

УДК 556.18.004.14

А.В. Галаева \*

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ HBV ДЛЯ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ СТОКА РЕК ИЛИ И ИРТЫШ***МОДЕЛИРОВАНИЕ, СТОК РЕК, ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА*

*Рассматривается возможность применения модели HBV для моделирования стока рек Или и Иртыш. Показаны результаты моделирования стока за предшествующий период.*

В последнее время все большее число ученых обеспокоено изменением климата и его влиянием на водные ресурсы. Для Республики Казахстан этот вопрос является наиболее актуальным для трансграничных бассейнов Или и Иртыша (Черный Иртыш), верхние части которых находятся в пределах КНР.

Для исследования возможной уязвимости водных ресурсов рек используется множество гидрологических моделей. В данном исследовании стояла задача выявить возможность использования HBV для моделирования стока трансграничных рек в условиях изменения климата.

Модель HBV разработана в Шведском институте метеорологии и гидрологии (Bergstrom, 1995). Она позволяет моделировать (прогнозировать) сток. Это компьютеризированная модель водосбора, которая преобразует осадки, потенциальное испарение и тающий снег в речной сток с помощью моделирования естественных гидрологических процессов [3]. С помощью HBV возможно разделить водосбор на суббассейны, высотные и растительные зоны. В течение последних 20 лет HBV-модель стала широко использоваться для прогнозирования стока в Швеции.

Модель включает ряд процедур, описывающих накопление снега и его таяние, расчет почвенной влаги, учета подземных вод и расчета гидрографа стока (рис. 1).

Необходимые входные данные для модели HBV:

- средневзвешенные осадки, а также распределение осадков по высотным зонам;

---

\* Казгидромет, г. Алматы

- средневзвешенные значения температуры воздуха, и ее распределение по высотным зонам;
- потенциальное испарение.



Рис. 1. Схема структуры HBV-модели.

Основная программа, реализующая модель HBV, написана на языке FORTRAN, в то время как графический интерфейс пользователя (GUI) работает в системе Windows 95/NT. Система используется на персональном компьютере.

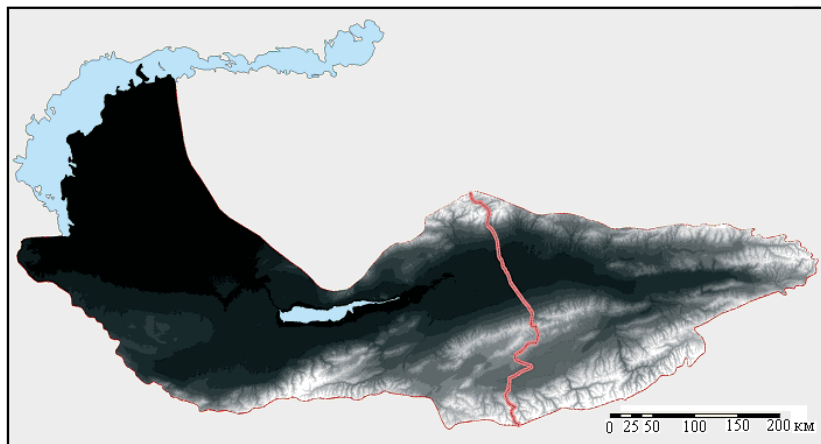
Модель обладает обширными средствами графического представления информации. Результаты расчета представляются в виде массивов информации или графиков и включают осадки, зарегистрированный или рассчитанный сток, накопленные разности между зарегистрированным и рассчитанным стоком, рассчитанную влажность почвы, накопленный снег, стаянный снег и испарение, а также статистический анализ результатов.

Для того чтобы смоделировать сток рек Или и Черный Иртыш с помощью модели HBV необходимо было собрать не только входные метеорологические данные, но также и данные подстилающей поверхности, предварительно обработанные и проанализированные в программе ArcGis.

