

ЛЕКСИНА О. Д., РЫЧКОВА О. В., ФЕДОТОВА Ю. А., ИВЛИЕВА Н. Г.
ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ
ОТДЕЛЬНОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА

Аннотация. Описывается опыт разработки базы пространственных данных отдельного района Республики Мордовия на основе набора готовых векторных слоев и открытых интернет-источников. Особое внимание уделено оценке качества данных, их актуализации. В качестве программного обеспечения был выбран ГИС-пакет ArcGIS 10.

Ключевые слова: база пространственных данных, актуализация данных, район, Республика Мордовия.

LEXINA O. D., RYCHKOVA O. V., FEDOTOVA YU. A., IVLIEVA N. G.
CREATING A SPATIAL DATABASE FOR PARTICULAR MUNICIPAL DISTRICT

Abstract. The experience of creating a spatial database for a particular region of the Republic of Mordovia based on a dataset of vector layers and open Internet sources is described. Special attention is paid to data quality evaluation and data updating. As the software, the GIS package ArcGIS 10 was selected.

Keywords: spatial database, data updating, district, Republic of Mordovia.

Введение. На современном этапе развития цифровой экономики информатизация проникла во все сферы научной и практической деятельности людей. Картография, не ставшая исключением, использует огромные массивы информации о пространственных данных. При создании карт приходится заниматься поиском, отбором, анализом и оценкой качества источников, подходящих для решения поставленных задач.

Материалы и методы. Для создания базы пространственных данных отдельного муниципального района Республики Мордовия источниками векторных данных служили набор готовых слоев цифровой топографической основы (ЦТО), отдельные слои открытого веб-проекта OpenStreetMap (OSM). В работе также использовались отсканированные листы топографических карт разных масштабов, подготовленная мозаика космоснимков, растровая копия схемы территорий муниципальных образований Республики Мордовия. Для уточнения и актуализации информации пользовались известными картографическими интернет-сервисами, сайтами правовой информации, интернет-ресурсами регионального правительства и т. д.

В качестве программного обеспечения был выбран ГИС-пакет ArcGIS 10. Данный программный продукт обладает необходимыми функциональными возможностями для решения поставленных задач [7]. Набор пространственных данных различных типов можно

организовывать в виде базы геоданных (БГД) [4], являющейся основным форматом данных в ArcGIS.

Результаты и обсуждение. Прежде всего был рассмотрен набор готовых векторных слоев, выбранный в качестве основного источника. ЦТО на территорию Республики Мордовия была подготовлена на географическом факультете МГУ им. Н. П. Огарёва в начале 2000-х годов путем цифрования отсканированных листов топографической карты масштаба 1:200 000 издания 1993 г. Данные хранятся в формате shp-файлов, файл привязки отсутствует.

В наборе содержатся слои, представляющие населённые пункты (nas_punkt), железные дороги (gel_dor), автодороги (avto_dor), рельеф (relef), линейные и полигональные объекты гидрографии (REKI_L и REKI_P соответственно), растительность (LESA), административно-территориального деления (admin).

Данные слоев содержат информацию о пространственном расположении объектов. Топографическая карта, по которой производилась оцифровка, отображает состояние местности на 1984 г. Таким образом, многие данные, представление в ЦТО, устарели и требовали обновления и актуализации.

В целях интеграции в ГИС разнородной пространственной информации у всех слоев ЦТО необходимо было указать систему координат хранения данных. Территория Мордовии отображается в проекции Гаусса-Крюгера. Анализ пространственного экстенда векторных слоев показал, что у координат X пространственных объектов (на карте Y) не подписан номер зоны. Поэтому в ArcGIS для всех слоев ЦТО была установлена на система координат — Pulkovo_1942_GK_Zone_8N (проекция Gauss_Kruger; датум: D_Pulkovo_1942). Отличие от системы координат Pulkovo_1942_GK_Zone_8 состоит в том, что смещение на восток (false easting) записывается как 500 000 м, а не 8 500 000 м как у проекции со стандартными настройками. В атрибутивных полях таблиц слоев ЦТО содержатся коды объектов и их характеристик в соответствии с классификатором Росгеолкома, используемым в начале 2000-х годов многими организациями при цифровом описании картографической информации. В ГИС-среде он служит для формализованного представления данных об элементах и объектах местности, отображаемых на топографических картах.

