают посетить либо хотят туда вернуться, в историю добавлялись точки двух типов: «Вяртанне» (рисунок 7а), место куда они хотели бы вернуться (с собственной фотографией данного места и желательно самим студентом на данном фото) и «Мара», место которое они мечтают посетить (с заимствованной фотографией из Интернета) (рисунок 7а).



а) точка «Вяртанне»

б) точка «Мара»

Рисунок 7 – Типы точек приложения Story Map Crowdsource «Куды не трацяць беларусы?»

Учитывая опыт и ошибки при создании предыдущих приложений, для реализации данного проекта была разработана специальная инструкция добавления точек интереса, распространенная среди всех участников проекта.

При реализации данных учебных проектов, был не только получен опыт разработки и создания приложений Story Map Crowdsource, но и разработаны основные направления создания подобных приложений для научных целей (в частности, выполнения курсовых проектов), а также основные перспективы дальнейшего использования уже созданных приложений.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОММЕРЧЕСКОЙ ОБЛАЧНОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ARCGIS ONLINE ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВОЛОЖИНСКОГО РАЙОНА

К. С. Клачко, В. В. Рытикова

учащиеся ГУО «Гимназия № 1 г. Воложина»

С. В. Федорако

учитель-методист ГУО «Гимназия № 1 г. Воложина»

Воложинский район имеет сельскохозяйственную специализацию и формирование сети туристических маршрутов на его территории не только создаст условия для решения ряда социально-экономических и экологических проблем, но и поможет защитить и сохранить местные объекты природного и культурного наследия, будет способствовать процессу улучшения качества жизни местного населения. Поэтому эффективная информационная поддержка туристских ресурсов важна как с экономической, так и с социальной точек зрения. Такой подход, с одной стороны, способствует развитию туризма как важной доходной отрасли экономики, а с другой – соответствует культурным и социальным потребностям населения. Однако на сегодняшний день для Воложинского района не существует единого туристического информационного ресурса, который мог бы предоставить пользователям полную информацию о местах отдыха, туристических маршрутах, оказать помощь и сопровождение в пути.

Ключевым элементом туристического информационного ресурса может стать региональная туристическая геоинформационная система, которая будет осуществлять поддержку пользователя в принятии решения о выборе места отдыха, предоставлять исчерпывающую географическую и туристическую информацию об объектах туристической индустрии региона, обеспечивая картографическое воспроизведение данных на любом из избранных уровней масштабирования и с помощью различных аппаратных средств.

В рамках выполнения исследовательской работы была создана информационно-справочная туристическая геоинформационная система (ИСТ ГИС) Воложинского района.

В работе были использованы фактические данные, полученные нами во время экспедиционных исследований по территории Воложинского района,

фондовые материалы отдела образования, спорта и туризма, а также Инспекции природных ресурсов Воложинского райисполкома, опубликованные литературные [2] и картографические источники, ресурсы Internet.

Создание ИСТ ГИС Воложинского района осуществлялось на основе некоммерческой облачной картографической платформы ArcGIS Online.

В качестве пространственного базиса ИСТ ГИС выступали слои свободно распространяемых данных Open Street Map (OSM). Проект был реализован в несколько этапов:

1. Определение инфраструктуры пространственных данных;
2. Формирование исходных слоев проекта;
3. Создание слоя «Граница района»;
4. Наполнение слоя «Историко-культурные объекты»;
5. Наполнение слоя «Инфраструктура обслуживания туризма»;
6. Наполнение слоя «Особо охраняемые природные территории»;
7. Создание слоев экотуристских и туристско-экскурсионных маршрутов;
8. Оформление слоев ИСТ ГИС.

На *первом этапе* была определена инфраструктура пространственных данных ИСТ ГИС Воложинского района. В среде ArcGIS Online в качестве базовой карты был выбран вариант «Open Street Map», представляющий собой готовый для использования и картографический оформленный мультимасштабный набор данных, являющийся совокупностью общедоступных в сети Internet слоев «Административные границы», «Населенные пункты», «Дороги», «Леса» и «Гидрография».

На *втором этапе* с помощью некоммерческой, свободно распространяемой геоинформационной системы «Quantum GIS» были созданы все слои, которые в дальнейшем участвовали в формировании проекта. Был определен тип геометрии слоя (точка, линия либо полигон), созданы атрибутивные поля.

На *третьем этапе* в ArcGIS Online был загружен пустой слой «Граница района». Используя опции редактирования облачной картографической платформы по пространственной основе «Open Street Map» был обрисован полигон Воложинского района.

На *четвертом этапе* в ArcGIS Online был загружен пустой слой «Историко-культурные объекты». Используя опции редактирования ArcGIS Online по пространственной основе «Open Street Map» были созданы все точечные объекты слоя (рисунок 1). В таблице атрибутов слоя для каждого объекта было введено его собственное название и тип, к которому он относится в легенде карты (церковь, костел, дворец и т.д.).

На *пятом этапе* в ArcGIS Online был загружен пустой слой «Инфраструктура обслуживания туризма». Используя опции редактирования облачной картографической платформы по пространственной основе «Open Street Map» и описанию местоположения агроусадьб (данные отдела Отдел образования, спорта и туризма Воложинского районного исполнительного комитета) были созданы все точечные объекты слоя (рисунок 2). В таблице атрибутов слоя для каждого объекта было введено его собственное название и

тип, к которому он относится в легенде карты (агроусадьба, гостиница, зона отдыха, пункт питания).

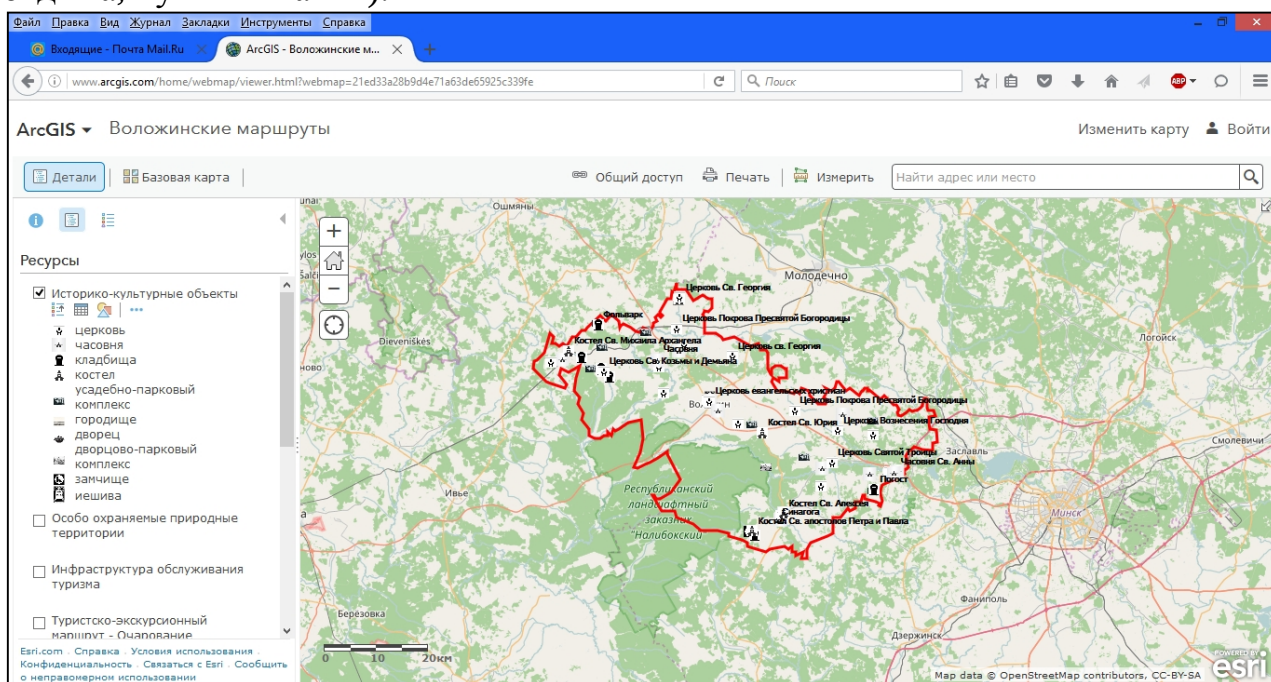


Рисунок 1 – Слой «Историко-культурные объекты» ИСТ ГИС Воложинского района

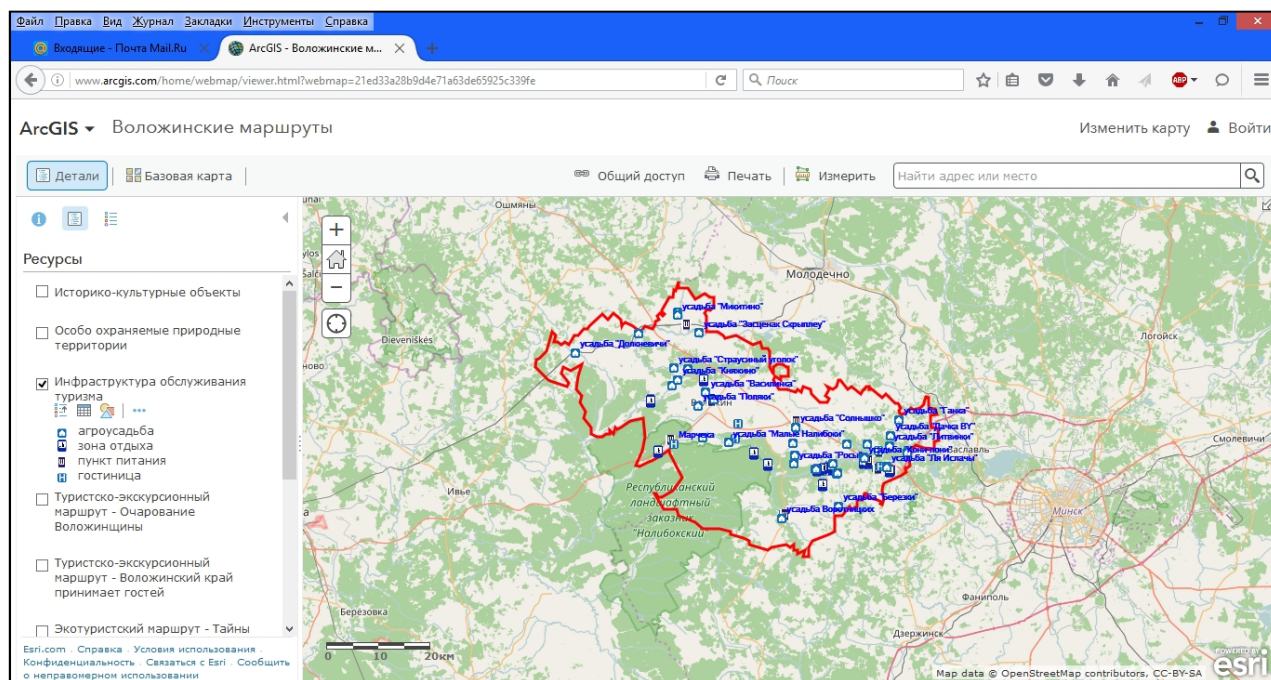


Рисунок 2 – Слой «Инфраструктура обслуживания туризма» ИСТ ГИС Воложинского района

На *шестом этапе* в ArcGIS Online был загружен пустой слой «Особо охраняемые природные территории (ООПТ)». Используя опции редактирования ArcGIS Online по пространственной основе «Open Street Map» и описанию местоположения ООПТ (данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также Инспекции природных ресурсов Воложинского районного исполнительного комитета) были созданы все точечные объекты слоя (рисунок 3). В таблице атрибутов слоя для каждого

объекта было введено его собственное название и тип, к которому он относится в легенде карты (геологические памятники природы республиканского назначения, ботанические памятники природы местного значения т.д.).

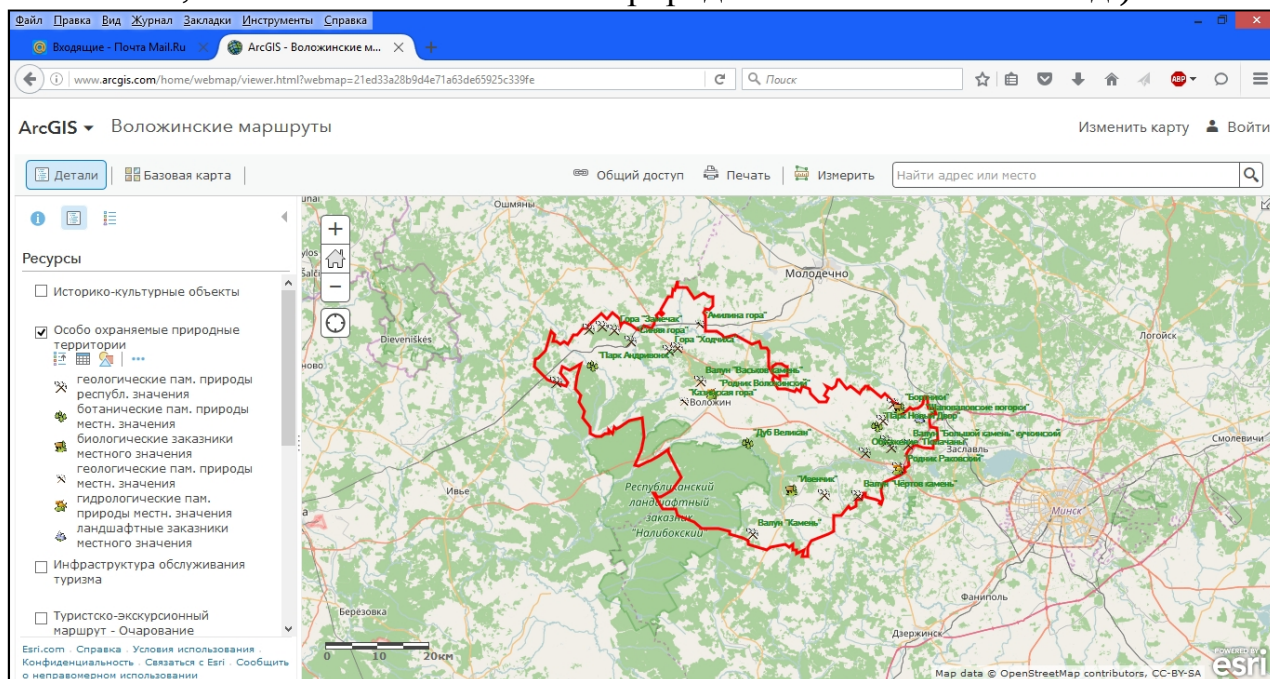


Рисунок 3 – Слой «Особо охраняемые природные территории»
ИСТ ГИС Воложинского района

На *седьмом этапе* в ArcGIS Online были загружены пустые слои экотуристских и туристско-экскурсионных маршрутов. Используя опции редактирования облачной картографической платформы по пространственной основе «Open Street Map» были обрисованы линии маршрутов (рисунок 4).

