

ИВЛИЕВА Н. Г., ЛЮБИМОВА Е. А.
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ
В БАЗУ ДАННЫХ СВЕДЕНИЙ О РЕКАХ

Аннотация. Описывается опыт добавления в базу данных ГИС-характеристик рек Республики Мордовия на основе справочника «Гидрологическая изученность». При работе с линейными объектами использованы функциональные возможности ArcGIS. Особое внимание уделено оценке временной достоверности данных, их актуализации.

Ключевые слова: база данных, ГИС-технологии, реки, справочник «Гидрологическая изученность».

IVLIEVA N. G., LYUBIMOVA E. A.
USAGE OF GIS TECHNOLOGIES FOR ADDING RIVER DATA TO DATABASE

Abstract. The experience of adding characteristics of the rivers of the Republic of Mordovia to the GIS database based on the reference book "Hydrological Knowledge" is described. When working with linear objects, the functionality of ArcGIS is used. Special attention is paid to assessing the temporal reliability and updating of data.

Keywords: database, GIS technologies, rivers, reference book "Hydrological Knowledge".

В настоящее время ГИС позволяют хранить в базах данных (БД) разнообразную информацию о пространственных объектах и применять ее при решении различных задач. На сегодняшний день по-прежнему актуальным является добавление в БД уже имеющихся знаний об объектах, ранее опубликованных в литературных источниках. Примером может служить справочное пособие «Гидрологическая изученность» (ГИ), в котором даны сведения о реках и озёрах СССР. Отдельные сведения по водным объектам из справочника ГИ были переведены в электронную форму [6]. Важным моментом является включение электронной версии таблиц справочника ГИ в БД ГИС, ее присоединение к слоям цифровой картографической основы [5].

В статье описан опыт добавления сведений из справочника ГИ в БД рек ГИС Мордовии. Кроме электронного варианта, использовался и литературный источник. Сведения о водных объектах, расположенных на территории республики, представлены в 10-м томе ГИ (Верхне-Волжский район) в подразделах, характеризующих бассейн р. Оки и бассейн р. Волги от впадения р. Оки до г. Чебоксары [2].

Цифровая топографическая основа БД ГИС создавалась по топографической карте

масштаба 1:200 000. Как правило, на ней показываются все реки длиной 1 км и более, в соответствии с масштабом карты — водотоки длиной 2 км и более.

На территории Республики Мордовия протекает 1 525 рек [1]. Суммированная длина всех рек республики приблизительно равна 9 тыс. км, из которых основной процент (86%) занимают реки протяженностью до 10 км. Но они в работе не рассматривались, так как в справочнике ГИ даны сведения только о водотоках длиной 10 км и более. К самым крупным рекам территории относятся две реки: Мокша, к бассейну (подбассейну р. Ока) которой относится 53% всех рек Мордовии, и Сура, к бассейну которой относится 47% рек (рис. 1).



Рис. 1. Большие и средние реки Республики Мордовия.

Предварительно все сведения о реках Мордовии из ГИ были занесены в документ Excel. Чтобы составить список рек и ручьев Мордовии, сведения о которых даны в справочнике ГИ первоначально воспользовались информацией интернет-источника <http://www.textual.ru/gvr/>. На этом сайте возможен поиск по данным государственного водного реестра. Для выбранного водотока выводится список его притоков, отсортированный в порядке их впадения от устья с указанием расстояний. Для облегчения поиска сначала были найдены сведения о больших реках Мордовии — Суре и Мокше, речные бассейны которых образуют гидрографические единицы подбассейнового уровня. — 08.01.05. Сура, 09.01.02. Мокша. Их водораздел представляет собой участок границы между Окским и Верхневолжским бассейновыми округами. Далее были найдены сведения обо всех притоках первого порядка этих двух рек, затем о притоках второго порядка и т. д. Из них

отбирались реки и ручьи, которые протекают по территории республики. Сведения по каждому водотоку копировались и добавлялись в лист Excel. В столбцах хранятся следующие сведения о водотоках: код водного объекта, тип водного объекта, название, местоположение, куда впадает, бассейновый округ, речной бассейн, речной подбассейн, водохозяйственный участок, длина водотока, водосборная площадь, код по гидрологической изученности, номер тома по ГИ.

После этого в ГИС-пакете лист Excel был присоединен к атрибутивной таблице слоя рек и ручьев по общему полю с названиями. Сведения о водотоках, названия которых расходятся с наименованиями объектов в БД, или просто отсутствуют в БД ГИС, не добавились в БД. Из-за одинаковых названий при автоматическом соединении таблиц произошла путаница.