Все векторные слои, представленные в формате .shp, были добавлены в созданную БГД как классы пространственных объектов базы. Для просмотра и проверки значений кодов объектов и их характеристик использовались атрибутивные домены, которые были созданы на основе технологии баз геоданных ArcGIS (рис. 1).

Оценка качества данных производится с целью определения степени соответствия данных требованиям, предъявляемым при создании, обновлении, модификации цифровых

моделей местности и других цифровых моделей карт, а также пространственных данных [1]. Объектом оценки качества в данной работе служил набор пространственных данных, состоящий из векторных слоев ЦТО.

The screenshot shows a software window with two tabs: 'Общие' (General) and 'Домены' (Domains). The 'Домены' tab is active, displaying a list of domains and their descriptions. Below this, there are two sections: 'Свойства домена:' (Domain Properties) and 'Кодированные значения:' (Coded Values).

Имя домена	Описание
DNAR	коды слоя площадная гидрография ЦТОgeo
DNL	коды слоя гидрография ЦТОgeo
DNL_WID	ширина рек и каналов
PHLR	коды слоя рельеф ЦТОgeo
POP_RANG	коды градации численности
PPA	коды слоя населённые пункты ЦТОgeo
RDL	коды слоя дорог ЦТОgeo
VGA	коды слоя растительность ЦТОgeo

Свойства домена:

Тип поля	Long Integer
Тип домена	Кодированные значения
Правила разбиения	Значение по умолчанию
Правила слияния	Значение по умолчанию

Кодированные значения:

Код	Описание
301120	Озеро
301130	Водохранилище
301150	Пруд
301610	Река

Рис. 1. Настройка доменных значений в базе геоданных.

Гидрография. В слое REKI_L хранятся реки, показанные на исходной карте линейным условным знаком, в слое REKI_P — участки рек, выражающиеся в масштабе карты, озера, водохранилища, пруды. При проверке качества исходных векторных данных были выявлен ряд ошибок. На картах масштаба 1:200 000 линейным знаком в одну линию показывают реки до 20 м, а линейным условным знаком в две линии — реки от 20 до 120 м. В исходных слоях отдельные участки некоторых рек шириной от 20 до 120 м оцифровывались как площадные объекты. У некоторых объектов нарушено правило цифрового описания «от истока к устью». В атрибутивной таблице даются названия только подписанных на карте рек. Реки разбиты на отдельные участки в соответствии с топологически корректной линейно-узловой структурой модели пространственных данных.

В тех случаях, когда река образовывалась в результате слияния двух и более рек без надписей, поле с названиями у них оставалось незаполненным, и значит, исток у реки определен не был. В результате при выборке по атрибуту (названию) река выделяется не полностью, так как в БД не подписана ее часть, принятая за исток. Все выявленные ошибки были исправлены с помощью инструментария ArcGIS. Поле с названиями постарались заполнить максимально возможно, были внесены названия не только истоков рек с надписями, но и многих водотоков, не подписанных на карте. Их названия выявляли на картах более крупных масштабов. Затем они сверялись с реестром наименований географических объектов Республики Мордовия. Площадные объекты, находящиеся в слое REKI_P, накладывались на снимок и сравнивались с современным состоянием местности.

Населённые пункты. Слой содержит контуры населенных пунктов, некоторые кварталы и отдельные строения. На карте масштаба 1:200 000 населенные пункты изображаются кварталами и показом отдельно расположенных строений. Контура населенных пунктов создавались при цифровании отсканированной карты. В нескольких случаях встретились грубые ошибки из-за невнимательного чтения исходной карты. Работа выполнялась разными исполнителями, некоторые из них дополнительно оцифровали и кварталы в населенных пунктах, которые затем автоматически были вырезаны из общего контура. В результате один населенный пункт стал описываться группой полигонов. Для решения поставленных задач требовался единый контур, поэтому было выполнено слияние полигонов. Названия всех населенных пунктов в атрибутивной таблице ассоциируются только с полигонами, представляющими их контура. Поэтому нами был произведен отбор объектов слоя, которые сохранены в БГД. Новый класс пространственных объектов содержит только полигоны, показывающие контура населенных пунктов.

Далее была проведена актуализация исходных данных. Для этих целей в атрибутивную таблицу слоя были добавлены поля: *actual2018* — современное состояние населенного пункта (существующий и исчезнувший), *actual_name* — современное название, *actual_type* — тип поселения в настоящее время, *actual_status* — административное значение, *pop_2010* — число жителей на 2010 г.; *actual_rank* — градация по людности. Состав населенных пунктов того или иного района, их современные наименования и тип были взяты из материалов, размещенных на сайте Росреестра. Центры административно-территориальных единиц 2-го порядка (сельсоветов) были указаны в опубликованных официальных документах региона. По этим данным был дополнительно создан точечный слой административных центров.

