

Литература

1. Bass J. H. Noise assessment at Carland Cross wind farm site // Proc. of the wind turbine noise workshop. Energy technology support unit of the UK department of trade and industry. — 1992. — Pp. 137–142.
2. Lam Y. W. On the modelling of the effect of ground terrain profile in environmental noise calculations // Applied Acoustic. — 1993. — №42. — Pp. 99–123.
3. Rasmussen K. B. Sound propagation over grass covered ground // Journal of Sound and Vibration. — 1981. — №78 (2). — Pp. 247–255.
4. Rasmussen K. B. Propagation of road traffic noise over level terrain // Journal of Sound and Vibration. — 1982. — №82 (1). — Pp. 51–61.
5. Rasmussen K. B. On the effect of terrain profile on sound propagation outdoors // Journal of Sound and Vibration. — 1985. — №98 (1). — Pp. 35–44.
6. Van Renterghem T., Botteldooren D., Lercher P. Comparison of measurements and prediction of sound propagation in a valley-slope configuration in an inhomogeneous atmosphere // Journal of Acoustic Society of America. — 2007. — №121 (5). — Pp. 2522–2534.

УДК 574.203(470.324)

Харченко С.В.

har4enkkoff@rambler.ru

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАЗГРАНИЧЕНИЯ ВОДОСБОРОВ И ПРОВЕРКИ КОРРЕКТНОСТИ ЕГО РЕЗУЛЬТАТОВ

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Многообразие задач в сфере экологии и природопользования, решение которых может быть основано на «бассейновом подходе», уже ни для кого не секрет [3]. Некоторые авторы [4] предлагали даже заменить современное административно-территориальное деление России другим делением, где границы субъектов федерации были бы частично привязаны к водоразделам речных систем высоких порядков. Многие задачи территориального проектирования уже решаются для операционных единиц «бассейн реки ...» [1, 2].

Дальнейшее развитие бассейнового подхода, его внедрение во все новые сферы управления территориями, вряд ли возможно без одновременного развития технологий выделения водосборов на местности,

топографической карте, цифровой модели рельефа (ЦМР). Проведение водоразделов (особенно, для равнинных территорий) сопряжено с массой методических трудностей. Водоразделом чаще всего [5, 6] называют линию, сток воды от каждой точки которой идет в двух противоположных направлениях, перпендикулярных этой линии. Т.е. водораздел — объект во многом абстрактный, не имеющий ширины, а лишь только длину и некоторую форму в плане. С этим связана большая часть трудностей автоматизированного разграничения водосборов, ведь элементарные единицы такого анализа — пиксели цифровой модели рельефа — не могут быть бесконечно малы. В любом случае, соотношение параметров «дешевизна съемки рельефа — площадной охват съемки — детальность (размер пикселя) и точность съемки» сильно ограничивают исследователей. Скажем, получение недорогой топографической информации, при этом еще и точно передающей метрику и морфологию рельефа, обычно редко возможно на сколько-нибудь значимых по площади участках.

Возникающие в ходе автоматизированного разграничения водосборов ошибки позиционирования не всегда случайны (т.е. не распределены равномерно в окрестности нулевой ошибки). Многие виды ошибок взаимозависимы и могут накладываться друг на друга, встает вопрос корректности всего построения. В связи с этим возникла идея попытаться свести воедино описание различных видов ошибок при разграничении водоразделов на основе ЦМР и данных о гидрографической сети. Необходимо указать на соотношение используемых понятий водосбор («бассейн») и «речной бассейн». Второе из них является частным случаем первого. Водосбор не обязательно будет освоен постоянным или даже временным водотоком, это лишь участок земной поверхности (если не рассматривать кровлю водопора), морфология рельефа которого такова, что жидкий сток со всей площади участка в результате пройдет через какую-либо конкретную «точку» (в масштабе рассмотрения). При этом «бассейн» может оконтуриваться для произвольной точки, например, для створа гидропоста, в то время как «речной бассейн» обычно оконтуривается только для точки устья реки.

Наиболее распространенный метод оконтуривания бассейнов заключается в следующем. Сначала переклассифицируется поле высот, представленное в виде ЦМР, в поле ориентировки линии максимального уклона (поле экспозиций). Затем строятся линии тока или, условно, тальвеги, начиная пониженными участками (пиксели с наименьшими значениями высот) и заканчивая вершинами (пиксели с наибольшими значениями высот). Для каждого пикселя по линии тока высчитывается накопленная величина стока — количество ячеек ЦМР, лежащих «выше по течению» данной точки. Создатель

модели своим решением определяет, какое количество ячеек «выше» (какова минимальная накопленная величина стока) можно считать достаточным, чтобы отметить здесь «исток» данной реки. Естественно, в гумидных условиях пороговое кол-во ячеек, лежащих «выше» в рельефе, иногда на порядки меньше, чем в семиаридных и аридных. Если же модель речной сети и границы водосборов строятся для территорий с контрастными климатическими (а также гидрогеологическими) условиями, то выбирая константное для всей площади пороговое кол-во ячеек, можно говорить только о сети тальвегов (как освоенных водотоками, так и не освоенных), но никак не о речной сети. Однако данный метод имеет несомненный плюс в том, что линии тальвегов извлекаются из самой ЦМР, в полном соответствии с ней.