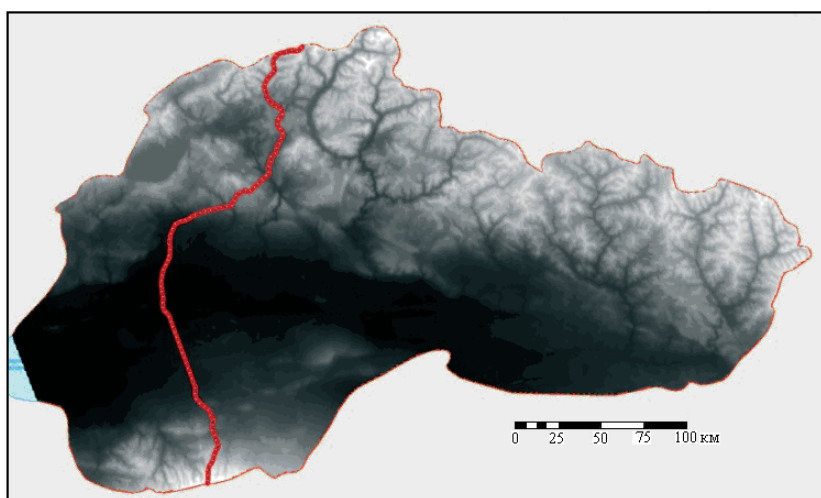
Для бассейнов рек Или и Иртыш были собраны и обработаны следующие данные:

- рассмотрен вид подстилающей поверхности бассейна;
- построена цифровая модель рельефа (рис. 2, 3);
- площадь рассматриваемого бассейна была распределена по высотным зонам;
- в пределах площади водосбора были выделены склоны различных экспозиций – северной, южной, западной и восточной;

- была распределена площадь ледников по высоте и по экспозиции склонов.



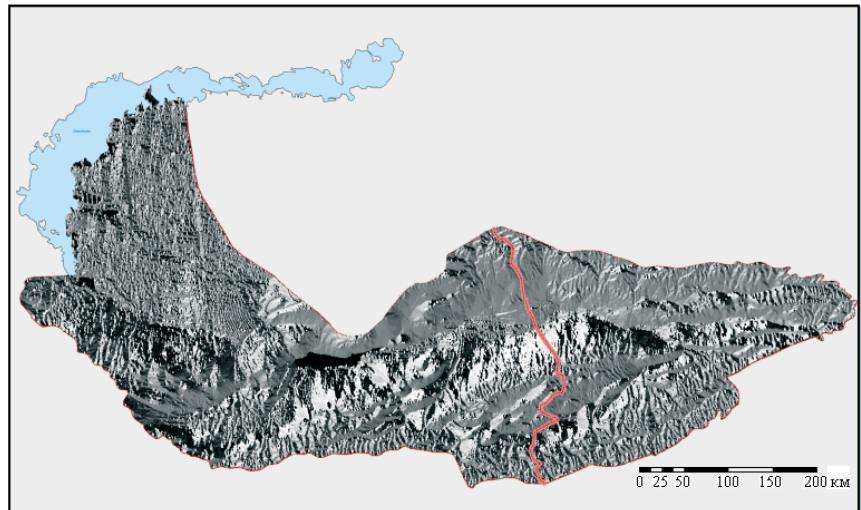
*Рис. 2. Цифровая модель рельефа бассейна реки Или.*