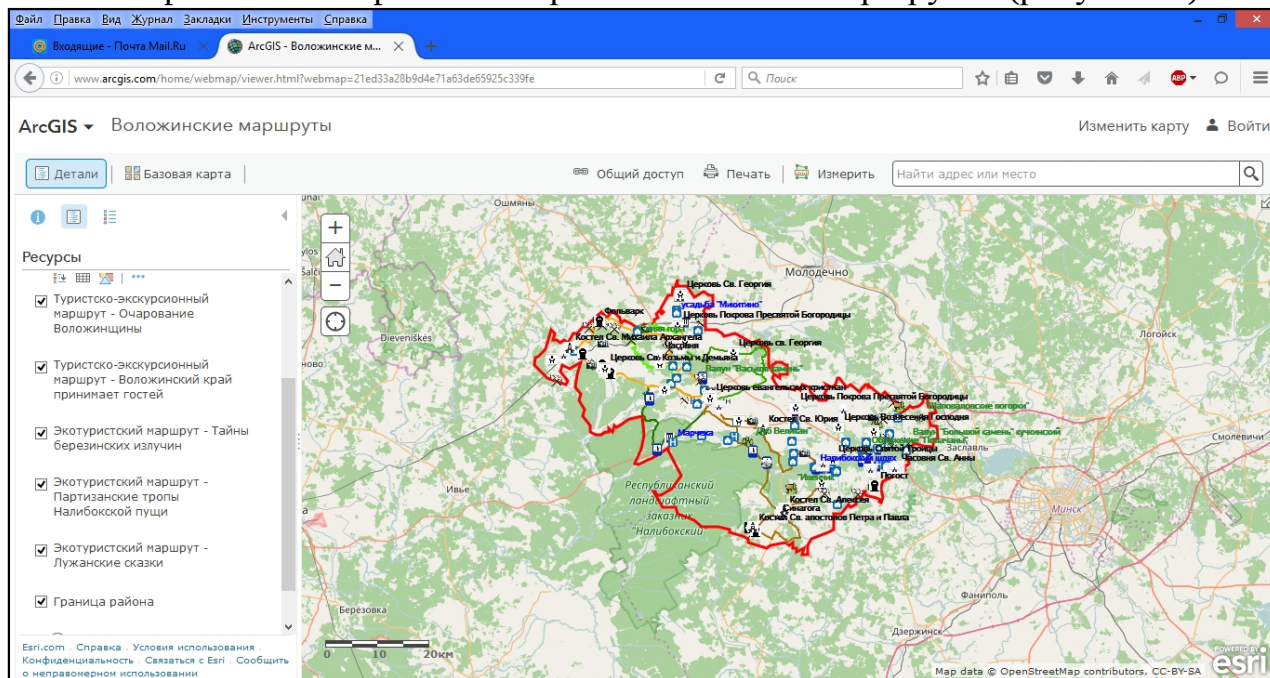


Рисунок 4 – Слои экотуристских и туристско-экскурсионных маршрутов
ИСТ ГИС Воложинского района

При разработке экотуристских и туристско-экскурсионных маршрутов учитывались результаты комплексной оценки значимости родов ландшафтов для туристической деятельности [1], а также своеобразие исторического развития конкретной местности, наличие памятников истории, природоохранных территорий и памятников природы, транспортная доступность.

На *восьмом этапе* было выполнено оформление слоев ИСТ ГИС, сформированы надписи объектов.

В качестве результатов исследований можно выделить следующее. Разработаны 5 экотуристских и туристско-экскурсионных маршрутов, выполнена финансовая их оценка, разработана веб-карта на платформе ArcGIS Online (<http://arcg.is/2g595DV>).

ЛИТЕРАТУРА

1. Курлович, Д.М. Оценка пригодности ландшафтов Воложинского района для туристической деятельности и разработка маршрутов экотуризма / Д.М. Курлович, С.В. Федорако, Е.А. Уланчик // География: проблемы выкладки. – № 2. – 2012. – С. 3-14.
2. Федорако, С.В. Воложиноведение. Комплексная географическая характеристика Воложинского района / С.В. Федорако. – Мн.: МОИРО, 2009. – 102 с.

МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ОПИСАНИЯ КРАСНОЙ КНИГИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА ЯЗЫКЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

**Е. М. Бранцевич, Е. В. Власов, Р. П. Держанович,
Э. Ю. Терлецкий, И. А. Черников**

студенты 4 курса кафедры интеллектуальных информационных технологий
факультета информационных технологий и управления Белорусского
государственного университета информатики и радиоэлектроники

С. А. Самодумкин

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

Исследование и охрана редких видов животных и растений являются приоритетной задачей общества. При этом одну из важных ролей играет ареал обитания, что ставит задачу в плоскости геоинформационных технологий, поскольку знания о территории обитания является системообразующей для интеграции геоданных, в частности обитания редких видов животных и растений, с прикладными предметными областями и в данном случае – биологии. Поэтому синергия геоинформационных технологий с прикладными предметными областями позволяет решать задачи предметных областей на принципиально новом уровне.

В настоящее время существует большое количество географических баз данных и систем, содержащих материалы о современном состоянии редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных.

Геоинформационные системы [1] включают в себя современные методы обработки информации и хранения данных. Применение геоинформационных систем позволяет на качественно новом уровне обеспечить информационной базой практически все службы и на этой основе обеспечить решение технических, экономических и других задач.

Однако подавляющее большинство таких систем осуществляют поиск по ключевым словам на основе заранее заготовленных запросов. Часто необходимо получить ответ на более сложные запросы, учитывающие дополнительную метаинформацию, такие как, «какие виды животных были истреблены за последние пять лет?», «какое растение распространено под городом Минск в качестве индикатора широколиственных лесов?». Традиционные методы не позволяют эффективно реализовать подобного рода задачи.

В данной работе предлагается модель представления информации о «Красной книге Республики Беларусь» [2] с использованием семантических сетей с базовой теоретико-множественной интерпретацией, где основным способом кодирования является SC-код (Sematic Code).

Для формального описания предметной области в первую очередь необходимо проанализировать ключевые сущности. К ним относятся: исчезающие виды животных, исчезающие виды растений, категории охраны, численность, меры охраны и др.

Кроме того, необходимо выделить ряд отношений, описывающих связи между выделенными сущностями предметной области: основные факторы угрозы, биология, описание, категория охраны, места обнаружения, отряд, семейство и др.

Все ключевые понятия описываются в онтологии «Предметная область» Красной книги Республики Беларусь.

Ключевыми объектами описания структуры Красной книги является его декомпозиция на разделы и подразделы, краткая информация о каждом структурном подразделе. Рассмотрим пример описания структуры Красной книги Республики Беларусь и исчезающего вида на языке SCn.

На рисунке 1 приведена декомпозиция Красной книги на разделы. На рисунке 2 представлена структура раздела растений, а на рисунке 3 – структура раздела животных.



Рисунок 1 – Декомпозиция «Красной книги РБ» на разделы

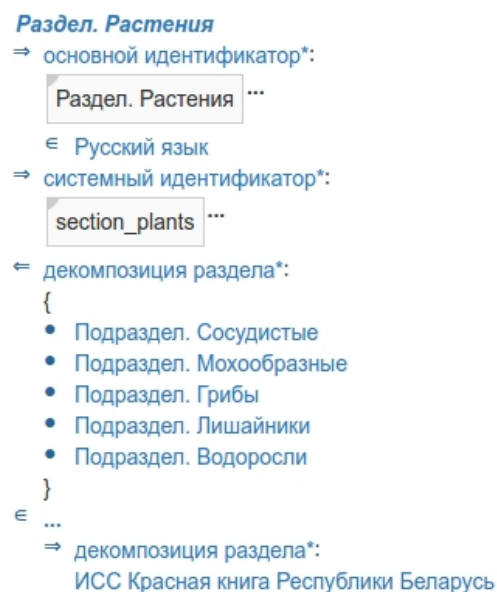


Рисунок 2 – Структура раздела растений

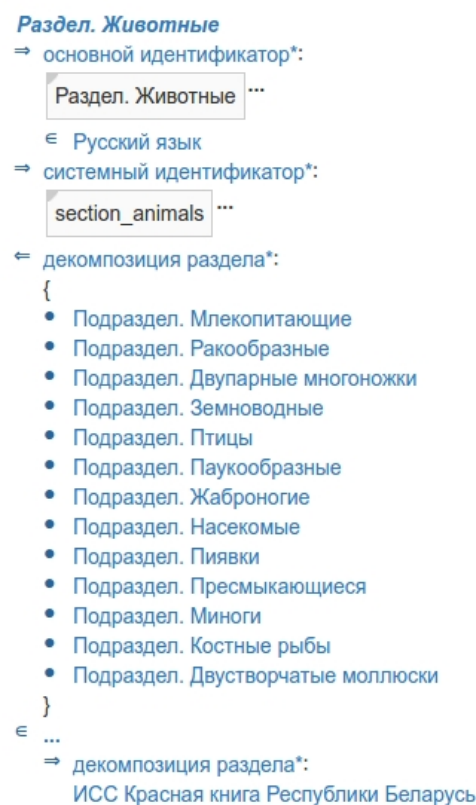


Рисунок 3 – Структура раздела животных

Рассмотрим фрагмент базы знаний, описывающий исчезающий вид. На рисунке 4 приведен пример описания хвоща большого, относящегося к первой категории охраны. Аналогичным образом описываются любые виды животных и растений.

Хвощ большой

основной идентификатор*:

Английский язык

Русский язык

системный идентификатор*:

численность*:

основные факторы угрозы*:

Русский язык

местообитания*:

Русский язык

описание*:

Русский язык

биология*:

Русский язык

статус*:

класс*:

порядок*:

местонахождение*:


семейство*:

распространение*:

Русский язык

меры охраны*:

Русский язык

изображение*:


Рисунок 4 – Описание исчезающего вида «Хвощ большой»

Разработанная онтология может быть использована для описания структуры любого источника о редких и исчезающих видах животных и растений.

Одним из примеров использования разработанной онтологии является разработка базы знаний интеллектуальной системы по Республике Беларусь, выполняемая в рамках открытого проекта OSTIS [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Самодумкин, С.А. Семантическая технология компонентного проектирования интеллектуальных геоинформационных систем/ С.А. Самодумкин, С.И. Сорока, А.И. Махина // Материалы Междунар. научн.-техн. конф. «Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2011)», Минск, 10-12 февраля 2011 г. – Минск: БГУИР, 2011. – С. 505-514
2. Красная книга Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://redbook.minpriroda.gov.by>.
3. Документация. Технология OSTIS. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ims.ostis.net>.

СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «НАВИГАТОР БАНКОМАТОВ Г. МИНСКА»

Т. И. Зарипов, Е. О. Малин, В. Э. Лигер, М. В. Чернушевич
студенты 5 курса кафедры почвоведения и ЗИС географического факультета
Белорусского государственного университета

С. Н. Прокопович
ст. преподаватель кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Белорусские банки регулярно публикуют на своих официальных сайтах подробную информацию о собственных сетях розничных услуг для населения. Однако разрозненность этих данных и используемый формат распространения затрудняет оперативный поиск нужной услуги гражданами и затрудняет развитие в республике электронных платежных систем. К примеру, если у вас несколько банковских карт разных банков, то поиск необходимого отделения банка или банкомата для снятия денег становится огромной проблемой. К тому же, большинство банков имеет партнерские соглашения между собой, которые позволяют снимать деньги резидентам других финансовых организаций без комиссии. Однако эта информация нигде не афишируется и нет четкой системы для простых пользователей.

Цель настоящей работы – разработка мобильного информационного приложения для платформы Android. Мобильное приложение должно включать в себя сети крупнейших банков, для которых будет реализована одинаковая возможность доступа к информации о банкоматах и отделениях банков. Научной целью нашей работы явилось создание объективной информационной основы для сравнительного анализа охвата банковскими услугами различных территорий в г. Минск.

Согласно подсчетам мобильных операторов, лидирующие позиции рынка мобильных устройств Республики Беларусь остаются за android-устройствами, которым принадлежит, по разным оценкам, от 80 до 90% рынка (в денежном выражении). В связи с этим было решено ограничиться только этой платформой и сконцентрироваться на итоговом результате.

Разработка мобильного приложения была разделена на два параллельно проходивших этапа: 1) сбор и подготовка данных в необходимом формате; 2) собственно разработка мобильного приложения со всем необходимым функционалом.

В начале нашего пути была принята попытка поиска и систематизации всех ныне существующих данных о розничных сетях банков. Однако оказалось, что таких данных как таковых не существует в одном месте.

Как результат, в качестве исходных данных о местоположении АТМ и отделений банков была взята информация из открытого источника OpenStreetMap. Было принято волевое решение оставить только 23 крупнейших банка, поскольку количество отделений у остальных незначительно. Так как исходная точечная тема содержала множество лишних объектов, была сделана выборка по атрибуту, результаты этой выборки были экспортированы в новый shape-файл. Далее была проведена ручная проверка соответствия точек в нашем shape-файле и на официальных сайтах банков.

После в этот shape-файл были добавлены поля адреса точки (address), времени работы (time), номера банка (bank) и тип объекта (type). Адреса точек были получены инструментом «Пересечение» при помощи полигонального shape-файла строений Минска. Для точек, которые не оказались в первоначальном файле данные адреса вносились вручную. Для заполнения остальных полей атрибутивными данными была использована информация с сайта myfin.by и сайты самих банков.

В итоге, для каждого объекта в файле представлены следующие данные:

- тип объекта (банкомат или отделение банка);
- название банка, которому принадлежит объект;
- время работы объекта (напр., круглосуточно);
- адрес объекта;
- геокоординаты объекта (x, y).

Полученный в результате заполнения и обновления shape-файл с целью возможности использования в мобильном приложении был конвертирован в формат JSON и выложен в репозиторий на Github.

После подготовки информации о сетях отдельных банков была подготовлена информация о партнерских соглашениях между банками. Был произведен обзвон call-центров банков для получения наиболее актуальной информации. Полученные данные были подготовлены к использованию и собраны в табличный документ.

Второй этап включал в себя собственно разработку мобильного приложения. Данный этап выполнялся в программе android studio (рисунок 1).

Для того чтобы результат отвечал поставленной задаче, приложение должно выполнять следующие функции:

- возможность просмотра информации об объекте;
- определение местоположения пользователя;
- геокодирование (поиск адреса по запросу);
- просмотр партнерской сети всех банков;

- возможность связи с разработчиком для постоянной актуализации данных.