Иначе дело обстоит, когда исследователь стремится оконтурить именно речные бассейны и для этого в качестве модели гидрографической сети берет данные, пространственное соответствие которых системе тальвегов на ЦМР не всегда корректно. Возникающие при этом трудности весьма разноплановы.

В частности, устья (узлы слияния сегментов гидросети) должны располагаться строго в пикселях ЦМР, которые соответствуют тальвегу. Ошибки пространственной привязки ЦМР или векторной гидрографической сети (либо и того, и другого) приводят к тому, что точки устьев, для которых оконтуривается водосбор, попадают не в тальвег, а на склоны одного из бортов долины. В результате, участок водосбора на противоположном борту при автоматизированном разграничении бассейнов оказывается отсечен от остальной своей площади.

Помимо этого, сама структура модели гидрографической сети не всегда корректна — нами неоднократно встречены случаи, когда на коммерческих векторных картах истоки рек соединены. Слияние речных верховьев, бифуркации и речные перехваты — явление, описанное в геоморфологической и гидрологической литературе. Однако здесь речь идет именно о несуществующих слияниях и перехватах, например, в условиях эрозионно-денудационного рельефа Курской области. При автоматизированном разграничении водосборов низких порядков на значительных по площади территориях просто невозможно отследить и вручную исправить все неточности исходных данных.

Некоторую ошибку вносит несоответствие ориентировки сегментов гидрографической и водораздельной сетей и ориентировки «осей» ЦМР. Обычно границы пикселя в ЦМР проведены вдоль линий широты и долготы. Соответственно, границы водосбора отстаиваются ортогональными ломаными линиями — это можно наблюдать, например, в открытой карте бассейнов HydroSheds. Естественно, что в реальной обстановке эти границы

часто далеки от ортогональных, а редко и очень сходны с ними (там где ортогональность элементов рельефа предопределена структурно). В результате один и тот же алгоритм автоматизированного разграничения водосборов даст разные по величине ошибки.

Различия в привязке устья реки выше или ниже по тальвегу на несколько сотен метров иногда отражаются в том, что в бассейн попадают или, напротив, не попадают значительные по площади балочные системы, которые открываются к реке именно на этом, пусть и коротком ее приустьевом отрезке.

Сам факт возникновения разнообразных ошибок при автоматизированном разграничении водосборов вынуждает к размышлениям о выборе оптимального способа проверки корректности результатов этого разграничения. Одним из наиболее надежных способов этого является сравнение результата автоматизированной трассировки с результатами ручной оцифровки водосборов по топографическим картам, заведомо более точным (более крупного масштаба). Однако математические принципы этой проверки (и вообще проверок такого типа в картометрических исследованиях) также требуют широкого обсуждения.

К примеру, часто как критерий корректности трассировки водоразделов применяется сравнение площадей соответствующих водосборов, построенных автоматическим и ручным способом. Ошибку выражают отношением разницы условно «истинного» значения (более надежного, полученного ручным способом) и автоматически полученного к «истинному». Этот критерий часто дает «хорошие» показатели ошибок (часто даже менее 1% от истинной площади), однако контуры водосборов при этом могут быть совершенно не похожи между собой. Этот показатель еще и находится в явной зависимости от площади векторизуемого бассейна.

Определенно, наилучшим критерием оценки качества трассировки водоразделов следует признать тот, который бы учитывал и «похожесть» контуров, и близость географического положения их центров масс. Нельзя говорить об отсутствии ошибки в трассировке водосбора для двух абсолютно идентичных контуров (имеющих точно одинаковую площадь), но смещенных относительно друг друга в плане. Не имея в распоряжении «идеального» критерия, достаточно удачным, на наш взгляд, следует признать и такой: отношение части площади водосбора, однозначно к нему относящейся (т.е. отнесенной к нему и по данным автоматической, и по данным ручной оцифровки) к среднему арифметическому из площадей этого водосбора по данным оцифровки обоими методами.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда
(проект №15-17-10008).*

Литература

1. Антипов А.Н., Дроздов А.В. и др. Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт. — Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2002. — 141 с.
2. Власова А. Н. Организация бассейновых территорий методами ландшафтного планирования (на примере Крыма) // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. — М.: Изд-во Московского университета, 2011. — 320 с.
3. Ермолаев О.П., Мальцев К.А., Иванов М.А. Автоматизированное построение границ бассейновых геосистем для Приволжского федерального округа // География и природные ресурсы. — 2014. — №3 — С. 32-39.
4. Корытный Л.М. Административно-территориальное деление России: бассейновый вариант // География и природные ресурсы. — 2006. — № 4. — С. 29–37.
5. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии / Сост. проф. И.С. Щукин — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1980. — 704 с.
6. Энциклопедический словарь географических терминов / Глав.ред. С.В. Калесник. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1968. — 440 с.

УДК 911.52

*Хаустов А.А., Быковская О.П.
hayst.al@yandex.ru*

ЗАПАДИННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ВОРОНЕЖСКОЙ ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНОЙ ГРЯДЫ

Воронежский государственный университет

Процесс роста города обеспечивается за счет включения в его черту все более новых территорий. Параллельно с увеличением площади, запускается механизм трансформации ландшафтов не только в пределах самого города, но и его пригородной зоны. И чаще всего этот процесс приводит к упрощению структуры природных территориальных комплексов.

В 14 км к северу от г. Воронеж и в 5 км от п.г.т. Рамонь, в пределах с. Староживотинное располагается западинный комплекс, который до 2012 года