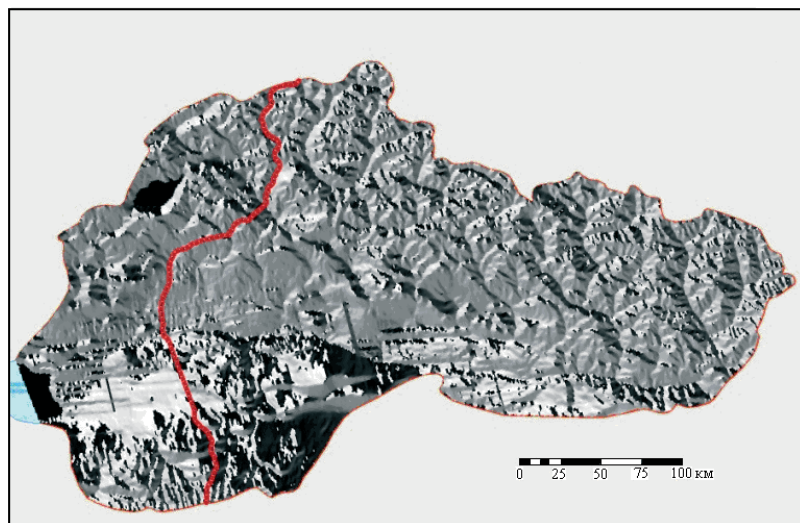
*Рис. 3. Цифровая модель рельефа бассейна реки Черный Иртыш.*

С помощью цифровой модели рельефа, а также специальных функций программы ArcGis, площадь исследуемого бассейна была распределена по высотным зонам и по экспозициям склонов (рис. 4, 5).

Моделирование стока проводилось на примере 1949 года, т.е. за период до строительства Капчагайского водохранилища. Были собраны необходимые данные по среднемесячной температуре воздуха, сумме осадков, потенциальному испарению, измеренные на М Капчагай (496 м). Для проверки результатов моделирования, полученный гидрограф стока сравнивался с наблюдаемым стоком, измеренным в створе р. Или – урочище Капчагай [2].



*Рис. 4. Склоны различной экспозиции в бассейне реки Или.*



*Рис. 5. Склоны различной экспозиции в бассейне реки Черный Иртыш.*

Результаты моделирования стока р. Или приведены на рис. 6. Моделирование стока р. Черный Иртыш производилось на примере 1963 года, т.е. за период, когда влияние хозяйственной деятельности на сток было незначительным [1]. Необходимые метеорологические данные (среднемесячная температура воздуха, сумма осадков, потенциальное испарение) брались по данным измерений М Зайсан (604 м). Для проверки результатов моделирования, полученный сток сравнивался с наблюдаемым стоком, измеренным в створе р. Черный Иртыш – с. Буран. Результаты моделирования стока р. Черный Иртыш приведены на рис. 7.

