КАРТА БАССЕЙНОВЫХ ГЕОСИСТЕМ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ[9]

Веденеева Е.А., Ермолаев О.П., Мальцев К.А., Мухарамова С.С., Харченко С.В.
Казанский федеральный университет, Казань, Россия, oyermol@gmail.com

MAP OF THE EUROPEAN RUSSIA BASIN GEOSYSTEMS

Vedeneyeva E.A., Yermolaev O.P., Maltsev K.A., Muharamova S.S., Kharchenko S.V.
Kazan Federal University, Kazan, Russia, oyermol@gmail.com

Европейская часть России (ЕЧР) расчленена густой сетью рек. Бассейны рек являются наиболее удобной операционно-территориальной единицей географического анализа этой огромной территории. До настоящего времени на ЕЧР нет электронной карты бассейнов малых рек, которая могла бы выступать основой для анализа территории современными информационными технологиями. В этой связи, целью наших исследований являлось создание автоматизированными средствами электронной векторной карты речных бассейнов Европейской части России. Эта карта может служить основой для установления зависимостей формирования и функционирования малых речных систем и их водосборов от ландшафтно-географических условий территории, картографирования закономерностей стока рек, оценки степени антропогенной нагрузки на бассейны. Объектом исследования выступают малые речные бассейны (водотоки первого порядка в заданном масштабе). При картографировании принят региональный уровень пространственной детальности, соответствующий масштабу 1:1 000 000.

В настоящее время существует целый ряд продуктов, полученных в рамках различных проектов, и представляющих собой модели водосборных бассейнов (сетки бассейнов рек) того или иного территориального охвата и имеющих открытый доступ. Такие продукты могут отличаться по целевому назначению, по детальности сети (характеризуемой либо средней площадью бассейнов, либо порядком потока), по степени открытости данных и пр. Говоря об открытых продуктах, прежде всего, следует назвать такие зарубежные проекты, как HydroSHEDS, CCM и Ecrins, WBD [1-3 и др.]. Среди отечественных продуктов электронные векторные карты бассейнов малых рек созданы лишь на отдельные регионы ЕЧР, в частности, на Приволжский федеральный округ [4, 5].

В то же время, анализ зарубежных и отечественных продуктов по картам речных бассейнов такого масштаба свидетельствует об отсутствии удовлетворительных аналогов на всю территорию ЕЧР. Для выделения границ бассейнов необходимо было выбрать глобальную цифровую модель рельефа (ЦМР) удовлетворительного качества. На сегодняшний день рельеф исследуемой территории представлен несколькими глобальными моделями, имеющими открытый

[9] Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект №15-17-10008)

доступ: GTOPO30, SRTM, Aster GDEM и GMTED2010. Существуют и другие модели рельефа глобального охвата, однако они распространяются на коммерческой основе и поэтому в нашей работе не рассматривались. В рамках обоснования выбора модели рельефа были проведены тестовые построения границ бассейнов для двух участков: в таежной и степной ландшафтных зонах, каждый размером около 360 000 км^2. В пределах этих участков границы бассейнов строились с использованием обозначенных выше моделей рельефа, после чего сравнивались между собой и с геопозиционированными растрами топографических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. Результаты показали вполне удовлетворительное качество и малое отличие границ, построенных по различным ЦМР на хорошо расчлененных, возвышенных равнинах. Для слабо расчлененных низменных равнин качество сильно снижалось. Поэтому данным территориям было уделено особо пристальное внимание, поскольку они в пределах ЕЧР занимают большие пространства. В результате сравнительного анализа экспертно оценено, что для таких сложных, с точки зрения автоматизированного построения границ, условий рельефа правильно выделенные бассейны составляют: 33 % по AsterGDEM2, 50 % по SRTM (90 м), 54 % по GTOPO30 и 60 % по GMTED2010. Таким образом, на рассмотренных нами тестовых участках наилучший результат в пределах низменного пластового рельефа показывает модель GMTED2010 (Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010). Параметры рабочего растра (регулярной сетки, покрывающей в проекции исследуемую территорию), используемого для представления исходных данных, проведения модельных расчетов и представления результатов, подбирались в ходе ряда экспериментов. В результате был выбран размер ячейки 200 × 200 м, а общий размер обрабатываемых растров составил 130 000 000.

На основе скорректированной модели рельефа и растровой модели гидрографической сети проведено построение границ бассейнов рек на всю территорию исследования и построена соответствующая электронная векторная карта. Границы выделялись в автоматическом режиме по алгоритму, реализованному в программном продукте Whitebox GAT. Предварительно выполнялась серия тестовых расчетов в пределах участков с различными условиями рельефа. Выделение бассейнов проведено планарно, то есть выделялись не только бассейны мелких рек (в принятом масштабе это были водотоки первого порядка), но и их межбассейновые пространства. На данном этапе потребовалось и решение ряда технологических задач, связанных с большим объемом обрабатываемых массивов данных (растров), увеличение ресурсов вычислительной техники.