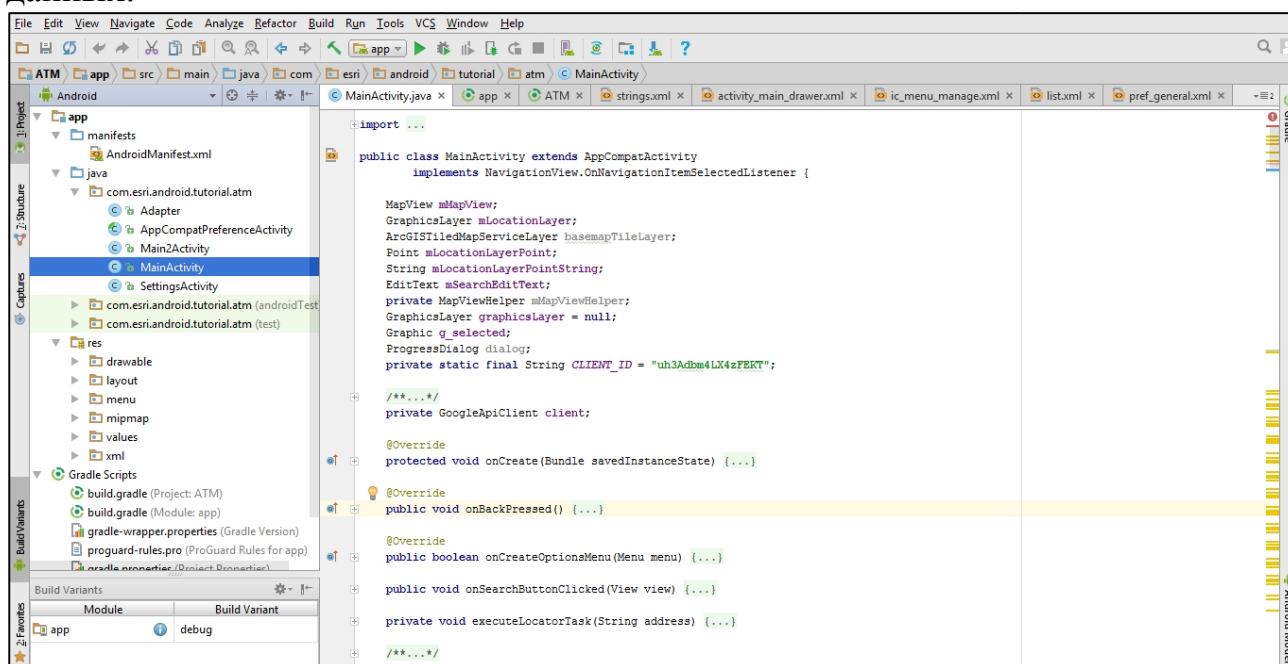


Рисунок 1 – Интерфейс программы Android Studio

Для решения задач, связанных с ГИС, был выбран модуль, предоставляемый компанией ArcGIS: ArcGIS Runtime SDK for Android 10.2.8. Эта SDK (набор для разработки) позволяет обращаться к инструментам ArcGIS Online прямо из интерфейса и проводить ГИС-анализ в приложении. Чтобы подключить данную надстройку для разработки нужно при сборке проекта указать ее в зависимостях (рисунок 2).

```
dependencies {
    compile fileTree(dir: 'libs', include: ['*.jar'])
    androidTestCompile('com.android.support.test.espresso:espresso-core:2.2.2', {
        exclude group: 'com.android.support', module: 'support-annotations'
    })
    compile 'com.android.support:appcompat-v7:25.0.0'
    compile 'com.android.support:design:25.0.0'
    compile 'com.esri.arcgis.android:arcgis-android:10.2.8-1'
    compile 'com.google.android.gms:play-services-appindexing:9.6.1'
    compile 'com.android.support:support-v4:25.0.0'
    compile 'com.android.support:support-vector-drawable:25.0.0'
    compile 'org.jbundle.util.osgi.wrapped.org.jbundle.util.osgi.wrapped.org.apache.http.client:4.1.2'
    testCompile 'junit:junit:4.12'
}
```

Рисунок 2 – Добавление ArcGIS Runtime for Android в зависимости

Построение логики приложения состоит в использовании классов, реализованных через SDK (рисунок 3). Каждой функции соответствует свой класс, отвечающий за это. Класс реализует слой.

Самый нижний слой: подложка. Для подложки было решено выбрать карты OSM. Это связано с тем, что основной объем точек присутствующих в приложении – это данные с OpenStreetMaps. Также большую роль сыграло то, что карты OSM обладают одной из лучших детализаций.

```

MapView mMapView;
GraphicsLayer mLocationLayer;
ArcGISTiledMapServiceLayer basemapTileLayer;
Point mLocationLayerPoint;
String mLocationLayerPointString;
EditText mSearchEditText;
private MapViewHelper mMapViewHelper;
GraphicsLayer graphicsLayer = null;
Graphic g_selected;
ProgressDialog dialog;
private static final String CLIENT_ID;

```

Рисунок 3 – Список классов, необходимых для работы приложения

Следующий слой служит для отображения результатов геокодирования. В приложении используется сервис геокодирования от ArcGIS: geocode.arcgis.com. Он возвращает данные в форме ответа, который содержит координаты и название (либо адрес) точки.

В последующем слое отображаются результаты определения местоположения пользователя. Для этого используются встроенные возможности платформы: поиск по геолокации и поиск по интернет-соединению. В большинстве случаев, достаточно только включенного интернета для работы.

Далее следует слой с результатами отображения банков. Отображение банков происходит в результате обработки JSON-файла, подготовленного в результате первого этапа. При запросе от пользователя происходит скачивание JSON-файла из интернета и далее файл разбирается на несколько объектов «ключ»: «значение». Выборка объектов нужного банка происходит путем сравнения значения в полученном файле и пункта банка.

Как результат работы, на выходе мы получили мобильное приложение, созданное при помощи ArcGIS Runtime for Android (рисунок 4). Мобильное приложение позволяет пользователю узнать местоположение ближайшего банкомата или отделения банка и его время работы.

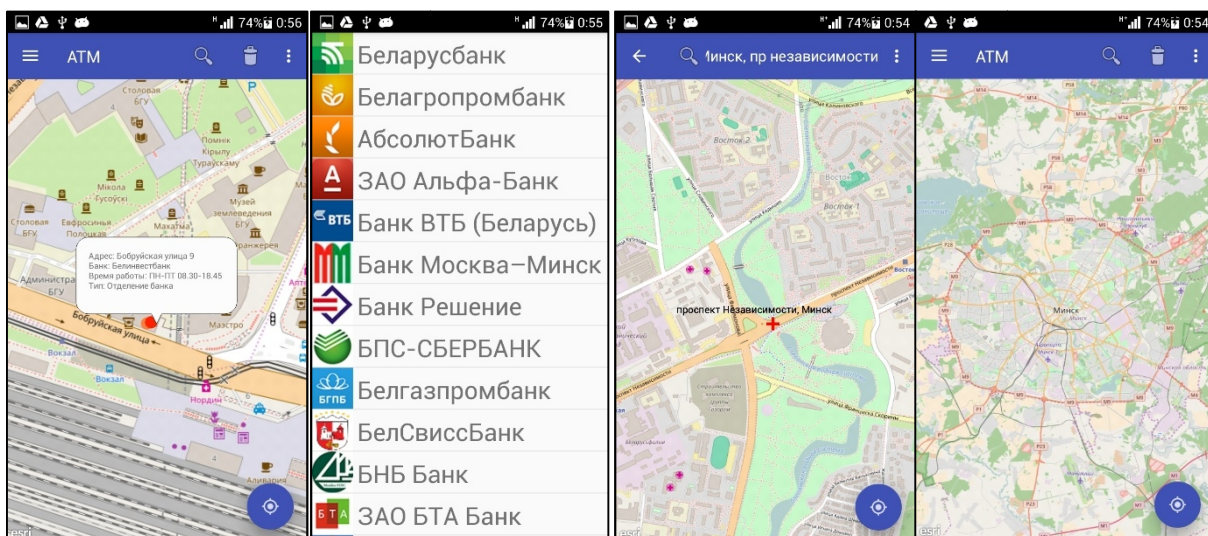


Рисунок 4 – Результат работы (слева направо: 1 – информация о банке, 2 – выбор банка, 3 – результат геолокации, 4 – стартовый экран)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ ARCGIS ONLINE «STORY MAPS» ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА БРЕСТА

Я. Г. Янчук*, В. В. Малыха**

студентка 4 курса* и магистратуры** кафедры географии
и природопользования географического факультета Брестского
государственного университета имени А.С. Пушкина

С. М. Токарчук

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

Ландшафтно-рекреационные территории (ЛРТ) – это озелененные территории городов, основной функцией которых является организация отдыха населения (парки, скверы, бульвары, сады, озелененные территории общественных центров и др.). Общее количество объектов со значительным количеством зеленых насаждений, которые относятся к ландшафтно-рекреационным территориям, в пределах г. Бреста составляет 44, из них 6 – парки, 20 – скверы, 7 – бульвары, 2 сады и 9 – озелененные территории общественных центров. Размещены ЛРТ по территории города неравномерно: больше всего в центральной части города, преимущественно в микрорайонах «Центр» и «Восток».

В настоящей работе представлены результаты web-картографирования ЛРТ Бреста с использованием различных типов приложений ArcGIS Online «Story Maps». Реализация web-приложений проводилась на основании базы данных ЛРТ Бреста, составленной на основании фондовых данных управления архитектуры и градостроительства Брестского городского исполнительного комитета (рисунок 1), а также литературных и интернет-источников.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Насаждения	Местоположение	Принадлежность	Общая площадь, га	Из них озелененные территории, га	Число деревьев, шт.	Год создания	Благоустройство
2	1. Парк воинов-интернационалистов	ул. Московская	Городская собственность	31	27,1	-	1977	скамейки, МАФы, дорожки, аттракционы, игровые площадки
3	2. Парк культуры и отдыха имени 1 мая	ул. Ленина	Городская собственность	25	17,9	3014	1906	скамейки, МАФы, дорожки, аттракционы, игровые площадки
4	3. Парк "Дубрава"	ул. Дубровская	Городская собственность	11	10	-	2008	-
5	4. Парк "Мира"	Партизанский проспект - ул. Я. Купалы	Городская собственность	3,91	2,5	-	1984	скамейки, МАФ, дорожки, аттракционы
6	5. Мемориальный комплекс "Брестская крепость-герой"	Брестская крепость	Городская собственность	69,25	40,2	3522	1971	скамейки, дорожки, МАФ, памятники, скульптуры

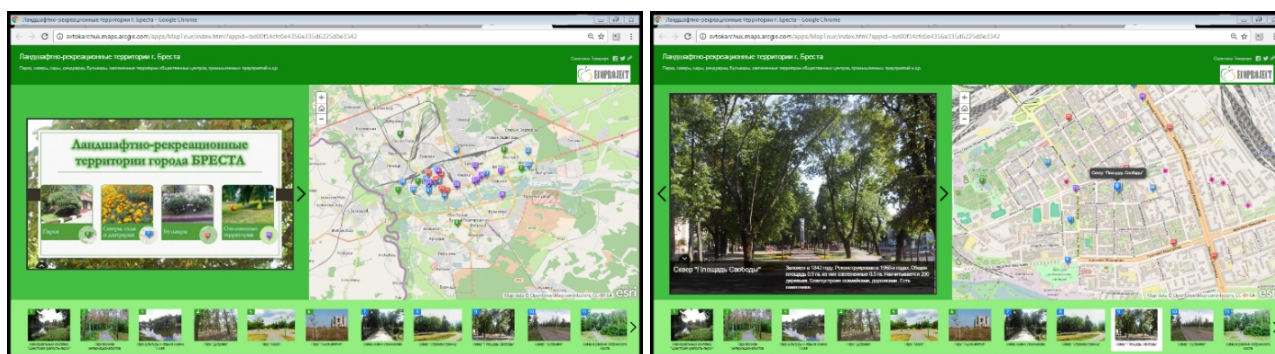
Рисунок 1 – Фрагмент базы данных Excel
«Ландшафтно-рекреационные территории Бреста»

Кроме того, для составления web-приложений были проведены собственные исследования, в результате которых была составлена обширная фотографическая база данных и проведена паспортизация всех ЛРТ Бреста.

В настоящее время, для изучения особенностей распространения и основных характеристик ЛРТ Бреста создано значительное количество web-приложений с использованием различных типов шаблонов ArcGIS Online «Story Maps». Применение разных шаблонов позволяет более полноценно представить ландшафтно-рекреационные территории Бреста на карте города и их основные характеристики.

Шаблон «*Story Map Tour*» используется для создания карты с последовательным повествованием на основе местоположений, которое сопровождается изображениями и видео. Каждая «точка повествования» имеет геолокацию. Все объекты в приложении можно группировать по какому-либо признаку с использованием четырех стандартных цветов маркеров. При изучении приложения можно последовательно продвигаться по списку объектов или пролистывать его с помощью карты или карусели изображений.

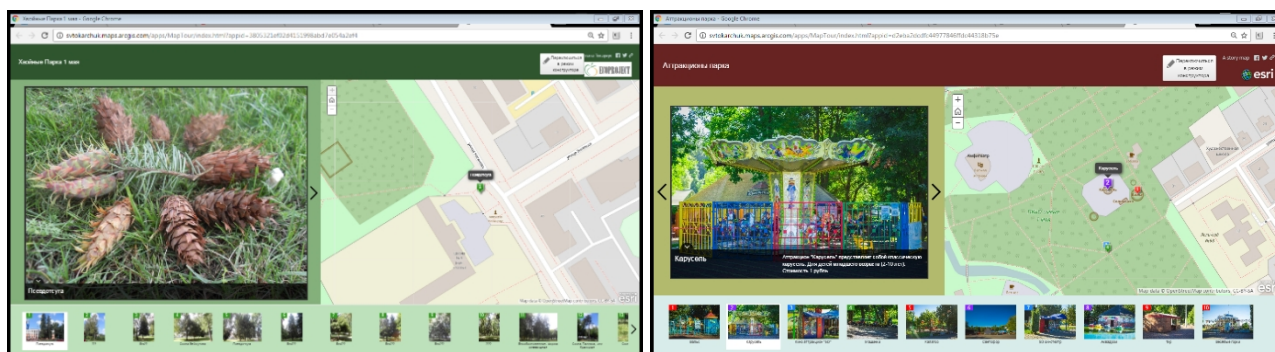
С использованием данного шаблона создано полное инвентаризационное приложение ЛРТ Бреста (рисунок 2), ряд инвентаризационных карт (рисунок 3), а также маршрутные приложения (рисунок 4).