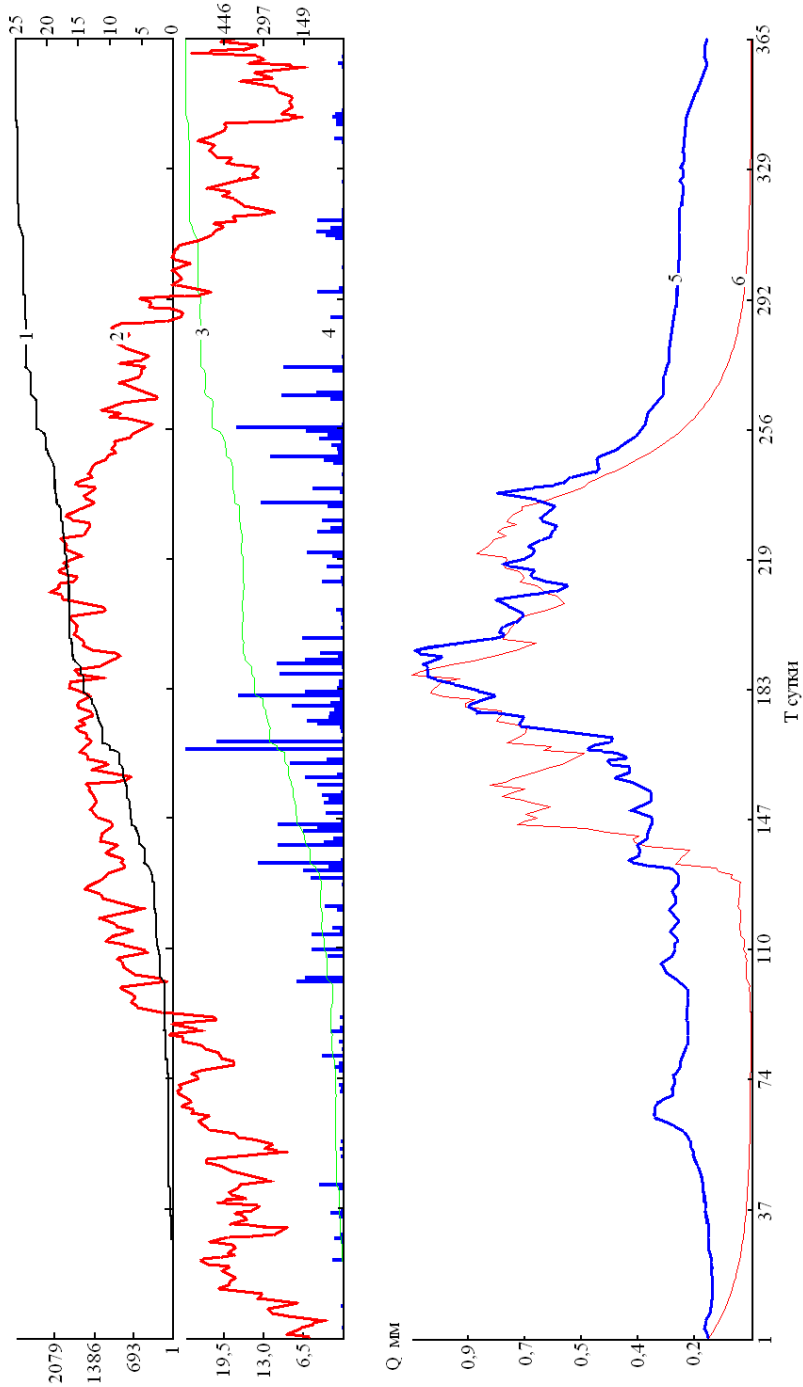


Рис. 6. Смоделированный сток р. Или – 164 км выше Капшагайской ГЭС за 1949 г. 1 – Суммарная разница между смоделированным и наблюдаемым стоком; 2 – наблюдаемые значения температуры воздуха; 3 – смоделированные снеготопасы; 4 – наблюдаемые значения осадков, 5 – наблюдаемый сток, мм/день; 6 – смоделированный сток, мм/день.