Для оценки качества получаемого результата особое внимание уделено точности выделения границ бассейнов. Для этого анализировались различные ошибки - артефакты автоматического выделения. Для верификации точности выделения границ бассейнов было выбрано 6 участков с различными морфогенетическими типами рельефа в пределах Республики Татарстан, Белгородской и Курской областей. Для этих территорий экспертно (то есть, традиционно ручным способом) по топографическим картам определялись (а затем векторизова-

лись) границы бассейнов рек. Далее ГИС-средствами сопоставлялись объекты (бассейны одних и тех же рек), полученные автоматическим методом и экспертно. Оценивалось как совпадение площадных характеристик, так и «правильность» геометрии границ. По результатам работы установлено, что на выбранных тестовых участках средняя разница показателя площади бассейнов, выделенных автоматически и экспертно, составила 3.6%. Для участков со слабо расчлененным, низменным рельефом эта ошибка не превышает 5%, а на участках с относительно расчлененным, возвышенным – около 2%. Такое качество автоматического построения границ бассейнов для созданной картографической модели можно считать вполне удовлетворительным.

Таким образом, для территории Европейской части России впервые создана электронная карта речных бассейнов первого порядка в масштабе 1:1 000 000. Эта карта представлена векторным слоем полигональных объектов. Всего на карте выделено 63 553 бассейна рек, включая их межбассейновые пространства. Площади бассейнов сильно колеблются (среднеквадратичное отклонение 9800). Минимальная площадь составляет 0,3 км^2, максимальная- 1951,1 км^2, средняя - 68 км^2, а 99% квантиль равна 459 км^2.

В докладе также рассматриваются вопросы создания геоинформационной системы на полученную сетку речных бассейнов, структура этой ГИС. Приводятся результаты геоморфометрического анализа территории ЕЧР на основе бассейнового подхода.

Выделенные бассейновые геосистемы являются операционно-территориальными единицами, относительно которых создается геопространственная база данных, характеризующих природно-ресурсный потенциал территории Европейской части России.

Литература

1. Lehner B., Verdin K., Jarvis A. New Global Hydrography Derived From Spaceborne Elevation Data // EOS, TRANSACTIONS, AMERICAN GEOPHYSICAL UNION. 2008. 89(10). pp. 93-94. doi:10.1029/2008EO100001.

2. Lehner B. HydroBASINS. Global watershed boundaries and sub-basin delineations derived from HydroSHEDS data at 15 second resolution. Technical Documentation Version (with and without inserted lakes). [Электронный ресурс]. http://hydrosheds.org/images/inpages/HydroBASINS_TechDoc_v1c.pdf.

3. Vogt J.V., Colombo R., Paracchini M.L., de Jager A., Soille P. CCM River and Catchment Database, Version 1.0. // Report EUR 20756 EN, European Commission - Joint Research Centre, Ispra, 2003. 30p. [Электронный ресурс] http://agrienv.jrc.ec.europa.eu/publications/pdfs/CCM1-Report-EUR20756EN-2003.pdf.

4. Мальцев К.А., Ермолаев О.П. Использование цифровых моделей рельефа для автоматизированного построения границ водосборов // Геоморфология. 2014. № 1. С.45-53.

5. Ermolaev O.P., Mal'tsev K.A., Ivanov M.A. Automated Construction of the Boundaries of Basin Geosystems for the Volga Federal District // Geography and Natural Resources, 2014, Vol. 35, No. 3, pp. 222-228. doi:10.1134/1875372814030044.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЯВЛЕНИЯ И ДИНАМИКИ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДОЛИНЕ Р. ОКИ В ЕЕ СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Водорезов А.В., Воробьев А.Ю., Кривцов В.А
Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, Рязань, Россия, a.vorobyov@rsu.edu.ru

METHODOLOGY OF STUDYING THE SPECIAL ASPECTS OF DEVELOPMENT AND DYNAMICS OF EXOGENIOUS GEOMORPHOLOGICAL PROCESESSES IN THE OKA RIVER MIDSTREAM IN LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE

Vodoresov A.V., Vorobyv A.Y., Krivtsov V.A.
S.A. Yesenin Ryazan State University, Ryazan, Russia, a.vorobyov@rsu.edu.ru

При изучении особенностей проявления и динамики экзогенных геоморфологических процессов в долине р. Оки в ее среднем течении в позднем плейстоцене и голоцене применялись как традиционные для геоморфологии, так и нетрадиционные методы.

1. Сбор и обобщение фондовых и опубликованных материалов.

В геологических фондах были отобраны, обобщены и проанализированы данные бурения для всей изученной территории, всего 2600 скважин. Из соответствующих отчетов (более 100) отобраны материалы, характеризующие особенности геологического строения и развития территории, гидрогеологические и инженерно-геологические условия, в т.ч. особенности проявления современных экзогенных процессов.

2. Анализ карт и материалов дистанционного зондирования.

При изучении морфологических особенностей долины Оки на изученном ее участке использовались топографические карты масштаба 1:200000, составленные по картам масштаба 1:100000, издания 1980-1986 годов. Они же послужили основой для составленной нами геоморфологической карты [1], включающей и характеризуемый в работе участок окской долины.

При изучении морфологических особенностей поймы (при выделении участков поймы разных морфологических типов, останцов надпойменных террас в их пределах) использовались карты масштаба 1:25000 (съемка 1957,58 г.г.) с сечением горизонталей через 2,5 м. Эти же карты использовались при оценке интенсивности эрозионного расчленения коренных склонов долины и уступов надпойменных террас.

При изучении изменений планового положения русла Оки использовались карты разных масштабов, изданные в разное время, в том числе: схематичная среднемасштабная (в 1 дюйме 10 верст, что соответствует масштабу 1:420 000)