а) титульная страница

б) точка «Сквер «Площадь Свободы»»

Рисунок 2 – Web-приложение «Ландшафтно-рекреационные территории Бреста»



а) приложение «Хвойные Парка 1 Мая»

б) приложение «Аттракционы Парка 1 Мая»

Рисунок 3 – Инвентаризационные web-приложения

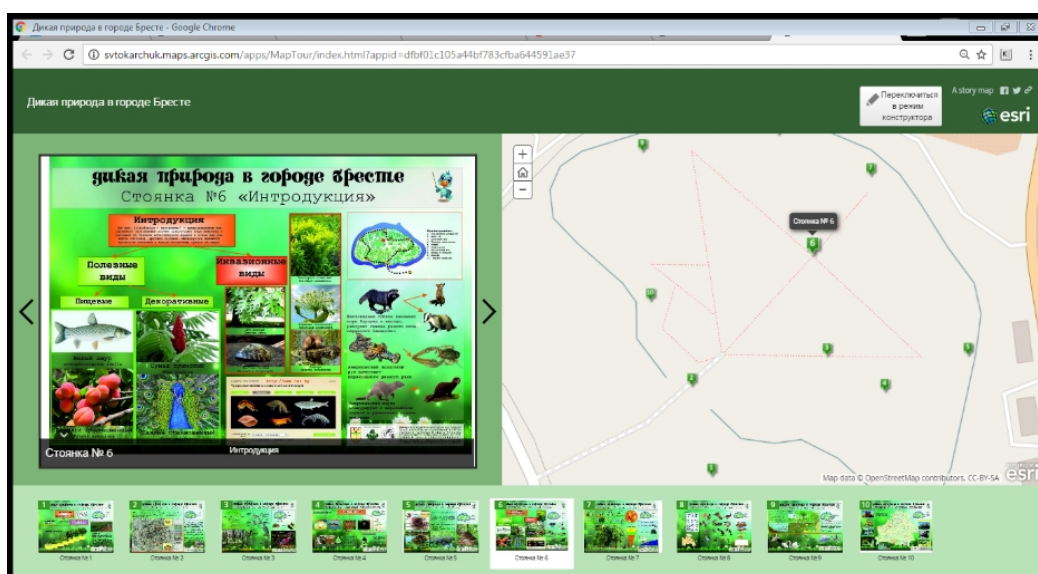
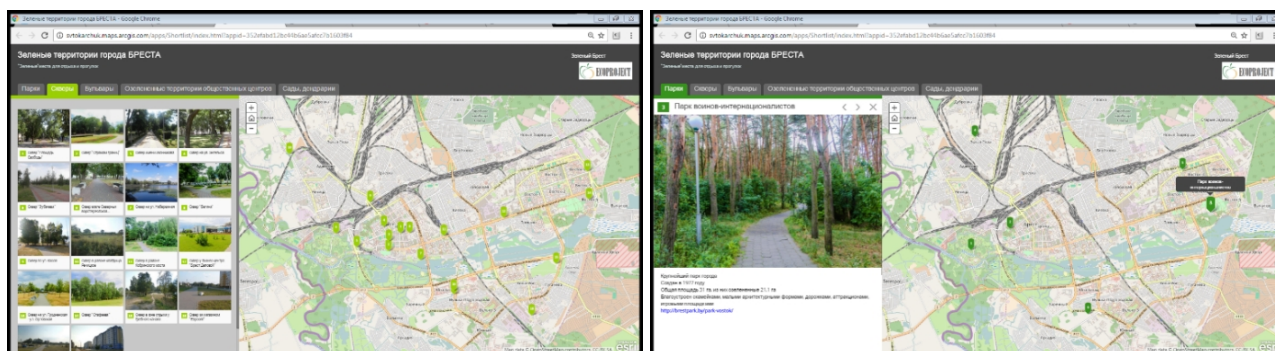


Рисунок 4 – Маршрутное web-приложение «Дикая природа в городе Бресте»
(Экологическая тропа на базе дендропарка БрГУ имени А.С. Пушкина)

Шаблон «*Story Map Shortlist*» используется для создания карт с группировкой ЛРТ и их отдельных объектов по вкладкам. При использовании данных приложений можно получить дополнительные сведения о картируемых объектах либо во вкладках, либо на карте. Кроме того, вкладки автоматически обновляются, когда пользователь перемещается по карте, и отображают нанесенные на карту объекты в текущем экстенсте.

С использованием данного шаблона создано полное инвентаризационное приложение ЛРТ Бреста (рисунок 5), а также планируется создание ряда инвентаризационных карт.



а) вкладка «Скверы»

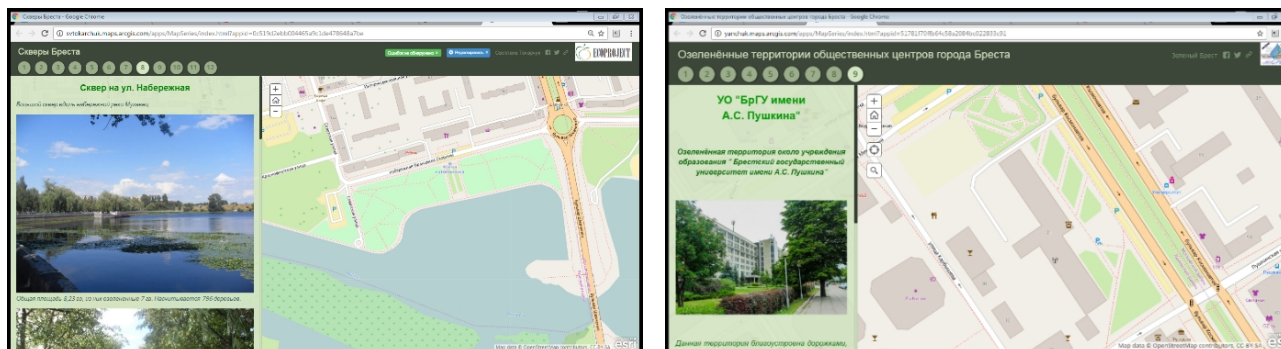
б) точка «Парк воинов-интернационалистов»

Рисунок 5 – Web-приложение «Зеленые территории Бреста»

Шаблон «*Story Map Series*» (с кнопками) представляет собой набор карт с нумерованными кнопками, что позволяет создавать приложения, содержащие большое количество карт или местоположений. Кроме карт, в сериях можно использовать видео, изображения или веб-ресурсы, дополняющие и иллюстрирующие картографический материал приложений. Кроме того, для каждой кнопки приложения можно использовать не только одну фотографию, как в предыдущих шаблонах, а большее количество иллюстраций, также

имеются возможности форматирования текста с использованием цвета, различных шрифтов и некоторых других возможностей.

С использованием данного шаблона созданы инвентаризационные приложения отдельных типов ЛРТ (рисунок 6), а также планируется создание паспортов наиболее крупных (парки, скверы) озелененных территорий.



а) приложение «Скверы Бреста»

б) приложение «Озелененные территории общественных центров Бреста»

Рисунок 6 – Инвентаризационные web-приложения отдельных типов ЛРТ

Шаблон «*Story Map Crowdsourcing*» представляет собой приложение, в которое любой пользователь может добавлять фотографии с подписями. Данный шаблон используется для вовлечения широкой общественности в интересующую тему. Наполнение этих приложений осуществлялось всеми участниками проекта по изучению ЛРТ Бреста. Для реализации данных приложений использовались лицензионные аккаунты ArcGIS Online.

С использованием данного шаблона созданы приложения для сбора фотографического материала, характеризующего ЛРТ Бреста, а также несколько тематических приложений (своеобразных баз данных), на основании которых выполняются научные исследования состояния и основных особенностей озелененных территорий города (рисунок 7).

Базовой картой во всех приложениях выступает карта OpenStreetMap.

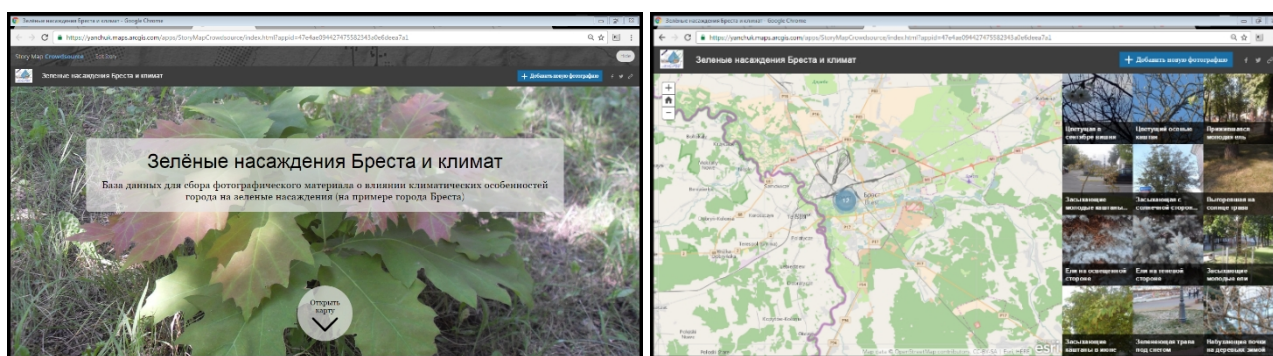
Весь фотографический материал, который использовался при создании приложений, является авторским. Кроме того, необходимо отметить, что происходит обновление фотографий приложений, если в пределах описываемых ЛРТ происходят какие-то существенные изменения (например, спилили дерево, нанесенное на карту, поменяли скамейки, представленные на фотографии и др.).

Местоположения ЛРТ Бреста либо отдельных объектов в их пределах наносились на карту несколькими способами:

1. С использованием особенностей базовой карты (OpenStreetMap), на которой уже нанесены и подписаны многие территории (в первую очередь, крупные – парки, скверы, бульвары).

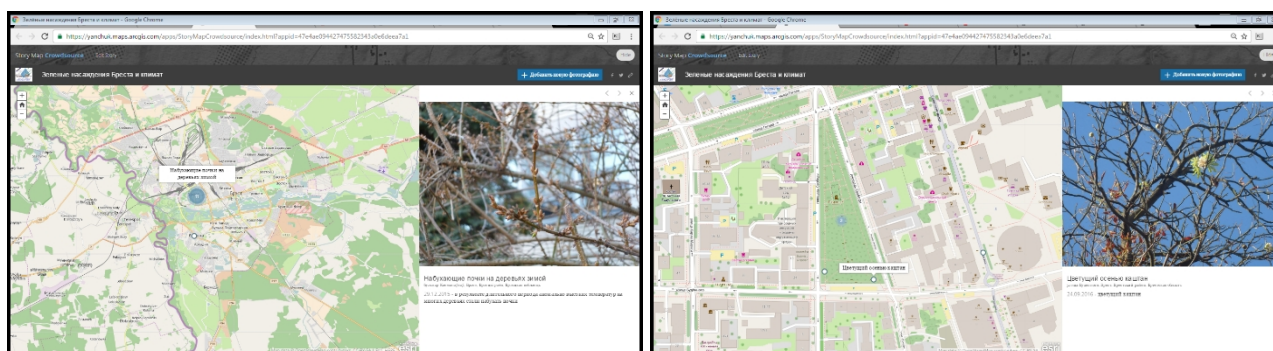
2. С использованием описания местоположения в базе данных, т.е. применялся конкретный адрес местоположения ЛРТ (либо зданий,

расположенных в непосредственной близости к зеленым территориям), уточненный в ходе полевых исследований.



а) титульная страница приложения

б) карта приложения



в) точка «Набухающие почки на деревьях зимой» озелененная территория БрГУ

з) точка «Цветущий осенью каштан» сквер «Площадь Свободы»

Рисунок 7 – Тематическое web-приложение «Зеленые насаждения и климат»

3. С использованием GPS-координат, полученных в результате полевых обследований озелененных территорий Бреста. В первую очередь, данный способ использовался для небольших по площади ЛРТ, где местоположение было описано весьма размыто (например, в районе Гребного канала) либо указано не верно, а также для отдельных объектов (например, аттракционов в парке 1 Мая и др.).

4. С использованием GPS-координат, полученных в результате обработки фотографического материала (геометок фотографий). Данный способ применялся в основном для нанесения отдельных объектов (деревьев, ландшафтных композиций и др.) в пределах ЛРТ.

Выполненные web-приложения позволяют:

1) увеличить информированность населения об особенностях ландшафтно-рекреационных территорий Бреста,

2) дать возможность увидеть на карте города местоположения всех типов ландшафтно-рекреационных территорий г. Бреста, а также отдельных объектов в их пределах;

3) получить краткие, объективные в настоящем времени и проиллюстрированные качественным фотографическим материалом характеристики всех ландшафтно-рекреационных территорий города Бреста.

МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА МИНСКА, ПРЕДСТАВЛЕННАЯ НА ЯЗЫКЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

А. С. Захаров, А. В. Клыбик, Е. В. Колос,

П. А. Нищеретов, А. А. Ракович, В. Б. Шабатько

студенты 4 курса кафедры интеллектуальных информационных технологий
факультета информационных технологий и управления Белорусского
государственного университета информатики и радиоэлектроники

С. А. Самодумкин

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

На сегодняшний день существует несколько программных решений, которые предоставляют пользователю информацию об общественном транспорте города Минска. Такие системы представляют заполненную базу данных с предоставлением функции поиска по ключевым словам и простого просмотра базы. Однако когда пользователю необходимо не просто посмотреть время прибытия транспортного средства на тот или иной остановочный пункт, а составить свой маршрут, то возникают сложности с тем, что ни одно программное решение не позволяет обработать запрос вида «Как мне доехать с Немиги до проспекта Жукова 25?».

В данном проекте предлагается модель представления информации об общественном транспорте города Минска с использованием семантических сетей с базовой теоретико-множественной интерпретацией, где основным способом кодирования является SC-код (Sematic Code).

В разрабатываемую систему общественного транспорта города Минска входят следующие ключевые сущности: автобусы, троллейбусы, трамваи и метро (рисунок 1). Так же был выделен ряд отношений для описания связей между выделенными сущностями: конечные остановочные пункты, остановочные пункты, организация отвечающая общественный транспорт. Была проведена декомпозиция системы на разделы, которыми являются ключевые сущности, и на подразделы.

Система содержит: 240 автобусных маршрутов, 5 трамвайных и 50 троллейбусных. На рисунке 2 представлена информация, которая будет доступна пользователю о троллейбусном маршруте № 33.

