

УДК 556.16.5

Доктор геогр. наук, профессор  
Кандидат геогр. наук

С.К. Давлетгалиев<sup>1</sup>  
А.К. Мусина<sup>1</sup>

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РЕК ЖАЙЫК- КАСПИЙСКОГО БАСЕЙНА ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Ключевые слова:** весеннее половодье, модуль максимального стока, норма максимального расхода, районные зависимости, физико-географические факторы, графики связи, карта изолинии

*В статье исследованы зависимости модуля и коэффициента вариации максимального стока весеннего половодья от физико-географических факторов. Построены карты изолиний модуля и коэффициента вариации максимального стока весеннего половодья посредством программного продукта ArcGIS 10.5. Произведена оценка точности расчетов стока.*

При отсутствии данных наблюдений максимальный сток весеннего половодья можно определить по районным зависимостям от определяющих факторов или по картам изолиний стока, приведенных в [7, 8]. Однако материалы 60...70-х годов прошлого века устарели, нуждаются в уточнении с учетом данных последних сорока лет.

Для оценки нормы максимального стока исследуемого района рассмотрена возможность расчета его по указанным способам. Для этого наблюдаемые данные максимального стока приведены к многолетнему периоду (1940...2015 гг.). В качестве основных физико-географических факторов выбрана площадь водосбора.

Обратные удовлетворительные зависимости получены для модуля максимальных расходов весеннего половодья от площади водосбора (табл. 1, рис.1) для отдельных бассейнов Жайык-Каспийского района. Теснота зависимостей для бассейна рек Жем оценивается коэффициентом корреляции  $R = -0,92$ , для бассейна рек Ойыл и Сагыз  $R = -0,89$ , для рек,

---

<sup>1</sup>КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан.

расположенных на восточной части Прикаспийской неизменности – положительным коэффициентом  $R= 0,64$ ; для рек бассейна Елек (без данных р. Актасты)  $R = -0,77$ , включение данных р. Шынгырлау приводят к уменьшению коэффициента корреляции до  $R= -0,68$ . Удовлетворительная зависимость получена также для рек Чижа 1 и 2, Деркул и Шаган ( $R= -0,71$ ). Для всех рек Жайык Каспийского района значение коэффициента корреляции составляет  $R= -0,47$ .

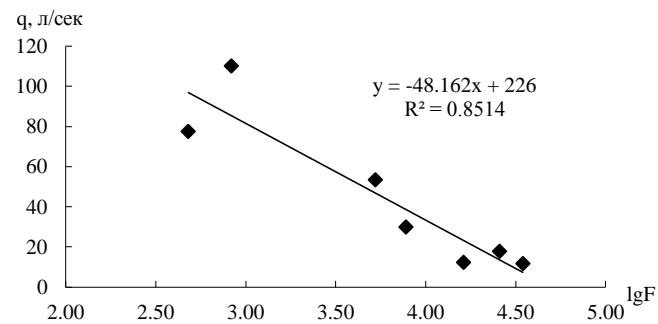
Таблица 1

Характеристики зависимости модуля максимального стока  $q$  л/сек с  $1 \text{ км}^2$  от площади водосбора

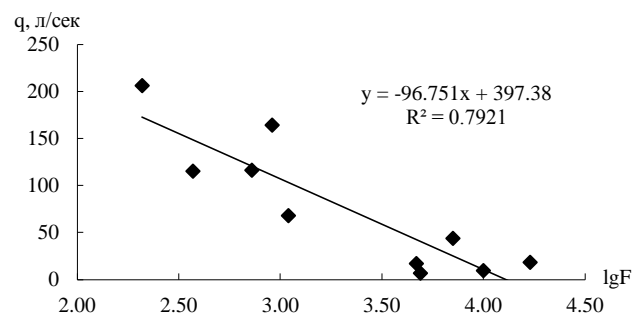
Бассейн реки	Количество створов	Уравнение регрессии	R	$\sigma_R$	$R/\sigma_R$	$K/\sigma_K$
Жем	7	$q= -48,2 \lg F + 226,0$	-0,92	0,07	-13,88	5,86
Ойыл-Сагыз	10	$q= -96,8 \lg F + 397,4$	-0,89	0,07	-12,1	-5,86
Елек	16	$q= -103,6 \lg F + 446,8$	-0,77	0,11	-7,00	-4,64
Елек, Шынгырлау	21	$q= -180 \lg F + 713$	-0,68	0,12	-5,53	-4,16
Бессточные реки восточной части Прикаспийской неизменности	8	$q= 280 \lg F - 6980$	-0,64	0,24	2,61	2,18
Чижа, Деркул, Шаган	5	$q= -155 \lg F + 617,2$	-0,71	0,28	-2,50	-2,03
Жайык-Каспийский ВХБ	51	$q= -113,8 \lg F + 190,8$	-0,47	0,11	-4,14	-3,74