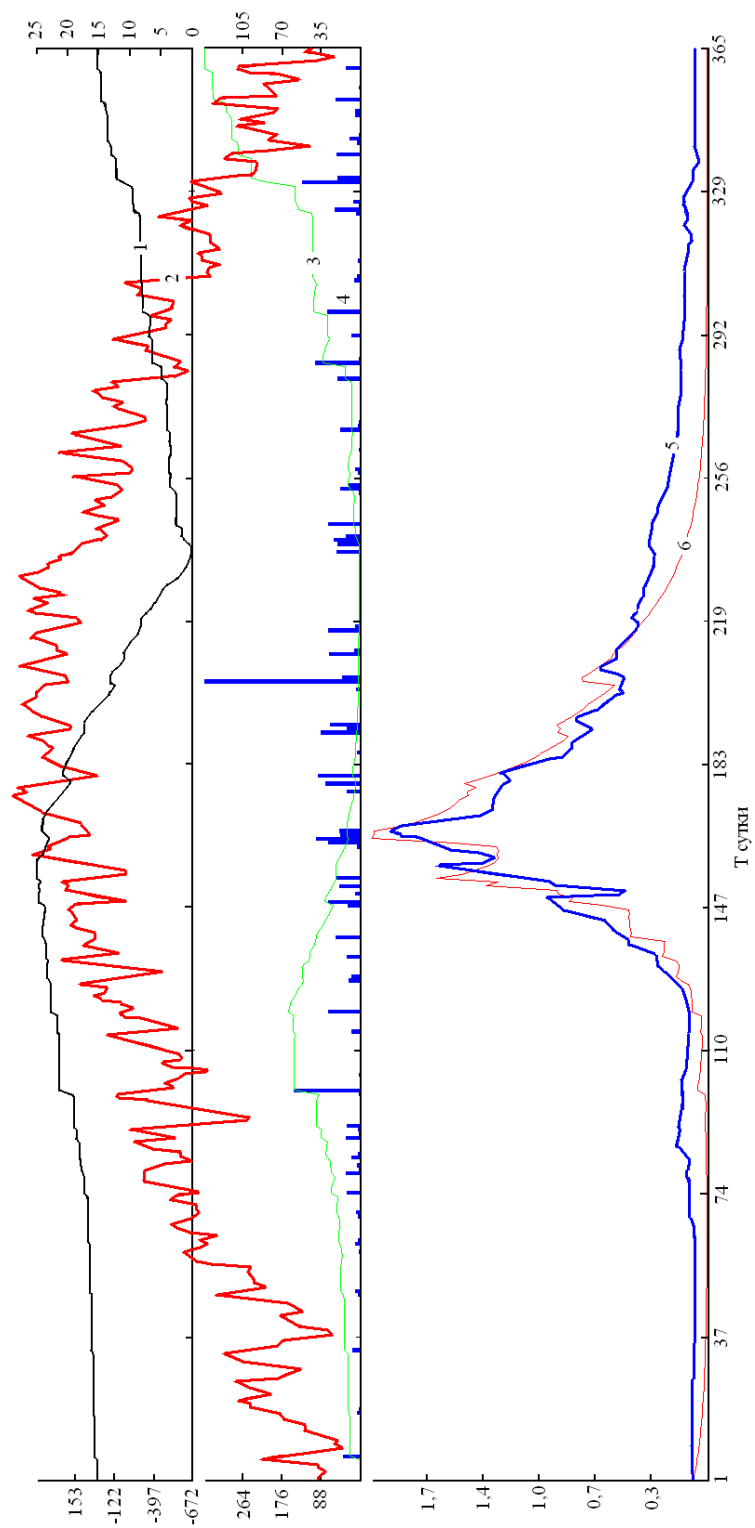


Рис. 7. Смоделированный сток р. Черный Иртыш – с. Буран за 1963 г. Обозначения см. рис. 6.

Моделирование стока с помощью рассмотренной модели показало хорошие результаты. Совпадение рассчитанного и фактического гидрографов оказалось достаточно удовлетворительным. Модель может быть использована для оценки изменения речного стока в условиях современного изменения климата, а также на более отдаленную перспективу.

Сток был смоделирован в тот период, когда хозяйственная деятельность не оказывала значительного влияния на него, в отличие от нынешнего времени. Для моделирования стока на долгосрочную и краткосрочную перспективу, с учетом изменения климата, необходимо иметь данные по водопотреблению на территории КНР. Только располагая этими данными, можно достоверно смоделировать сток с учетом влияния хозяйственной деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 6 – Бассейн Карского моря (западная часть). Вып. 4-9 – Бассейны рек Иртыша, Оби ниже устья р. Иртыша и рек Обской губы к западу от границы с Баренцевым морем 1963 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1965.
2. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 5 – Казахская ССР. Вып. 4 – Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана. 1949 г. – Алма-Ата 1950 г.
3. Jan Seibert. HBV light version 2, User's Manual. Stockholm University, Department of Physical Geography and Quaternary Geology. 2005. – 32 с.

Поступила 26.02.2013

А.В. Галаева

#### **ІЛЕ ЖӘНЕ ЕРТІС ӨЗЕНДЕРІНІҢ АҒЫСЫН МОДЕЛДЕУІГЕ HBV МОДЕЛІН ҚОЛДАНУ МҮМКҮНДІГІ**

*Іле және Ертіс өзендерінің ағысын моделдеуіге HBV моделін қолдануы қарастырылды. Алдынгы мезгілде ағынды моделдеу нәтижелері берілді.*