Разрабатываемая система может использоваться как продукт, который сможет открыть любой человек и получить все необходимую ему информацию.

Данная работа выполнялась в рамках открытого проекта OSTIS.

Представленные маршруты планируется объединить с другими интеллектуальными системами для формирования единой базы знаний об окружаемом мире и на основе это формировать новые выводы.

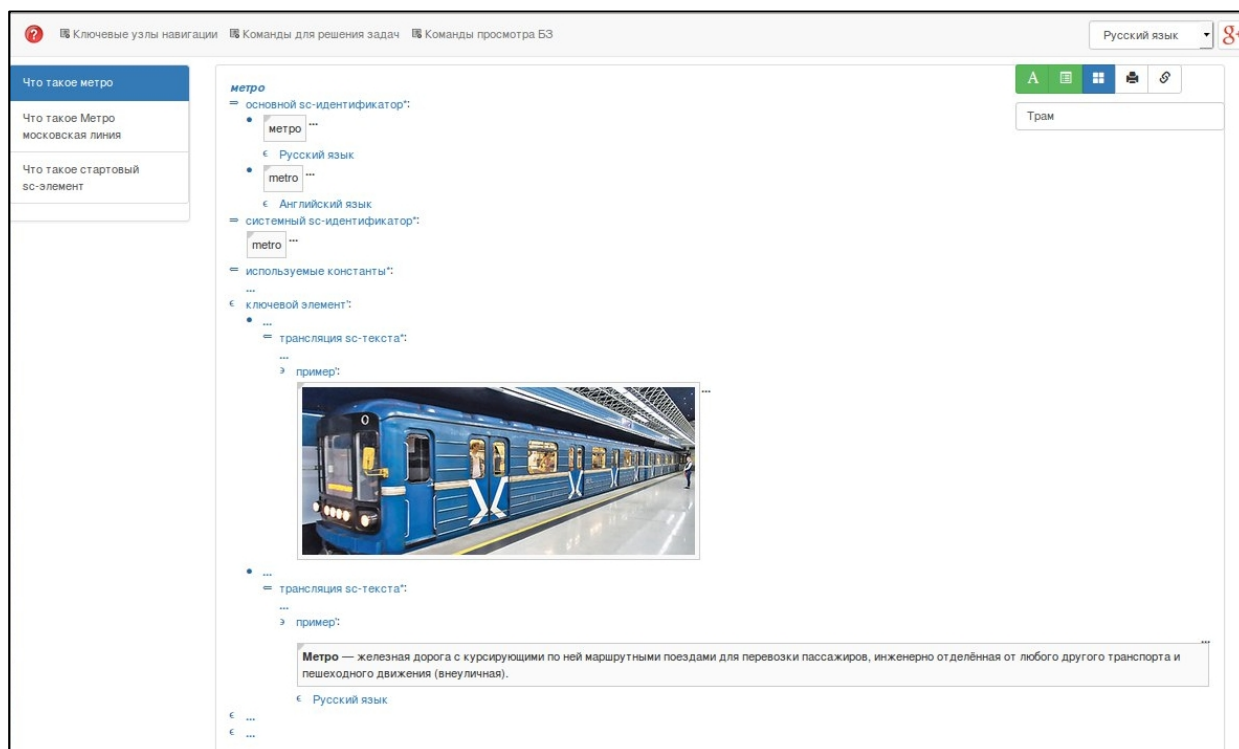


Рисунок 1 – Понятие «метро» в разработанной системе

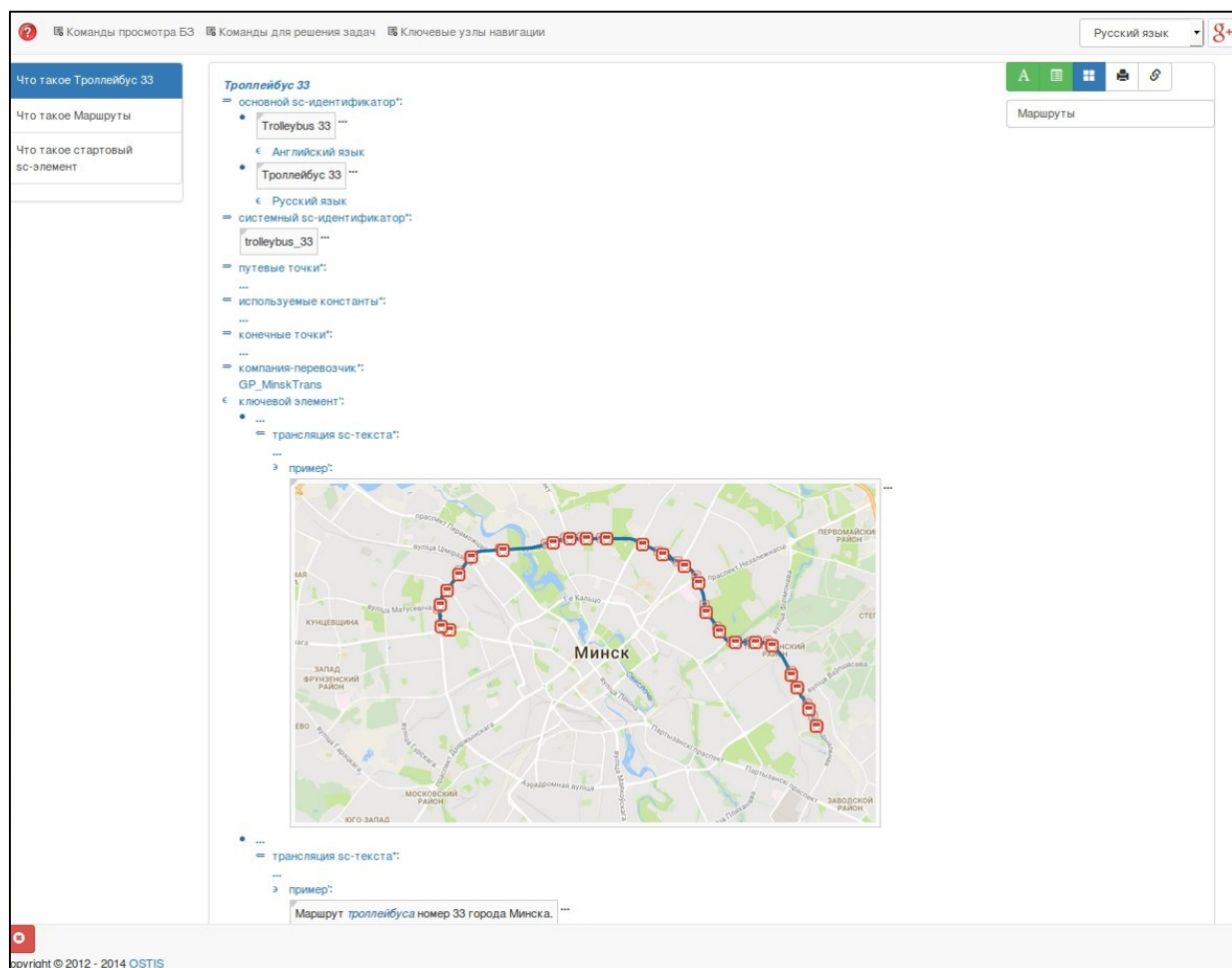


Рисунок 2 – Понятие «Троллейбус 33», отображенное для пользователя

ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВ РАЗРАБОТКИ ГИС В ИГРОВОЙ СРЕДЕ

О. С. Лубочко, П. С. Долгий

студенты 5 курса кафедры геодезии и геоинформационных систем инженерно-строительного факультета Полоцкого государственного университета

П. Ф. Парадня

ст. преподаватель кафедры геодезии и геоинформационных систем инженерно-строительного факультета Полоцкого государственного университета

С развитием 3D-моделирования границы между ГИС-программами и другими приложениями, помогающими представить объекты в объеме, размываются. Один из самых популярных примеров, которые можно привести – это игры. Невозможно охватить всё их многообразие и перечислить все игры, имеющие элементы ГИС. Однако наибольший интерес представляют те игры, в которых наиболее точно моделируется реальный мир. Известен уже не один пример создания копий целых стран, таких как Дания и Великобритания в среде игры Minecraft.

В ходе изучения программного обеспечения, сравнения и анализа, стала интересной идея воспроизвести участок местности, которая хорошо знакома в 3D среде. Начать моделировать было принято с симуляции железных дорог. Один из таких симуляторов – Trainz Simulator. Размер мира в этой игре неограничен, как и размер устанавливаемых дополнений. 3D модели для игры представляются в формате .im, удобном для конверсии из других 3D форматов. Так, специальные плагины для импорта в этот формат разработаны для программных продуктов 3D-Max и Blender. Файлы конфигурации для удобства использования моделей в игре, представлены в текстовой, удобочитаемой форме. Для придания объектам интерактивности, например, изменения надписей, включения/отключения подсветки и т.п. к объектам можно привязывать скрипты, написанные на языке, синтаксически близком к JavaScript. Каждое дополнение имеет свой уникальный номер, так называемый kuid. Изначально созданная как симулятор железных дорог, за годы своего существования, игра, благодаря простой технологии создания дополнений, стала симулятором «всего что движется и всего, что не движется».

За основу моделирования реального участка была выбрана железнодорожная станция Ксты в Полоцком районе Витебской области (рисунок 1). На рисунке 2 приведено фото реальной станции Ксты.

Рассматривается перспектива автоматизации создания карт для игры путем прямой конверсии геоданных с прописанными куйдами дополнений в формат карты Trainz, а также перспектива моделирования рельефа в игре посредством ГИС.



Рисунок 1 – Смоделированная железнодорожная станция Ксты в полоцком районе



Рисунок 2 – Железнодорожная станция Ксты в Полоцком районе

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ УЧЕБНОГО ЭЛЕКТРОННОГО АТЛАСА ПО КУРСУ «РАДИОЭКОЛОГИЯ»

А. И. Нагорная

студентка 4 курса кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

С. М. Токарчук

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

В современной методике преподавания широко применяются классические информационные технологии, такие как создание электронных учебно-методических пособий и учебных презентаций. Одним из преимуществ электронных изданий является возможность использования большого количества дополнительного материала (графиков, диаграмм, карт и картосхем, таблиц, фотографий и т.д.). Однако при создании современных электронных учебно-методических комплексов можно столкнуться со следующей проблемой: большое количество дополнительного материала сильно усложняет электронное пособие и создает определенные трудности при его использовании. Кроме того, при создании печатного варианта учебного пособия приходится практически полностью отказываться от цветного иллюстративного материала. Одной из основных возможностей устранить данные проблемы в преподавании дисциплин, включающих значительные объемы цифровой, а также пространственной информации, является использование атласов (в т.ч. электронных).

Создание электронных атласов является одним из наиболее эффективных методов не только образования, но и просвещения населения, что обусловлено несколькими причинами: 1) электронные атласы могут включать не только картографические изображения, но и дополняться другим иллюстративным, табличным, аудио- и видеоматериалом, а также текстовыми описаниями; 2) электронные атласы могут распространяться через Интернет, тиражироваться в большом количестве и включать любой объем информации; 3) на основе одного большого по содержанию атласа могут быть созданы несколько меньших по объему и отличающихся по тематическому наполнению атласных продуктов; 4) информация, содержащаяся в электронных атласах, может обновляться, что делает их постоянно актуальными и дает возможность без каких-либо ограничений использовать в учебном процессе; 5) электронные атласные системы по актуальным направлениям (в частности, радиоэкологические атласы), могут использоваться не только в учебном процессе, но и для информирования населения, государственных и общественных организаций о проблемах окружающей среды.

Концептуальные основы проектирования и использования электронного атласа по курсу «Радиоэкологии» заключаются в следующем:

1. Атлас является сопровождением учебного процесса при преподавании курса «Радиоэкологии» и интегрирован с учебно-методическим комплексом (УМК) по данной дисциплине. Атлас используется во всех формах организации педагогического процесса (лекциях, практических занятиях, самостоятельной работе и т.д.).

2. Атлас имеет многоуровневую структуру. С одной стороны – это сложное содержание, соответствующее программе курса. С другой стороны – это наличие не только самого атласа в единой электронной оболочке, но и некоторых дополнительных разделов (справочная информация, описание атласа и др.). Кроме того, в структуре атласа также можно выделить наличие различных по типу и назначению элементов (карты и картосхемы, графический и табличный материал, фотографии и др.).

3. Так как электронный атлас для сопровождения курса «Радиоэкология» связан с учебно-методическим комплексом, Атлас не будет включать текстовый материал. Анализ и пояснения к материалу, представленному в Атласе, будет находиться в тексте УМК.

4. Для верстки Атласа применяется программа Microsoft PowerPoint с использованием управляющих кнопок и гиперссылок для перехода на разные страницы (содержание, содержание раздела, содержание темы, литература, тематический словарь, словарь персоналий). Итоговый документ экспортируется и эксплуатируется в формате pdf.

Таким образом, для информационного обеспечения и улучшения качества преподавания курса «Радиоэкология» ведется работа над созданием учебного электронного атласа. Однако, т.к. курс «Радиоэкология» включает очень разные по содержанию и направлению разделы (например, «3. Основы экологической радиохимии» и «10. Белорусская АЭС»), электронный учебный атлас по данному курсу состоит из 10 «малых атласов», которые соответствуют основным темам курса и связаны друг с другом общим базовым файлом (рисунок 1).



Рисунок 1 – Базовый файл электронного учебного атласа по курсу «Радиоэкология»

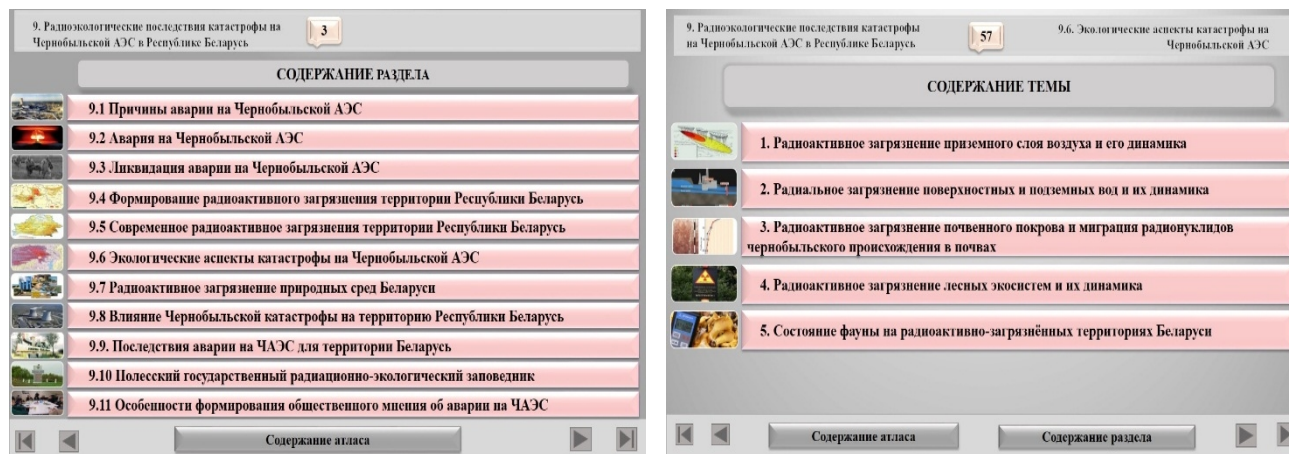
Учебный электронный атлас по курсу «Радиоэкология» включает в себя ряд структурных элементов, который представлен:

- 1) картографическим материалом (карты и картосхемы);
- 2) аналитическим (диаграммами, гистограммами и графиками);

- 3) графическим (схемами, иллюстрациями и фотографиями);
- 4) статистическим материалом (таблицами);
- 5) некоторыми другими элементами.

