

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КАК СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ: ВОДОСБОР РЕКИ МИССУРИ

Шмагин Б. А.

Университет Штата Южная Дакота, США

Водосбор реки Миссури - крупнейшего притока Миссисипи, имеет площадь более 1 300 000 км² и включает целиком или частично территории десяти штатов США и двух провинций Канады. Треть реки зарегулирована шестью плотинами, четыре из которых по объёму относятся к крупнейшим в мире [Alexander, 2012]. Впервые с момента возведения комплекса плотин в середине прошлого века, расход воды через них был наибольшим в первой половине 2011 года, вынужденный интенсивный сброс воды из этих водохранилищ вызвал наводнение. Наводнение было обусловлено природными условиями зимы и весны 2011, но явилось результатом оперативных решений по управлению системой интенсивного сброса воды во время половодья и наложившегося паводка. Около тридцати лет спустя после провозглашения большого будущего для «стохастической гидрологии», Вит Клемеш писал: «Следует признать, что каждая модель, каждый вариант модели, как бы хороша она ни была, всегда несовершенна и должна применяться с осторожностью.» [Klemeš, 2007]. Поворот по его же словам «от инженера к гидрологу» произошел, когда Клемеш призвал создать гидрологию как «вполне оперившуюся» (full-fledged) науку с тем, что бы инженерам не приходилось самим додумывать гидрологические составляющие в разрабатываемых моделях [Klemeš, 1999]. В докладе на примере водосбора р.Миссури показано, что такая «вполне оперившаяся» гидрология существует, имеет историю развития, получает новые результаты и использование этих результатов может определить разработку инженерных приложений, как способствующих сохранению и стабильному использованию водных ресурсов, так и более рациональному управлению ими даже в экстремальных случаях. Картографирование водных ресурсов (КВР) зародилось и развилось как необходимое звено между количественными (статистическими) пространственно временными моделями формирования модуля поверхностного и подземного стока с одной стороны и влиянием комплекса природных условий водосбора (свойства ландшафта) с другой. КВР - это методология и наиболее развитое средство системного подхода к моделированию водного цикла суши.

Появление КВР связано с именами В. Г. Глушкова [1933], Львовича М.И. [1936, 1938] и развито с интеграцией ландшафтного (Солнцев В. Н.) и геосистемного (Сочава В.Б.) подходов в работах Распопова М.П. [1950], Крюкова В.Ф. [1974], Корытного (1974), Кузина П.С., Бабкина В.И. [1979] и других. Развитие КВР как метода системного моделирования

может быть связано с сотрудничеством Куделина Б.И. и Попова О.В., их коллег и учеников в 1960-1980 гг. при картографировании поверхностного и подземного стока в практически всем комплексе масштабов регионального анализа. Многолетняя работа по созданию методологии КВР как системного моделирования и полученные по многим регионам результаты обеспечивают возможность дальнейшего развития гидрологии как науки и подготовки научно обоснованных воднохозяйственных рекомендаций. Выделение элемента районирования с использованием статистического обучения [Varnik, 1998] при картографировании и изучении режима подземного и поверхностного стока позволяет говорить о пространственно-временной гидрологической структуре, как новом результате в моделировании водного цикла суши. Понимание необходимости такой структуры и её свойств являются ключевым для разработки концепции неопределённости по отношению к изучению, моделированию и инженерному описанию речного водосбора как системы. Модели, методы и концепция регионального районирования появившиеся в результате сотрудничества между МГУ и ГГИ и разработанные позже на их основе были применены к водосбору р.Миссури (ВРМ) для моделирования и понимания гидрологии новоднения 2011.

Особенности региональной гидрологии для ВРМ изучались совместно с территорией центральной части страны, внутри которой бассейн и находится. Данные о среднемесечном речном стоке для проведения анализа были взяты из отчета Геологической Службы Соединённых Штатов (Slack et al., 1992). На основании факторной модели, отражающей 62% изменчивости исходных, были получены четыре группы водосборов, существенно различающихся по режиму и довольно хорошо группирующихся в соответствующие области стока,: I- Великих Равнин (на востоке), II- Массив низких гор Блэк-Хиллс, включающих палеозойские известняки, III- Склонны Скалистых Гор и IV- Склоны Скалистых гор с распространением карстующихся пород. Группы водосборов с различным режимом годового стока отличаются по: числу сезонов, связи сезонов с годововым стоком, участием месяцев в сезонах, что обосновывает представление, что полученные отдельно модели годового стока и сезонности не просто многомерные векторы, а гидрологическая структура, многомерная и многоуровневая в пространстве и времени. В результате КВР для ВРМ впервые получено: 1) многомерная структура пространственно временного распределения речного стока отражает 30% - 78% от изменчивости заключенной в эмпирических данных; 2) эта структура получена «восстановлением» существующих природных связей в формировании режима и 3) сезонности речного стока; 4) структура описывает региональную многолетнюю и сезонную изменчивость по типовым водосборам; 5) сезонность в типовых временных рядах отражена как 73–79% от изменчивости месячных исходных данных.