Надежная зависимость коэффициента вариации максимального стока от площади водосбора получилось лишь для бассейна рек Жем  $R = -0,97$ , а для этой реки зависимость от модуля максимального стока получилась прямой  $R= 0,87$ . Удовлетворительная связь между коэффициентом вариации и модулем стока получены также для бассейна р. Ойыл (без Сагыза)  $R= 0,69$ , а также рек правобережья р. Жайык ( $R= 0,71$ ).

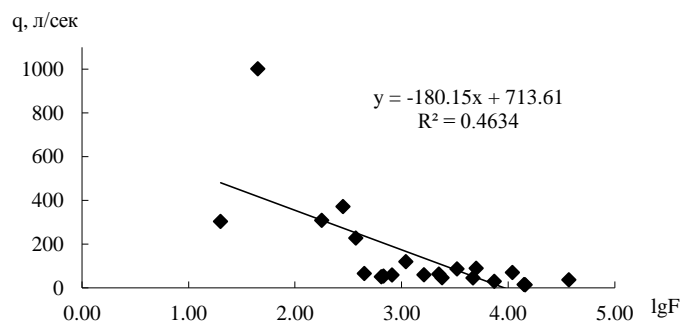
Использование метода множественной корреляции для установления зависимостей коэффициента вариации максимального стока весеннего половодья от площади водосбора и модуля максимального стока особо положительных результатов не дали. Теснота зависимости для рек бассейна Жем получилось также как от площади водосбора ( $R= -0,97$ ), однако зависимость получилось обратной. Для бассейна рек Жем, Ойыл и Сагыз теснота зависимости оценивается коэффициентов корреляции  $R= 0,47$ , для рек восточной части Прикаспийской неизменности –  $R = 0,41$ , правобережья р. Жайык –  $R = 0,98$ , для всех рек Жайык-Каспийского бассейна  $R= 0,12$ .



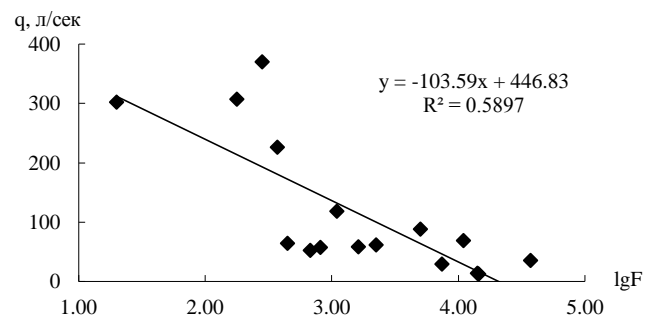
а) бассейн рек Жем



б) бассейна рек Ойыл и Сагиз



в) бассейн реки Елек (с учетом Шынгырлау)



г) бассейн реки Елек

Рис. 1. Зависимости модулей максимального стока бассейнов рек Жайык-Каспийского бассейна от площади водосбора  $lgF$ .

Таким образом, коэффициент вариации максимального стока надежно может быть определен лишь для бассейна р. Жем в зависимости от площади водосбора или модуля максимального стока и для рек правобережья р. Жайык (Чижа, Деркул, Шаган), а также бассейна р. Ойыл.