Основным и наиболее сложным элементом Атласа является картографический материал. Атлас включает не только тематические карты, оцифрованные с растровых подложек, но и авторские (аналитические и оценочные) карты и картосхемы, созданные на основе статистических, фондовых и других материалов с использованием современных геоинформационных систем и методов ГИС-анализа. Кроме того, в Атласе представлены картосхемы разных масштабов: от глобального (всей планеты) до ультралокального (участок речной поймы, небольшие полигоны и т.д.).

В настоящее время ведется работа над созданием наиболее объемного и сложного «малого» атласа: Атласа «Радиоэкологические последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь» (рисунок 2).



а) Общее содержание атласа

б) Содержание раздела «Экологические аспекты катастрофы на ЧАЭС»

Рисунок 2 – Содержание «малого» атласа «Радиоэкологические последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь»

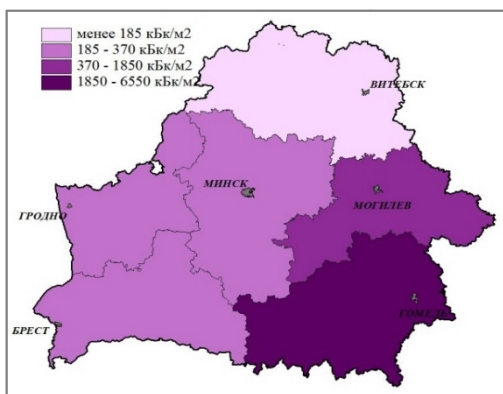
Картографический материал данного раздела атласа представлен картами и картосхемами. Весь картографический материал данного раздела атласа можно классифицировать по разным признакам.

Во-первых, картографический материал отличается по масштабу (рисунок 3–4). Во-вторых, картографический материал отличается по содержанию (рисунок 5–6). В-третьих, картографический материал отличается по способу создания (рисунок 7–8).

Таким образом, несмотря на то, что курс «Радиоэкология» не содержит большого количества географической информации, в результате чего в электронном учебном атласе картографический материал представлен в значительно меньшем количестве, чем в географических типах печатных или электронных атласов, его создание является сложным и творческим процессом.



Рисунок 3 – Классификация картографического материала «малого» атласа по масштабу



а) картосхема на уровне страны «Группировка областей Беларуси по уровню загрязнения йодом-131»

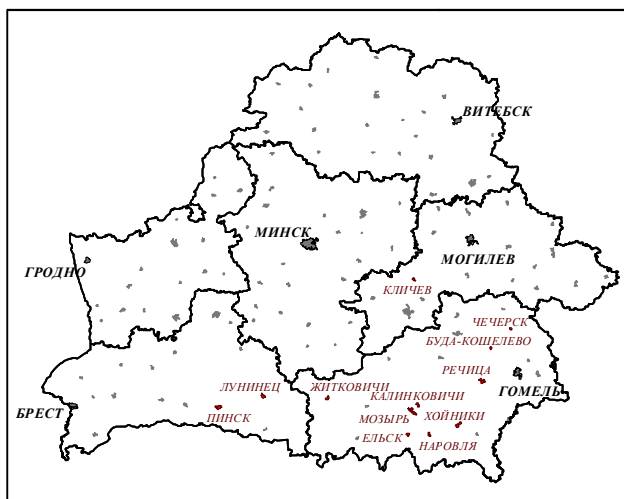


б) картосхема на уровне административной области «Радиоактивное загрязнение и население районов Гомельской области»

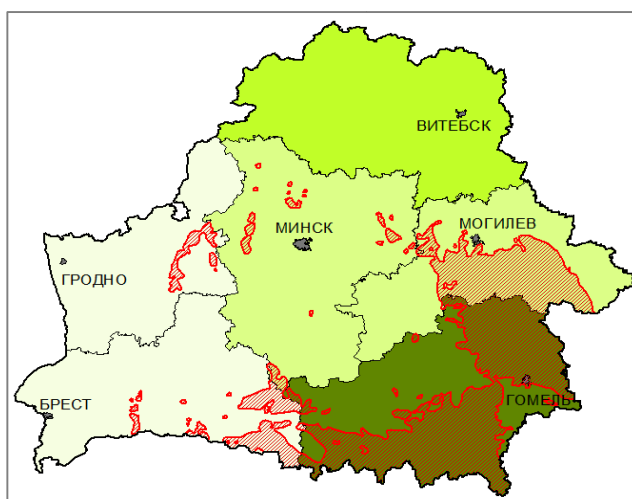
Рисунок 4 – Примеры картографического материала «малого» атласа, отличающегося по масштабу



Рисунок 5 – Классификация картографического материала по содержанию



а) тематическая картосхема «Наиболее пострадавшие в результате аварии на ЧАЭС города»



б) картосхема взаимосвязи «Лесистость областей Беларуси и радиоактивное загрязнение»

Рисунок 6 – Примеры картографического материала «малого» атласа, отличающегося по содержанию

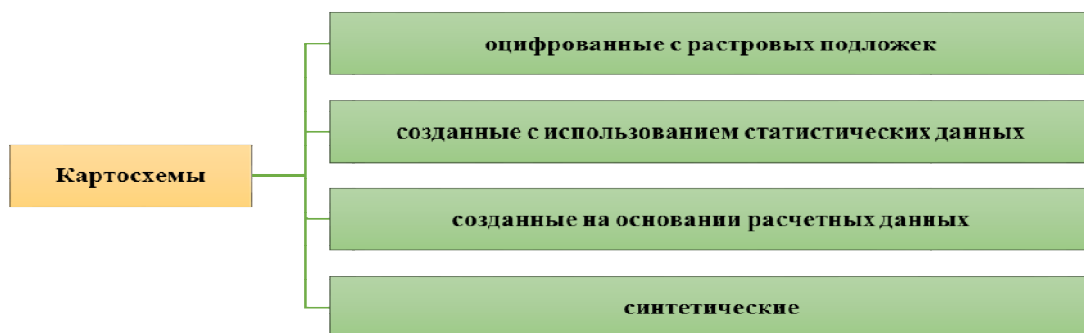
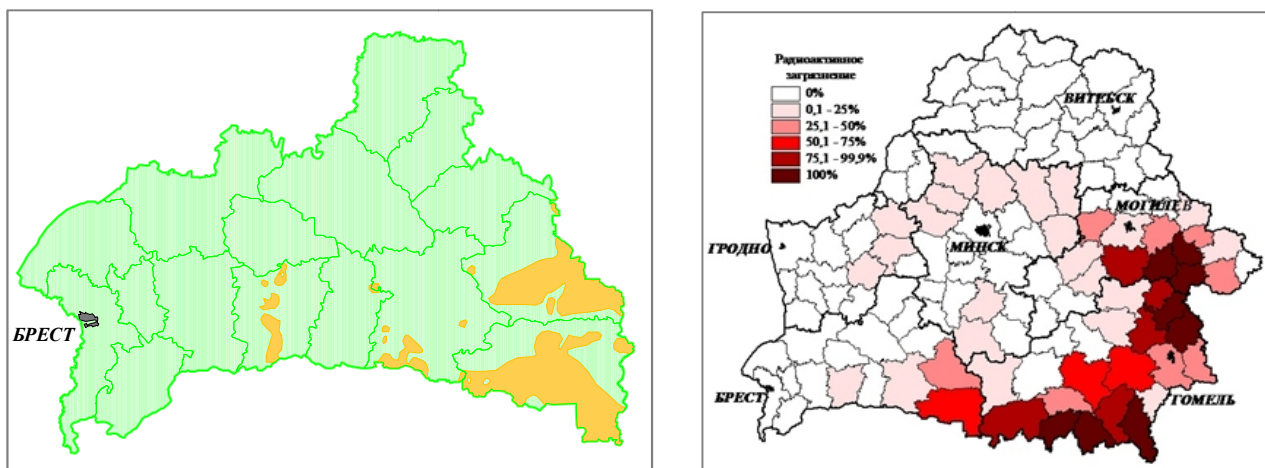


Рисунок 7 – Классификация картографического материала по способу создания



а) картосхема, созданная путем оцифровки с растровой подложки «Радиоактивное загрязнение почвенного покрова Брестской области»

б) картосхема, созданная с использованием статистических данных «Группировка административных районов по уровню радиоактивного загрязнения почв»

Рисунок 8 – Примеры картографического материала «малого» атласа, отличающегося по содержанию

ГИС «ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ»

А. В. Новиков

студент магистратуры кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного университета
имени А.С. Пушкина

С. М. Токарчук

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

В настоящее время информационные технологии позволяют решать самый обширный круг задач. Сегодня невозможно себе представить деятельность организаций и отдельных компетентных лиц в области географических исследований и охраны окружающей среды без использования информационных технологий, в первую очередь ГИС, т.к. посредством их

применения значительно упрощается основной метод географических исследований – картографирование. Разработка и создание ГИС широко используется во всех эколого-географических направлениях, в том числе и в природоохранной деятельности.

В настоящей работе представлен опыт создания ГИС памятников природы Брестской области. Разработка данной системы позволит решить следующие задачи:

- информационное обеспечение органов власти для принятия управленческих решений;
- информационное обеспечение населения актуальными данными о памятниках природы Брестской области, их местоположении и основных особенностях;
- информационная поддержка планирования и ведения природоохранной, научной, рекреационной и хозяйственной деятельности в отношении памятников природы;
- содействие экологическому образованию и просвещению населения.

ГИС «Памятники природы Брестской области» создавалась как комплексная система для выполнения аналитических и оценочных исследований, а также как базовая ГИС-основа для использования в учебных целях. Данная ГИС была сформирована на основании опыта реализации ГИС-проектов особо охраняемых природных территорий разного территориального уровня (страна, область, район, бассейн реки и др.) с использованием литературных данных о создании ГИС и изучении пространственных особенностей размещения различных типов особо охраняемых природных территорий в пределах крупных регионов (страна либо административная область).

Для создания ГИС-проекта использовались два основных типа данных: картографические и статистические.

Основными источниками картографической информации являлись: (1) крупномасштабные карты территории Брестской области и административных районов области; (2) карты ООПТ Беларуси и Брестской области; (3) карты национального атласа Беларуси; (4) карты и картосхемы землепользователей, лесхозов и лесничеств и др.; (5) электронные карты и др.

Основными источниками статистической информации являлись справочник ООПТ Беларуси, изданный в 2012 году научно-практическим центром НАН Беларуси по биоресурсам, фондовые материалы Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, электронный реестр особо охраняемых природных территорий Беларуси и др.

На основании собранного и обработанного картографического и статистического материала было составлено несколько баз данных в форматах Microsoft Excel и Access, в первую очередь это база данных всех памятников природы области и их основных характеристик (рисунок 1) и база данных особенностей размещения памятников природы в пределах административных районов (рисунок 2).

РАБОТА С ТАБЛИЦАМИ						
ООПТ : база данных: D:\Diploma\Магистратуры\Утекущая магистратура\Новиков Алексан...						
№	Название	Район	Площадь	Год создания	Тип	Статус
1	Дубы пирамидальные "Барановичские"	Барановичский	0,0125	22.12.1967	Ботанический	Наса
2	Дубы-близнецы "Турановичские"	Барановичский	0,023	27.12.1963	Ботанический	Республиканский
3	Насаждение лиственных европейской "Молдачское"	Барановичский	1,6	27.12.1963	Ботанический	Наса
4	Ели обыкновенные змеевидной формы "Брестские"	г. Брест	0,03	27.12.1963	Ботанический	Республиканский
5	Буки лесные пурпурные "Лютинские"	Брестский	0,022	14.12.1972	Ботанический	Республиканский
6	Островные ельники "Медяньские"	Брестский	32	22.04.1966	Ботанический	Республиканский
7	Кария овальная "Брашевическая"	Дрогичинский	0,0085	14.12.1972	Ботанический	Республиканский
8	Дуб-великан «Атечизинский»	Жабинковский	0,07	24.06.1977	Ботанический	Республиканский
9	Дуб черешчатый «Петровицкий»-1	Жабинковский	0,0028	21.05.1996	Ботанический	Республиканский
10	Дуб черешчатый «Петровицкий»-2	Жабинковский	0,05	21.05.1996	Ботанический	Республиканский
11	Сосна Веймутова «Жабинковская»	Жабинковский	0,3	21.05.1996	Ботанический	Республиканский
12	Насаждение карельской березы «Калининское»	Ивацевичский	10,9	22.04.1966	Ботанический	Республиканский
13	Чистая дубрава «Борейская»	Ивацевичский	3,6	27.12.1963	Ботанический	Республиканский
14	Дуб пирамидальный «Высоковский»	Каменецкий	0,002	27.12.1963	Ботанический	Республиканский
15	Дуб «Суворова»	Кобринский	0,022	27.12.1963	Ботанический	Республиканский
16	Парк имени А. В. Суворова	Кобринский	66	27.12.1963	Ботанический	Республиканский
17	Вековые дубы «Кожангородские»	Лунинский	0,065	22.04.1966	Ботанический	Республиканский
18	Парк «Совейки»	Ляховичский	11,88	27.12.1963	Ботанический	Республиканский
19	Буки лесные «Великоритские»	Малоритский	0,022	21.05.1996	Ботанический	Республиканский
20	Дуб-патриарх «Пожежинский»	Малоритский	0,03	27.12.1963	Ботанический	Республиканский
21	Парь-дуб «Пожежинский»	Малоритский	0,022	21.05.1996	Ботанический	Республиканский
22	Островные ельники «Малоритские»	Малоритский	17	22.04.1966	Ботанический	Республиканский
23	Островные ельники «Пожежинские»	Малоритский	68	22.04.1966	Ботанический	Республиканский

Рисунок 1 – Фрагмент базы данных «Памятники природы Брестской области»

РАБОТА С ТАБЛИЦАМИ													
PP : база данных: D:\GIS\Novikov\Data\PP.accdb (Формат файлов Access 2007-2013) - Access													
Район	ППК	ППн	ППРк	ППРп	ППРБк	ППРБп	ППРГилрк	ППРГилрп	ППРГеолк	ППРГеолп	ППМК	ППМП	
Барановичский	11	39,19	4	1,6307	3	1,63	0	0	1	0,0007	7	37,56	
Березовский	5	28,41	0	0	0	0	0	0	0	0	5	28,41	
Брестский	2	32,022	2	32,022	2	32,022	0	0	0	0	0	0	
Ганцевичский	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	
Дрогичинский	1	0,0085	1	0,0085	1	0,0085	0	0	0	0	0	0	
Жабинковский	7	8,07	4	0,42	4	0,42	0	0	0	0	3	7,6529	
Ивановский	2	1,8195	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,8195	
Ивацевичский	8	171,24	2	14,5	2	14,5	0	0	0	0	6	156,74	
Каменецкий	7	52,042	1	0,002	1	0,002	0	0	0	0	6	52,04	
Кобринский	3	84,12	2	66,02	2	66,02	0	0	0	0	1	18,1	
Лунинский	1	0,065	1	0,065	1	0,065	0	0	0	0	0	0	
Ляховичский	2	32,38	1	11,88	1	11,88	0	0	0	0	1	20,5	
Малоритский	15	1485,92	8	245,07	5	85,07	0	0	3	160,00083	7	1240,85	
Пинский	7	133,92	1	60	1	60	0	0	0	0	6	73,92	
Пружанский	3	1,6	1	0,3	1	0,3	0	0	0	0	1	1,3	
Столинский	5	45,01	2	24,006	2	24,006	0	0	0	0	3	21,01	

Рисунок 2 – Фрагмент базы данных «Памятники природы административных районов»

Созданные базы данных в среде ГИС привязывались к атрибутивным таблицам базовых тем «Памятники природы» и «Административные районы» (рисунок 3).