Далее были использованы функциональные возможности приложения ArcMap при работе с линейными объектами (набор инструментов Linear Referencing Tools). В справочнике ГИ местоположение объектов описывается в виде расстояния по рекам, поэтому для их поиска удобны линейные координаты.

Чтобы определить позицию на линейном объекте, необходима система измерений. В ArcGIS при работе с объектами в системе линейных координат используют маршруты и события на маршрутах. В нашем случае маршрут — это линейный объект, представляющий собой водоток, который имеет уникальный идентификатор и систему измерений, определяющую дискретные позиции вдоль линии. Местоположение определяется указанием на известный маршрут и на измерение (позицию на нем).

Для создания одного объект-маршрута выбирался тот или иной водоток, указывалась стартовая точка для направления присвоения измерений на маршруте (место впадения притока в основную реку от ее устья). В программе это производится путем выбора одной из четырех вершин минимального прямоугольника, ограничивающего объекты, выделенные для создания одного маршрута, или щелчком мыши на определенной точке. Для измерений использовалась геометрическая длина входных линейных объектов. Для рек, у которых устье находится за пределами республики, полезной оказалась опция *Начать измерения с*, так как измерения начинаются не с нулевого значения. В этом случае указывалось значение, равное расстоянию по реке от границы Мордовии до устья. Для перевода единиц измерения, например м в км, можно указать коэффициент в поле Умножение значений измерений — 0,001.

Когда в ArcMap добавляются объект-маршруты, программа распознает их и добавляет в свойства слоя дополнительные сведения. Одним из них является поле идентификатора

маршрута. В классе объектов-маршрутов тип данных поля может быть числовым или символьным. Нами применялось числовое поле, куда вносились для каждого объекта (водотока) значения кода гидрологической изученности.

Далее с помощью инструмента *Создать слой событий на маршруте* был создан точечный слой. Точки размещались вдоль рек (маршрутов) в соответствии с указанными расстояниями из справочника и указывать место впадения притоков в основную реку. Однако из-за того, что слой рек был оцифрован по топографической карты масштаба 1:200 000, где изображаемые объекты достаточно сильно генерализованы, созданные точки не совпали с местоположением соответствующих притоков (рис. 2). Если в качестве входных данных использовать реки с цифровой карты масштаба 1:100 000, то точки впадения притоков будут более близки к их реальному местоположению [3].



Рис. 2. Размещение в ArcGIS точек (местоположений притоков) вдоль реки.

Применение линейных координат в ArcGIS позволило выполнить геокодирование сведений ГИ в ГИС-среде, оценить их современность, так как с момента составления справочника ГИ прошло более 50 лет, и обнаружить неверные сведения.

Левый приток Алатыря — р. Калыша (руч. Козулей) — ошибочно указан правым. Кроме того, ее приток, обозначенный в справочнике как река «без названия, у с. Калыша», имеет такое же название — Калыша. На картах встречаются разные варианты изображения р. Калыша (рис. 3). Указанная в ГИ длина водотока составляет 20 км, а на бланковой карте Мордовской АССР масштаба 1 : 200 000 р. Калыша вместе со своим притоком образует единый водоток, соответственно ее длина значительно больше.