Карта модуля максимального стока весеннего половодья Жайык-Каспийского бассейна построена по данным 55 гидрологических постов. Из-за отсутствия надежных данных об естественных характеристиках весеннего стока рек Караозен (Бол. Узень) и Сарыозен (Мал. Узень) карты изолинии слоя весеннего стока и модуля максимального стока не охватывают бассейны этих рек.

Карты модуля максимальных расходов весеннего половодья и коэффициента вариации максимального стока построены по методике [3...6], подробно изложенной в статье [2].

Точность результатов методом «выбрасывания точек» определялась с помощью формулы, указанной в [3...4] и составляет 1,9...17 %.

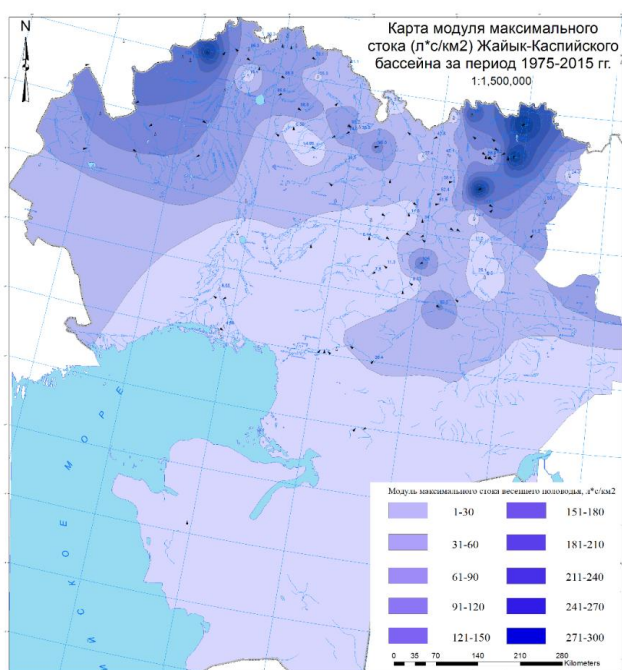


Рис. 2. Карта модуля максимального стока (л/с\*км<sup>2</sup>) Жайык-Каспийского бассейна за период 1975...2015 гг.

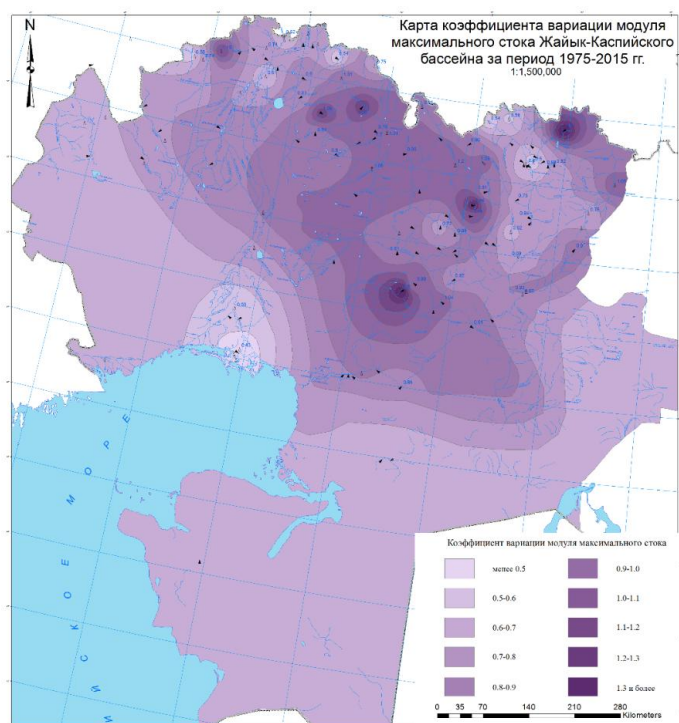


Рис. 3. Карта коэффициента вариации модуля максимального стока Жайык-Каспийского бассейна за период 1975...2015 гг.