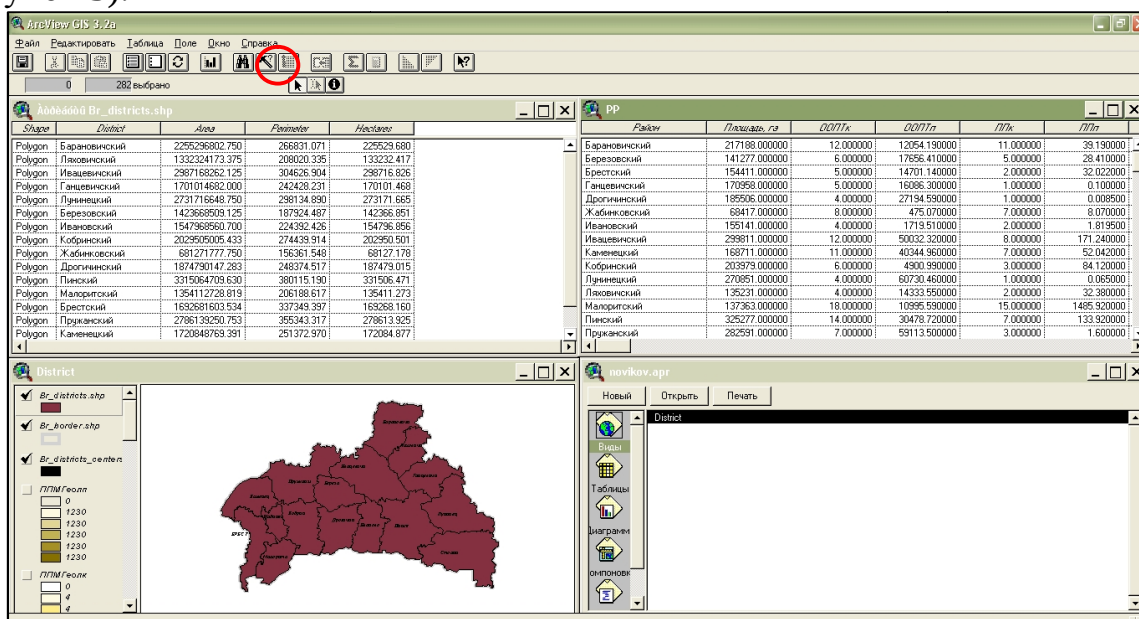


Рисунок 3 – Привязка базы данных «Памятники природы административных районов Брестской области» к атрибутивной таблице темы «Районы Брестской области»

ГИС «Памятники природы Брестской области» включает три базовых проекта, существенно отличающихся друг от друга по целям, тематическому содержанию, а также методам и технологиям создания (рисунок 4).



Рисунок 4 – Структура ГИС-проекта «Памятники природы Брестской области»

Базовая ГИС территории Брестской области включает четыре основных блока (рисунок 5). В каждом из блоков представлены слои для территории Брестской области, которые используются или могут быть использованы при проведении аналитических или оценочных работ, связанных с изучением пространственных особенностей распространения и основных характеристик памятников природы в пределах Брестской области. Для каждого блока составлена таблица основных характеристик слоёв и сохранены их легенды (таблица 1).

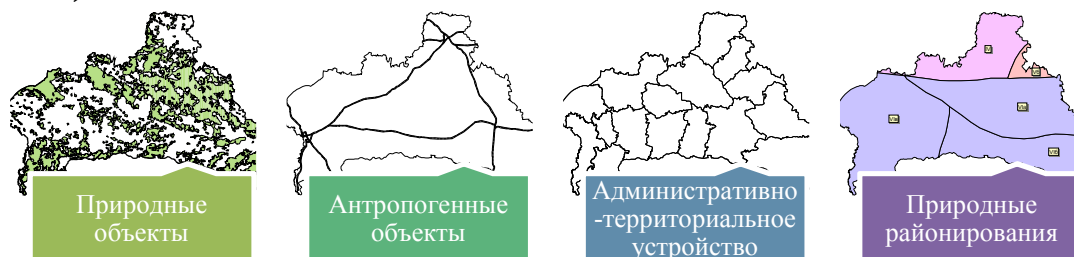


Рисунок 5 – Полезные ископаемые бассейна реки Птичь

Таблица 1 – Структура и содержание блока «Административно-территориальное устройство»

Название темы	Тип	Атрибуты	Легенда
Граница	полигональная	Площадь	Отдельный символ, прозрачный фон, контур = 2
Административные районы	полигональная	Площадь, название, численность населения	Уникальное значение, поле значений: District, цветовая схема: теплые тона
Районные центры	полигональная	Площадь, название, численность населения	Отдельный символ, цвет: черный, автоподпись
Города	полигональная	Площадь, название, численность населения	Уникальное значение, поле значений: Status, автоподпись

ГИС-проект «Памятники природы» включает точечный слой памятники природы Брестской области с привязанной к нему базой данных (см. рисунок 1). Использование данного слоя и привязанной к ней базы данных дает возможность создания разных типов тематических карт (рисунок 6).

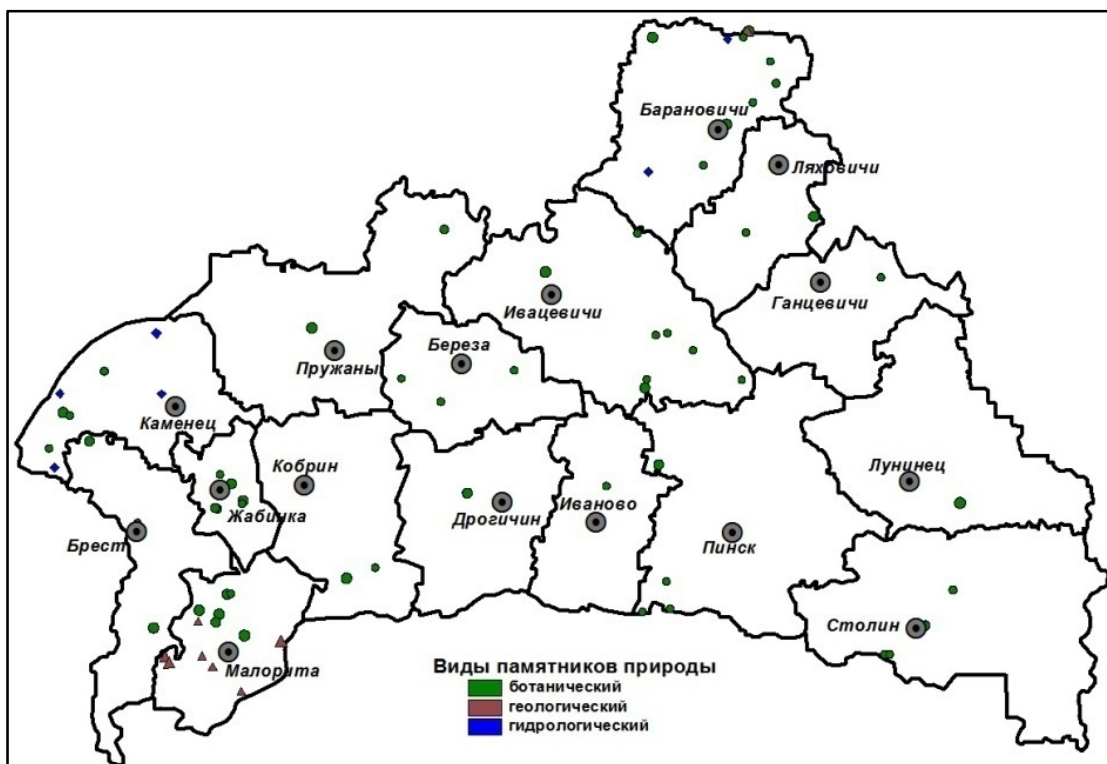


Рисунок 6 – Памятники природы Брестской области

ГИС-проект «Пространственные особенности распространения памятников природы» состоит из слоя «Административные районы Брестской области» с прикрепленной к нему базой данных (см. рисунок 2), содержащей информацию о площадях и количестве памятников природы разных категорий и видов в пределах районов.

Используя возможности ГИС-оболочки возможно создавать картосхемы особенностей распространения отдельных категорий и видов памятников природы в пределах районов с использованием типов легенды «Цветовая шкала» (рисунок 7) и «Локализованная диаграмма» (рисунок 8). При составлении картосхем с использованием типа легенды «Цветовая шкала» применялся тип классификации «Равный интервал» и пятибалльная шкала. Кроме того, при отсутствии определённых категорий и видов памятников природы в пределах административных районов использовался дополнительный шестой уровень со значением «0». Таким образом, созданные картосхемы достаточно точно отображают пространственные особенности распространения разных категорий и видов памятников природы в пределах районов области (см. рисунок 7).

Перспективами дальнейшей работы являются:

1. Создание на базе данной ГИС ряда web-приложений.
2. Создание тематических электронного и печатного атласов памятников природы Брестской области.
3. Создание тематического сайта памятников природы Брестской области, в первую очередь, для развития их туристического потенциала.

4. Разработка методики и создание ГИС всех особо охраняемых природных территорий области, которая будет содержать не только картографическую информацию и базы данных, но крупные справочно-тематические блоки.

5. Создание подробных ГИС-проектов отдельных видов памятников природы.

6. Создание локальных ГИС-проектов по разработанной методике.