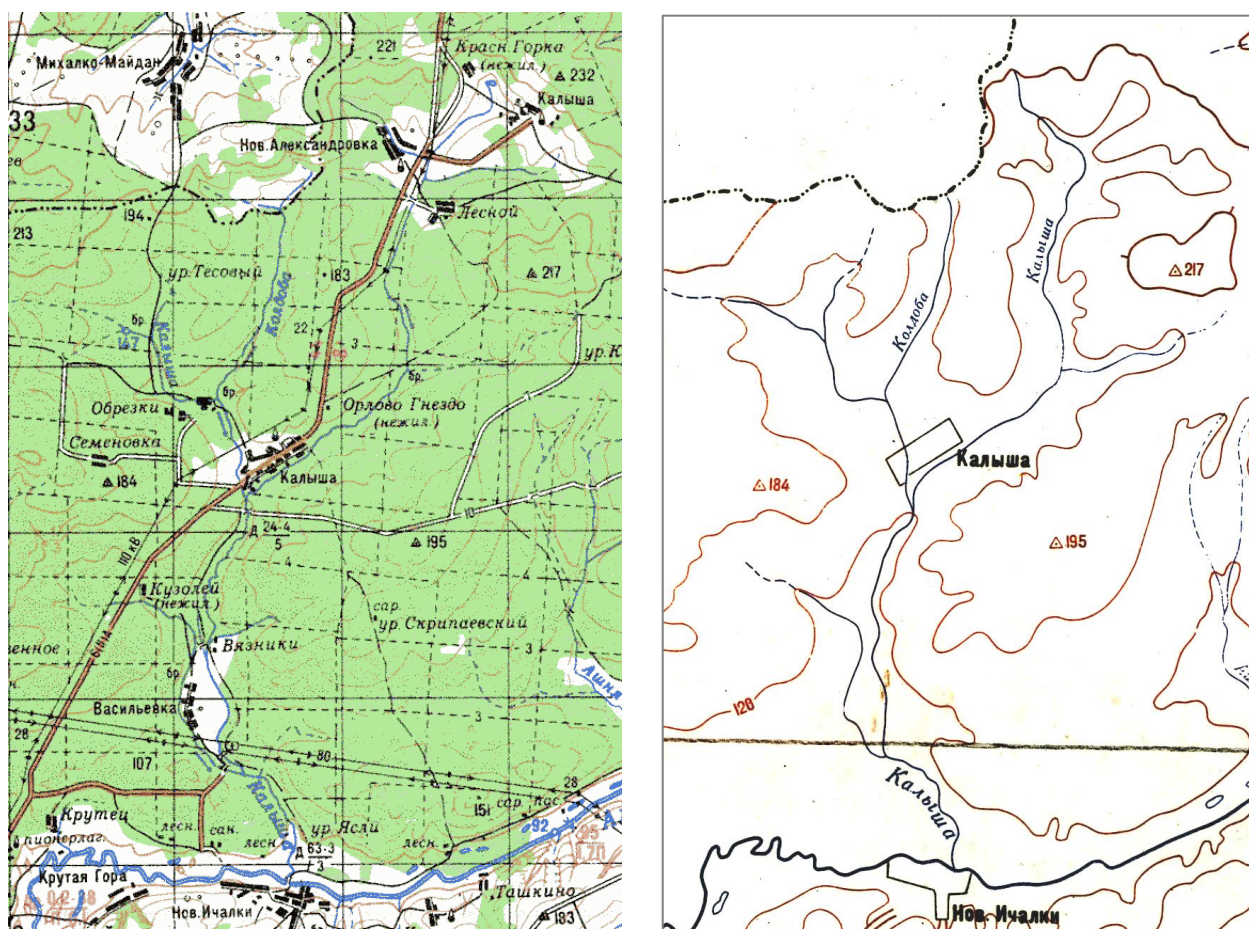


Рис. 3. Изображение р. Калыша на разных картах.

В справочнике ГИ указано, что р. Пичелейка впадает в Суру на расстоянии 442 км устья. Но в действительности Пичелейка — правый приток р. Большая Кша (рис. 4). При регулировании стока р. Большая Кша было сформировано ответвление, которое соединили с участком ее прежнего русла р. Кша (современное название р. Соляевка). На фрагменте

современной карты, представленном на рис. 5, видно, что притоками Суры являются р. Большая Кша и р. Соляевка (Кша).



Рис. 4. Изображение участка р. Большая Кша с притоком р. Пичелейка.