Все объекты, относящиеся к снятым с учета населенным пунктам, были удалены. Населенные пункты, позднее присоединившиеся к другим, показаны одним общим

контуром. За исследуемый период появился только один новый населенный пункт — пос. Звездный в Лямбирском районе. Число жителей бралось по Всероссийской переписи населения 2010 г., так как ежегодный учет численности населения службой государственной статистики ведется по сельским поселениям, в состав которых может входить несколько населенных пунктов. Тип поселения изменился у шести поселков городского типа, теперь они относятся к поселкам сельского типа, среди них есть и райцентры — Кемля, Ромоданово. Для проверки пространственного расположения контуров использовались спутниковые снимки из открытых источников. Был создан полигон, представляющий пос. Звездный. Часть полигонов была отредактирована в соответствии с современным состоянием местности.

Пути сообщения. Слой железных дорог метрически согласован, его можно использовать без изменений, новых дорог за исследуемый период не было построено. Для проверки пригодности использования исходного слоя автодорог привлекались современные картографические изображения с популярных среди автомобилистов интернет-сервисов и атлас автомобильных дорог. Сведения о федеральных дорогах брались из официальных источников. Данные об автомобильных дорогах регионального или межмуниципального значения на территории республики были взяты из последней редакции соответствующего постановления Правительства Республики Мордовия от 16 марта 2009 г. Анализ подобранных материалов показал, что дорожная сеть, представленная в исходном слое, частично устарела. Построены новые дороги, отдельные участки федеральных трасс теперь обходят крупные населенные пункты (например, Краснослободск), дороги получили новые обозначения и названия, у многих сменился характер покрытия. При обновлении дорожной сети для создания новых линейных объектов и редактирования существующих объектов в качестве растровой основы использовались спутниковые снимки, а также карты с интернет-сервиса «Яндекс.Карты». В атрибутивную таблицу были внесены поля с обозначениями и названиями дорог, их статусом, типом покрытия.

Рельеф. Представлен линейным слоем, в котором хранятся горизонтали, снятые с исходной карты. Эта часть информации, несмотря на то, что карты созданы в 1993 г., не потеряла актуальности, однако, тем не менее, была выполнена проверка соответствия оцифрованных данных исходной карте. На основе горизонталей, используя функционал ArcGIS, были построены ЦМР и производные модели: крутизна склонов, экспозиция, светотеневая отмывка рельефа.

Растительный покров. Полигональный слой LESA хранит пространственные данные, касающиеся не только лесных массивов, но садов, кустарниковой растительности

и др. В работе из слоя были отобраны леса и добавлены в БГД. При их обновлении использовались спутниковые снимки [5; 6].

Далее был проанализирован набор данных OSM и оценена пригодность его использования в работе. Особое внимание было уделено слою boundary-polygon, в котором полигоны представляют территории муниципальных образований. В поле Name даны названия территориальных единиц, в поле Admin LVL — их коды (2 — страна, 3 — округ, 4 — регион, 6 — район, 8 — муниципальные образования). Территориальные единицы разных уровней покрывают друг друга. Был проведен отбор объектов со значением кода, равным 8, и добавлен как класс пространственных объектов в БГД. При наложении его на территорию Мордовии было обнаружено несколько пустот (рис. 2). Ошибки были не видны в исходном слое, так как перекрывались полигонами — территориальными единицами другого порядка.