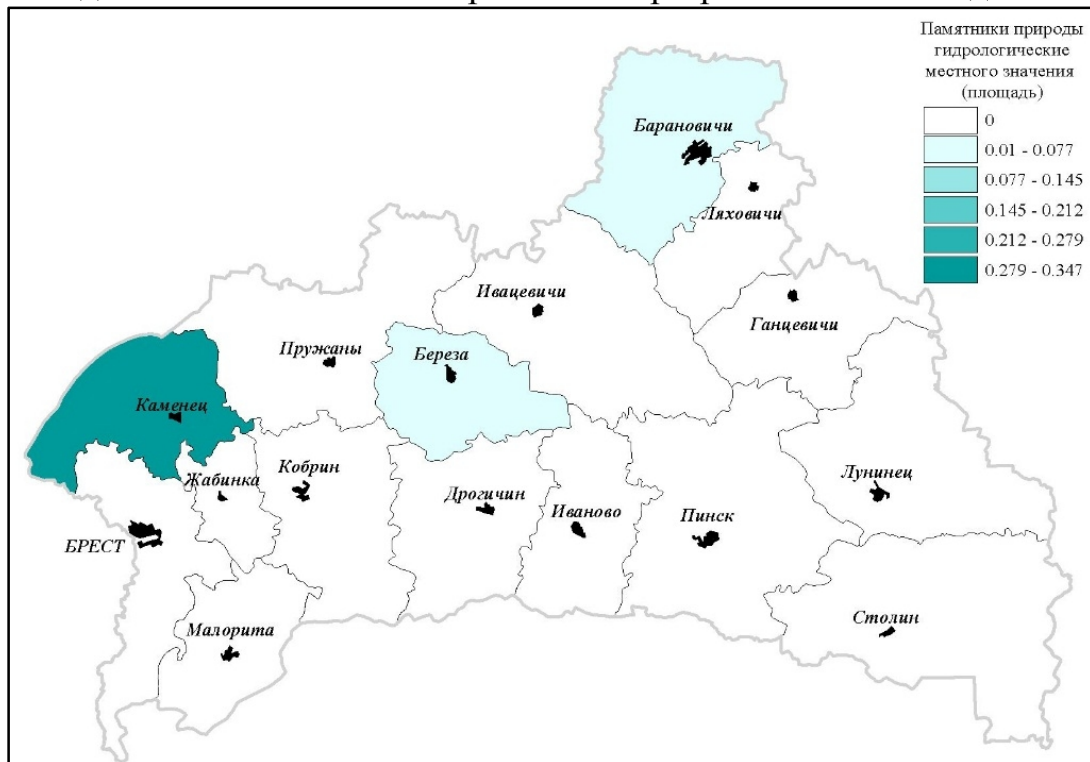


Рисунок 7 – Площадь гидрологических памятников природы местного значения

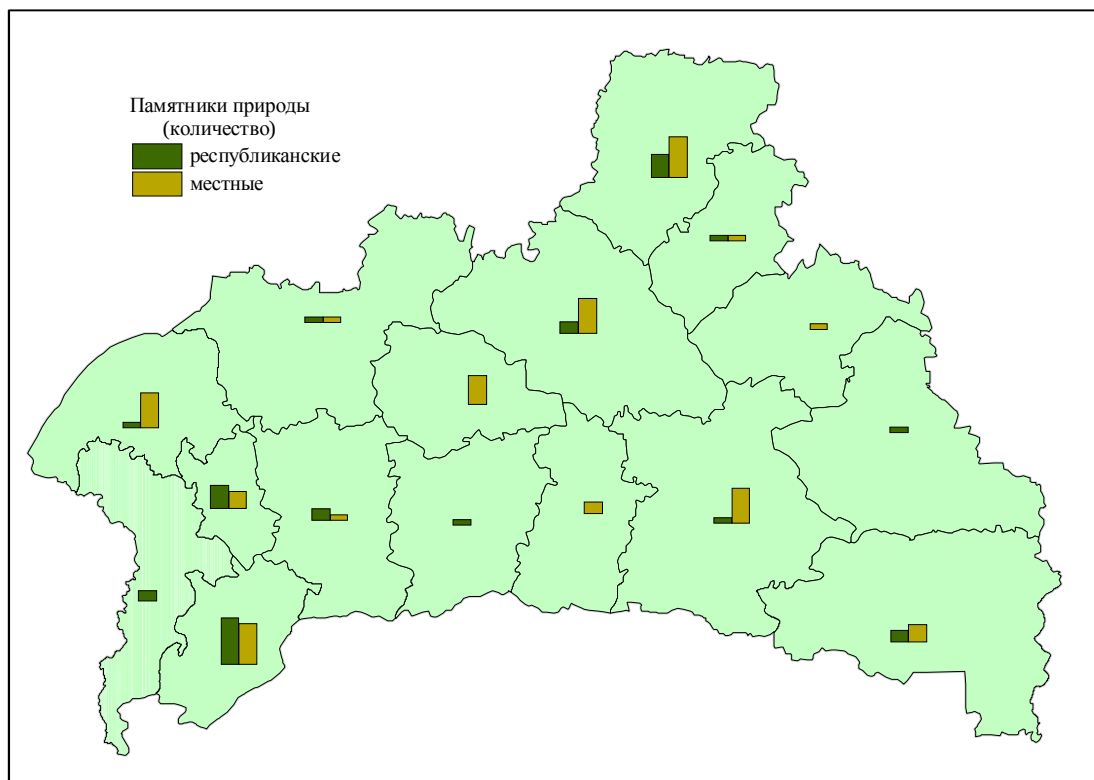


Рисунок 8 – Структура памятников природы по категориям

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. Д. Федорович

студентка 5 курса кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

Д. М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и ЗИС
географического факультета Белорусского государственного университета

В недавнем времени, в геоинформационных системах, как правило, применялись двумерные пространственные данные. На современном этапе осуществляется переход к полноценным трехмерным данным.

Потребность в реалистичном отображении окружающего мира увеличивает значимость трехмерного (3D) моделирования. 3D модели облегчают планирование, контроль и принятие решений во многих отраслях. Трехмерная визуализация территорий и создание трехмерных ГИС способны изменить технологию и практику управления городом, городского планирования окружающей среды, разработки и ведения проектов.

В настоящее время существует большое разнообразие программных продуктов позволяющих выполнить построение трехмерной модели городской среды различными способами автоматически, полуавтоматически или вручную в стерео режиме на специальном оборудовании.

Автоматическое построение трехмерной модели местности производится на основе данных аэрофотосъемки. При обработке имеющихся данных в программный продукт Quick Terrain Reader, который находится в свободном доступе, выгружается облако точек с высотами. В программном обеспечении Quick Terrain Reader точкам с высотами присваивается цвет пиксела, отображающего эту точку на изначально используемом снимке (рисунок 1).

В настоящее время все более распространенным и широко применяемым на практике является способ построения трехмерных моделей в программном обеспечении ESRI CityEngine. Данный программный продукт позволяет выполнить моделирование городской среды наиболее точно с архитектурной точки зрения, а так же сэкономить время автоматизацией моделирования крупных городов. Для выполнения трехмерной модели небольшого участка города необходимы исходные данные: шейп-файл с очерченными границами зданий, зеленой зоны, парковочных мест и др., а так же аэрофотоснимок на данный участок местности, для построения модели соответствующей реальности. Для облегчения моделирования в данном программном продукте уже имеется своя библиотека данных, в которой хранятся «правила» построения наиболее распространенных типов домов, текстуры для различных типов покрова, а так же различные виды растительности (рисунок 2).

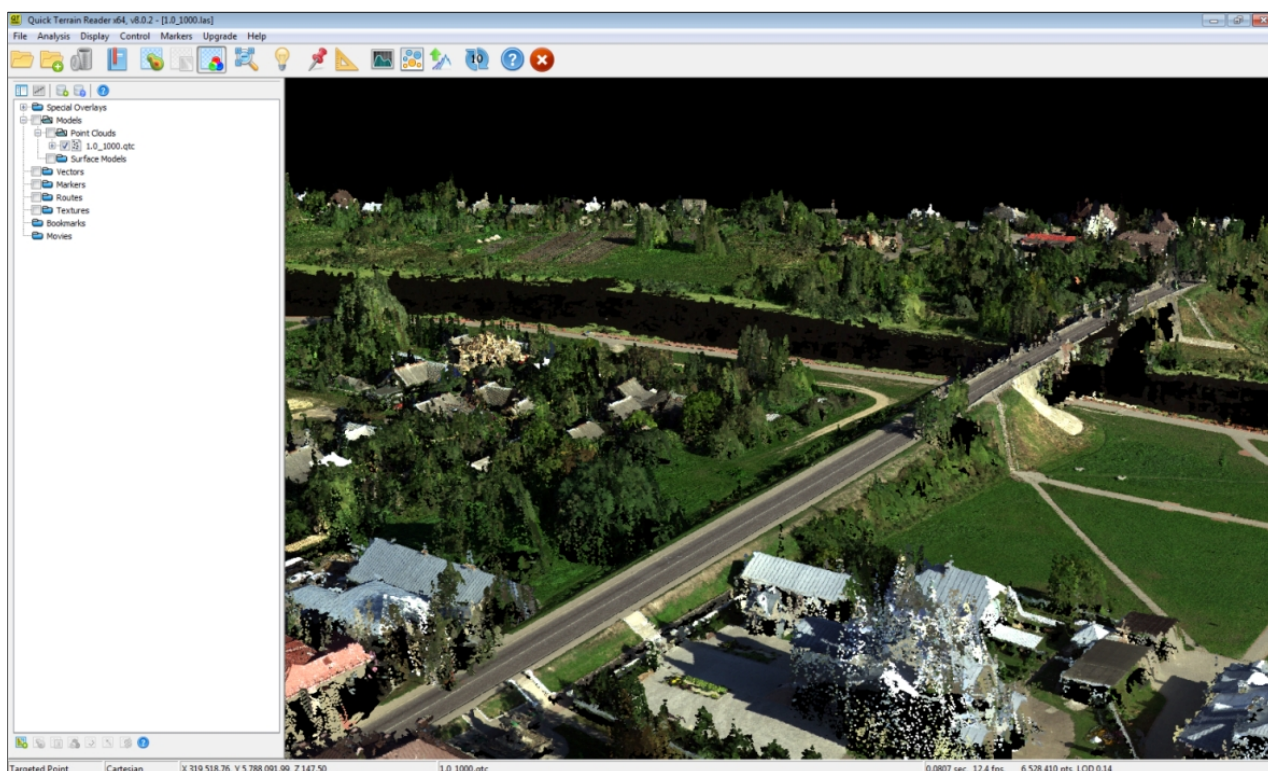


Рисунок 1 – Трехмерная модель местности полученная в программном обеспечении Quick Terrain Reader



Рисунок 2 – Трехмерная модель местности выполненная в программном обеспечении ESRI CityEngine

Сравнивая два подхода к построению трехмерных моделей, следует отметить ряд достоинств и недостатков для обоих способов.

Говоря о недостатках и достоинствах метода с использованием программного продукта Quick Terrain Reader, следует отметить отсутствие точек в местах, где не производилась съемка: под крышами домов, под мостом и др. Из-за отсутствия точек на полученной модели местности имеют место быть «черные пятна». Из достоинств данного метода необходимо заострить внимание на скорости и наглядности. Данный метод позволяет в короткие сроки получить трехмерную модель местности с минимальными затратами.

Построение трехмерной модели в программном продукте ESRI CityEngine так же имеет свои плюсы и минусы. Одним из важнейших достоинств данного метода является не только наглядность, но и качество. Все здания и сооружения имеют четкие границы и геопривязку, являются реалистичными и наиболее подходят для построения трехмерных моделей именно городской среды.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Д.М. Курлович</i> МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДЕНЬ ГИС 2016 В БГУ	3
НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»	
<i>М.П. Цыунэль, Н.В. Клебанович</i> ВЫКАРЫСТАННЕ ГИС У ГЕАМАРКЕТЫНГАВЫХ ДАСЛЕДВАННЯХ (НА ПРЫКЛАДЗЕ ФАРМАЦЭЎТЫЧНАГА БІЗНЭСА Г. МІНСКА)	5
<i>Д.А. Качановская, Г.В. Черняков, А.П. Романкевич</i> ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ УП «ЩЕМЫСЛИЦА» БГУ	8
<i>Д.А. Постоялко, Г.А. Шароглазова</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ ГИС ПОВЕДЕНИЯ ВОЗМОЖНОГО АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ НА МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ	14
<i>А.А. Сазонов, С.Н. Прокопович</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ И АНАЛИЗА ТЕМАТИЧЕСКИХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ (НА ПРИМЕРЕ СЛОЯ ЗИС «ПОЧВЫ» КЛЕЦКОГО РАЙОНА)	18
<i>М.М. Максимов, Д.М. Курлович</i> МОНИТОРИНГ ПЛОЩАДЕЙ И СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН ГОРОДОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ Г. МИНСКА)	22
<i>Е.Н. Казимерчик, А.Н. Червань</i> ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СРЕДСТВАМИ ARCGIS НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА Г. МИНСКА	26
<i>В.Г. Кондратюк, С.М. Токарчук</i> ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ)	34
<i>А.С. Семенюк, Н.В. Клебанович</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ОЦЕНКЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г. МОЛОДЕЧНО	40
<i>А.Ч. Дамшевич, Н.В. Клебанович</i> УСТАНОВЛЕНИЕ В СРЕДЕ ГИС ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА НА ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВ	51
НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА»	
<i>А.В. Качан, И.В. Жариков, В.А. Никитина, П.В. Другаков</i> СОЗДАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА СРЕДСТВАМИ QUANTUM GIS	57
<i>А.В. Вешторт, П.Ю. Горбань, Д.В. Царегородцев, А.В. Бордушко, Е.Р. Черняк, С.А. Самодумкин</i> СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАРШРУТОВ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	60
<i>И.Г. Игнатовская, С.М. Зенькова, Е.К. Трыханкина, Д.М. Курлович</i> УЧЕБНЫЕ КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ И ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКИ В БГУ	64
<i>Я.Г. Янчук, В.Г. Кондратюк, С.М. Токарчук</i> СОЗДАНИЕ МЕНТАЛЬНЫХ ГИС-КАРТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЯВЛЕНИЯ ЛИВНЕВЫХ ОСАДКОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ	68
<i>С.Ю. Пригожий, В.В. Якубовская, В.В. Савченко</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ ГОРЕЦКОГО РАЙОНА	72
<i>Е.В. Дмитриева, А.А. Новиков, Д.М. Курлович</i> ОПЫТ СОЗДАНИЯ ГИС-АТЛАСА ГПУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «НАРОЧАНСКИЙ»	76

А.Н. Маевская, Е.Н. Страпко, О.В. Токарчук РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ГИС АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	78
А.П. Луцевич, И.В. Охримук, С.М. Токарчук ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗАКАЗНИКА «ВЫГОНОЩАНСКОЕ» СРЕДСТВАМИ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПЛАТФОРМЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ARCGIS ONLINE	82
К.-М. Erkkilä, E. Halmeenmäki, H. Hofhuis, D. Ivanov, M. Jansen, N. Litvinka, E. Zarov REMOTE SENSING FOR MAPPING A WETLAND COMPLEX IN WEST SIBERIA	88
В.Ю. Даглиц, А.А. Новиков, Д.М. Курлович ГИС-АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА ГПУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «НАРОЧАНСКИЙ» ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ЭКОТУРИЗМА	92
Д.В. Лаппо, Д.М. Курлович ФОРМИРОВАНИЕ АТЛАСА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРРИТОРИИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ БИОСИСТЕМ	96
М.А. Лозовой, А.С. Степанец, О.В. Руденков ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС «ОПЕРАТОР» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ВОЙСК	99
Е.Д. Федорович, Д.М. Курлович ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ЦЕНТРА ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ГРОДНО)	100
НОМИНАЦИЯ «СОЗДАНИЕ ГИС ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОГО И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА»	
А.И. Бацкалевич, Д.А. Тищук, С.М. Токарчук РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ УЧЕБНЫХ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ШАБЛОНА STORY MAP CROWDSOURCE	103
К.С. Клачко, В.В. Рытикова, С.В. Федорако ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОММЕРЧЕСКОЙ ОБЛАЧНОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ARCGIS ONLINE ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВОЛОЖИНСКОГО РАЙОНА	108
Е.М. Бранцевич, Е.В. Власов, Р.П. Держанович, Э.Ю. Терлецкий, И.А. Черников, С.А. Самодумкин МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ОПИСАНИЯ КРАСНОЙ КНИГИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА ЯЗЫКЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	112
Т.И. Зарипов, Е.О. Малин, В.Э. Лигер, М.В. Чернушевич, С.Н. Прокопович СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «НАВИГАТОР БАНКОМАТОВ Г. МИНСКА»	116
Я.Г. Янчук, В.В. Малыха, С.М. Токарчук ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ ARCGIS ONLINE «STORY MAPS» ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА БРЕСТА	120
А.С. Захаров, А.В. Клыбик, Е.В. Колос, П.А. Нищеретов, А.А. Ракович, В.Б. Шабатько, С.А. Самодумкин МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА МИНСКА, ПРЕДСТАВЛЕННАЯ НА ЯЗЫКЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	125
О.С. Лубочко, П.С. Долгий, П.Ф. Парадня ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВ РАЗРАБОТКИ ГИС В ИГРОВОЙ СРЕДЕ	127
А.И. Нагорная, С.М. Токарчук ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ УЧЕБНОГО ЭЛЕКТРОННОГО АТЛАСА ПО КУРСУ «РАДИОЭКОЛОГИЯ»	129
А.В. Новиков, С.М. Токарчук ГИС «ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ»	133
Е.Д. Федорович, Д.М. Курлович ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	139