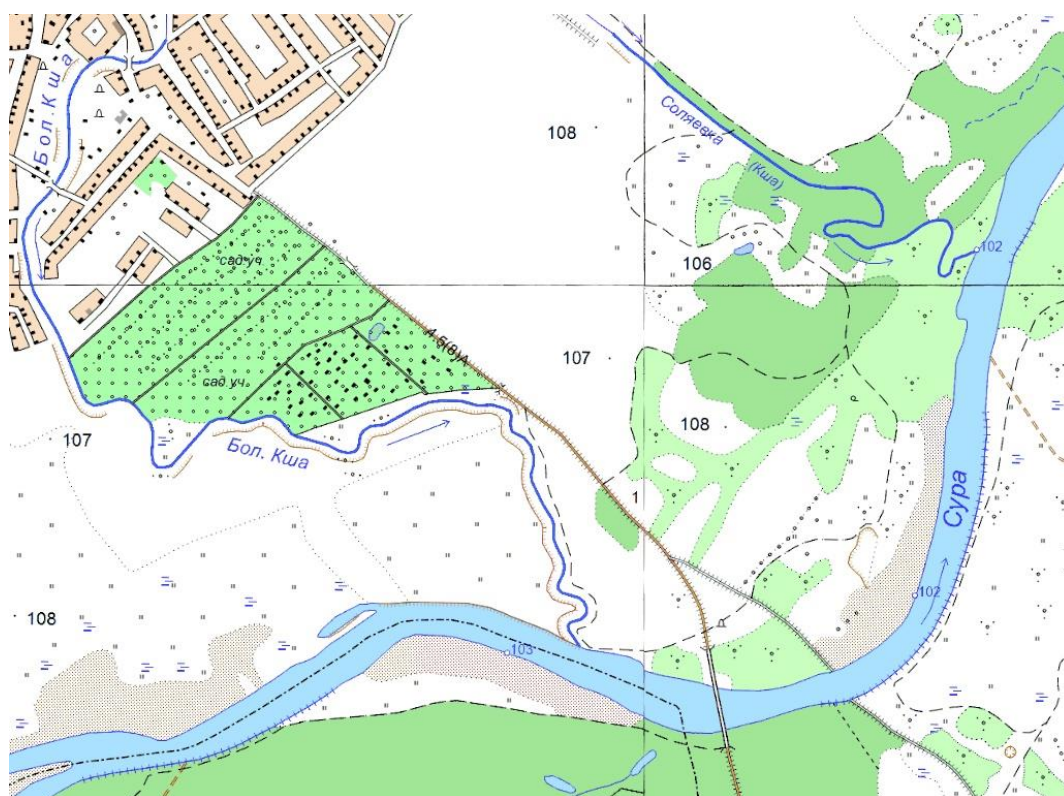


Рис. 5. Изображение участка Суры с притоками — р. Большая Кша и р. Соляевка (Кша).

Далее были проверены наименования рек и ручьев. В качестве основного источника послужил реестр названий географических объектов Республики Мордовия с официального сайта Росреестра.

В таблице 1 представлены выявленные разногласия в названиях рек и ручьев в ГИ с современными наименованиями.

Таблица 1

Современные наименования отдельных водотоков

Номер в справочнике ГИ	Название в справочнике ГИ	Куда впадает	Современное название
2687	Ива	Мокша	Ивка
2736	Прорва (Потишь, Портиж)	Исса	Потиж
2737	Сцевка	Исса	Зуевка
2738	руч. Большой	Исса	Сиевка
2743	Руч. Паська	Исса	Паевка
2744	Руч. Шишков	Исса	Шишковка
2763	Лашма	Мокша	Лопатино
2758	Линьевка	Мокша	Лепьевский
2775	Руч. Ветенбуй	Сивинь	Колопалей
2813	Руч. Вяжка	Мокша	Руч. Вяжга
2836	Вачка	Вад	Вячка
2843	Парца	Парца	Тож
2859	Руч. Перепиляй (Коутомар)	Явас	Руч. Перепиляй (Крутомар)
3670	Руч. Саксаур	Синяш	Саксаурка
3824	Татар-Велень-Лень	Алатырь	Татарский Веленьлень
3847	Аморда	Аморда №3846	Гремячка
3906	Кармалей	Меня	Кудашкелей

Нормализация большинства наименований рек сводилась к определению их современного написания: р. Вачка — Вячка, р. Татар-Велень-Лей — Татарский Веленьлей, руч. Вяжка — Вяжга, и т.д.

Также было выявлено, что у ряда малых рек, принимающих притоки, наименование общего потока сменилось на более употребляемое название. Например, в списке ГИ руч. Сухой Пензятка впадает в р. Инсар, его правым притоком является р. Лямбирка. На современной карте Лямбирка — левый приток р. Инсар (рис. 6а). В списке ГИ р. Пичинейка (Пичиней) — правый приток р. Нуя, принимает р. Вечерлейка (Вечерлей) по левому берегу. На рис. 6в дан фрагмент современной карты, где показано, что р. Вечерлейка стала притоком первого порядка р. Нуя.

Кроме того, в ГИ в качестве ориентира водотоков, обозначенных как «без названия», указывался ближайший к устью населенный пункт. К настоящему времени некоторые указанные населенные пункты упразднены или переименованы. Так, например, свх. Волна Революции ныне поселок Октябрьский.

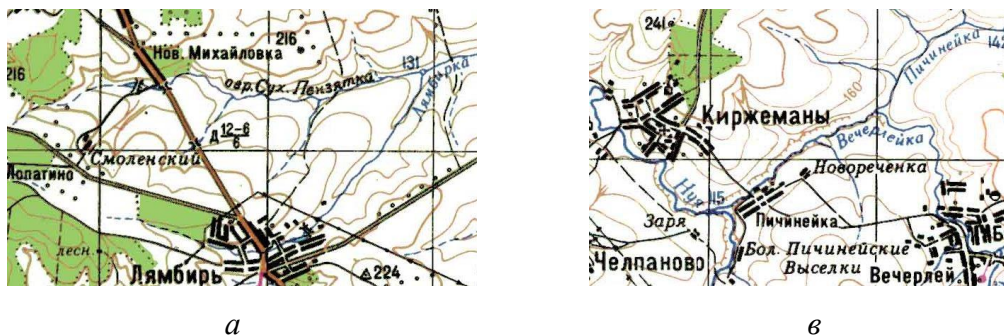


Рис. 6. Современное изображение на картах участков рек:
а – Лямбирки; б – Вечерлейки.