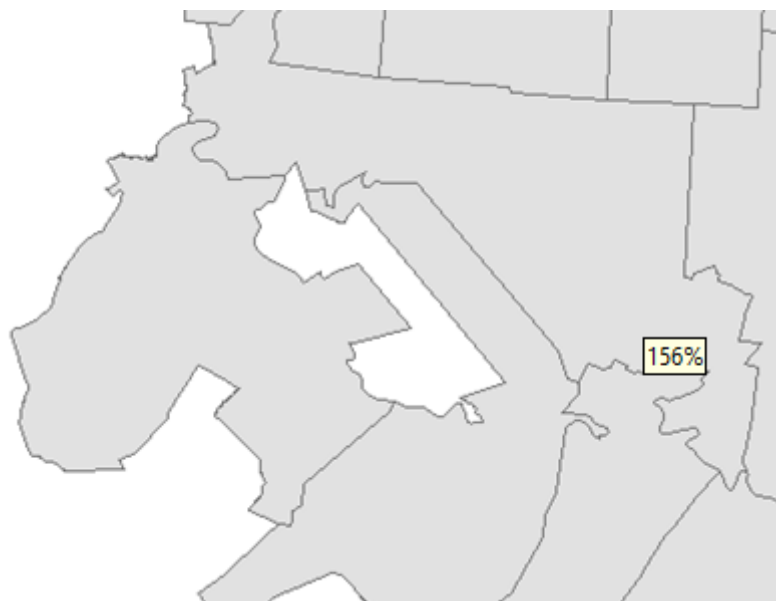


Рис. 2. Ошибка в слое boundary-polygon из набора OpenStreetMap.

Границы обнаруженных пустот соответствовали границам сельских поселений, позднее объединенных с соседними муниципальными образованиями. По сути, вместо присоединения одного полигона к другому (слияния в один), произвели его удаление. Ошибки были устранены путем изменения формы объектов. В связи с тем, что в последнее время произошли новые изменения в границах муниципальных образований всех районов Республики Мордовия, то пришлось выполнить редактирование полигонов (территорий муниципальных образований со статусом сельского поселения) в соответствии с опубликованными официальными документами. Был обновлен точечный слой административных центров.

Из набора OpenStreetMap (OSM) также представляет интерес слой дорожной сети (highway-lin). Он был использован для актуализации векторного исходного слоя автодорог.

После создания базы данных БГД было вновь проверено качество данных — их полнота, логическая и топологическая согласованность, позиционная, временная и тематическая точность. Каждому объекту был присвоен код в соответствии с системой кодирования и классификация цифровой топографической информации. На этой основе проводилась картографическая визуализация цифровых данных.

Так как в задачу входило создание цифрового слоя бассейнов малых рек, то в БД были добавлены пространственные данные о речной сети и урезах воды, оцифрованные с топографической карты масштаба 1:100 000. С использованием ГИС-технологий были выделены бассейны малых рек, протекающих по территории района.

Сформированная база пространственных данных ряда муниципальных районов уже была нами использована для целей картографирования. Прежде всего, были построены общегеографическая карта и карта муниципально-территориального деления района. С привлечением дополнительных источников создан ряд тематических карт. Так, карта населения показывает людность и национальный состав населенных пунктов, изменение численности населения с 2010 г. по 2019 г. по муниципальным образованиям. А на карте размещения объектов социальной инфраструктуры дается информация об образовательных организациях и медицинских учреждениях района, полученная на сайтах региональных министерств и открытых интернет-ресурсах.

Заключение. Использование готовых векторных данных, как показано в работе, требует оценки качества цифровых данных, проведения их актуализации. Только после этого их можно применять для формирования базы пространственных данных. Созданные БД отдельных муниципальных районов можно использовать в качестве основы при создании различных отдельных тематических карт, атласов и картографических баз данных по определенной тематике и конкретному назначению на территорию данного района [2; 3], для проведения пространственного анализа в ГИС-среде, в информационно-справочных целях для изучения устройства и территории района

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 57773-2017. Пространственные данные. Качество данных. — М.: Стандартинформ, 2017. — 138 с.
2. Ивлиева Н. Г. Манухов В. Ф. О построении картографических изображений средствами ГИС-пакетов // Педагогическая информатика. — 2015. — № 1. — С. 55–63.
3. Крылов С. А., Загребин Г. И. Разработка методики использования картографической

- базы данных для тематического картографирования // Прил. к журналу Известия вузов. «Геодезия и аэрофотосъемка». Сб. статей по итогам науч.-техн. конф. – 2014. – № 7(1). – С. 101–102.
4. Лурье И. К. Университетская школа географической картографии: традиции и инновации // Известия вузов. «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2016. – Т. 60, № 5. – С. 37–41.
5. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Манухова В. Ф. Геоинформационные технологии в междисциплинарных исследованиях // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2016. – Т. 2. – С.35–37.
6. Манухов В. Ф., Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф. Использование космической информации в процессе учебно-исследовательской деятельности студентов // Геодезия и картография. – 2009. – № 7. – С. 46–50.
7. Поморцева Е. Е. Проектирование баз геоданных: учеб. пособие. – Харьков: ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016. – 140 с.