Важной частью осушительной мелиорации в заболоченных поймах служит регулирование русел малых рек. В Мордовии распространенным методом регулирования является спрямление русла рек. В этой связи сведения ГИ устаревают. Так, например, руч. Акшов соединен с р. Сивинь и теперь не является притоком р. Ожга. Из-за спрямления русла р. Унуй сейчас впадает в Мокшу в другом месте. А у р. Мокша появился еще один приток. Это оставшийся отрезок старого русла р. Унуй вместе с притоком, обозначенным в ГИ как река «без названия, у свх. Красная Пресня» (р. Лосьма). Он впадает в Мокшу в местоположении, указанном в справочнике ГИ для р. Унуй.

Далее, с учетом всех выявленных расхождений и ошибок, из БД рек были выбраны все водотоки, сведения о которых представлены в справочнике ГИ. Отбор проводился в соответствии с установленным гидрографическим районированием.

Территория Республики Мордовия входит в следующие гидрографические единицы: на бассейновом уровне — 08.01.00. Волга до Куйбышевского водохранилища (без бассейна Оки) и 09.01.00 Ока, на подбассейновом уровне — 08.01.05. Сура, 09.01.02. Мокша. Для построения бассейнов рек были применены методы цифрового моделирования рельефа [7]. С использованием ГИС-технологий на основе ЦМР на территории республики были выделены границы водохозяйственных участков: 08.01.05.002 (Алатырь от истока до устья), 08.01.05.003 (Сура от Сурского г/у до устья р. Алатырь), 08.01.05.004 (Сура от устья р. Алатырь до устья), 9.01.02.001 (Мокша от истока до в/п г. Темников), 09.01.02.003 (Цна от г. Тамбова до устья), 09.01.02.004 (Мокша от в/п г. Темников до устья без р. Цны). На рис. 7

представлена картографическое изображение рек и ручьев, указанных в справочнике ГИ, а также даны обозначения и границы водохозяйственных участков, расположенных на территории Республики Мордовия.



Рис. 7. Водотоки на схеме водохозяйственного районирования.

На основе созданной БД можно тщательно и подробно изучать речную сеть Республики Мордовия, оперативно проводить анализ и визуализацию данных. С помощью ГИС-технологий можно проводить картометрические определения [4], уточнять и добавлять сведения о других водных объектах, создавать карты методами геоинформационного картографирования. База данных рек Республики Мордовия, сформированная в ГИС-пакете ArcGIS, имеет справочно-информационную функцию, и может представлять интерес для географов, экологов, картографов и геоинформатиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямашкин А. А., Сафонов В. Н., Шутов А. М. Водные ресурсы Республики Мордовия и геоэкологические проблемы их освоения. – Саранск, 1999. – 188 с.
2. Гидрологическая изученность. Т. 10. Верхне-Волжский р-н / Под ред. В. П. Шабан. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 528 с.

3. Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф., Борискин А. С., Ерофеева И. В. Опыт создания базы данных в ГИС-среде // Геодезия и картография. – 2020. – № 12. – С. 46-56. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-966-12-48-56.
4. Калинин В. Г., Пьянков С. В. Применение геоинформационных технологий в гидрологических исследованиях. – Пермь: АлексПресс, 2010. – 217 с.
5. Скачкова М. Е., Иванова Н. А. Особенности ведения государственного водного реестра // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы II Междунар. науч. конф. – СПб.: Заневская площадь, 2014. – С. 130-133.
6. Сомов С. В., Яковенко Л. И. Создание электронной базы по данным справочника Государственного водного кадастра (ГВК) «Гидрологическая изученность» [Электронный ресурс] // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2010. – Вып. 174. – Режим доступа: <http://meteo.ru/publications/116-trudy-vniigmi/trudy-vniigmi-mtsd-vypusk-174-2010-g/384-sozdanie-ele> (дата обращения: 25.11.2020).
7. Тесленок С. А., Манухов В. Ф., Тесленок К. С. Цифровое моделирование рельефа Республики Мордовия // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 7. – С. 30-38. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-949-7-30-38.