Параметры максимального стока в отдельных случаях могут быть оценены с учетом двух независимых методов, т.е. использованием зависимости стока от физико-географических факторов и карты изолиний-стока. При этом расчетное значение характеристик максимального стока представляется как средневзвешенная по сумме значений, полученных по разным методикам [1].

$$\bar{\mu}_{0j} = \sum_{j=1}^m a_j \mu_{0j}, \quad (1)$$

где  $a_j$  – весовой коэффициент величины  $\mu_{0j}$ , определенной по  $j$ -ой методике;  $m$  – количество методик.

Весовые коэффициенты  $a_j$  принимаются обратно пропорциональными дисперсии погрешности методик:

$$a_j = \frac{1}{\sigma_j^2} / \sum_{j=1}^m \frac{1}{\sigma_j^2}, \quad (2)$$

где  $\frac{1}{\sigma_j^2}$  – дисперсии погрешности методик.

Таким образом модуль и коэффициент вариации максимального весеннего стока основных рек Жайык-Каспийского бассейна при отсутствии данных наблюдений могут быть определены по полученным картам изолиний, что позволит построить кривую обеспеченности модуля максимального стока и определить сток различной обеспеченности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давлетгалиев С.К. Оценка нормы годового стока рек Жайык-Каспийского района при отсутствии данных наблюдений // Гидрометеорология и экология, 2009. – №1. – С. 7-17.
2. Давлетгалиев С.К., Мусина А.К. Оценка слоя весеннего стока рек Жайык-Каспийского бассейна при отсутствии данных наблюдений // Гидрометеорология и экология, 2018. – №3. – С. 125-132.
3. Магрицкий Д.В. Речной сток и гидрологические расчеты: практические работы с выполнением при помощи компьютерных программ. – М.: Изд-во Триумф, 2014. – 184 с.
4. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометеорологических наблюдений. – СПб.: Изд-во Нестор-История, 2009. – 193 с.
5. Орлова Е.В. Методические основы применения ГИС в гидрологических расчетах // Докл. VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 5. Гидрофизические явления и процессы. Формирование и изменчивость речного стока, гидрологические и водохозяйственные расчеты. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – С. 197-204.
6. Орлова Е.В. Гидрологическое картирование в среде ГИС // Геоэкология и рациональное природопользование: Материалы научной конференции, посвященной 15-летию кафедры картографии и геоэкологии, 28-29 мая 2005 г. – Тверь: ТГУ, 2005. – С. 111-114.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР, Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т.12. – Вып. III. Актюбинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 515 с.

8. Ресурсы поверхностных вод СССР, Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т.12. – Вып. II. Урало-Эмбенский район. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 512 с.

Поступила 22.05.2019 г.

Геогр. ғылым. докторы, профессор С.К. Давлетғалиев  
Геогр. ғылым. кандидаты А.К. Мусина

**ЖАЙЫҚ-КАСПИЙ АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ БАҚЫЛАУ  
МӘЛІМЕТТЕРІ БОЛМАҒАН ЖАҒДАЙДА КӨКТЕМГІ СУ  
ТАСУ КЕЗЕҢДЕГІ МАКСИМАЛДЫ АҒЫНДЫ  
СИПАТТАМАЛАРЫН АНЫҚТАУ**

**Түйін сөздер:** көктемгі су тасқыны, максималды ағынды модулі, максималды су өтімі нормасы, аймақтық тәуелділіктер, физикалық және географиялық факторлар, байланыс кестесі, изосызық картасы

*Мақалада көктемгі су тасқыны кезіндегі максималды ағынды модулі мен вариация коэффициентінің физикалық және географиялық факторларға тәуелділігі зерттелген. Көктемгі су тасқынының максималды ағындысының модулі және вариация коэффициентінің изосызық карталары ArcGIS 10.5 бағдарламалық өнімінің көмегімен жасалды. Су ағындысын есептеу дәлдігі бағаланды.*

S.K. Davletgaliev, A.K. Musina

**DETERMINATION OF THE CHARACTERISTICS OF THE  
SPRING FLUID MAXIMUM RUNOFF OF THE ZHAYIK-CASPIAN  
BASIN'S RIVERS IN THE ABSENCE OF OBSERVATION DATA**

**Keywords:** spring flood, maximum flow module, maximum flow rate, regional dependencies, physical and geographical factors, graphics of dependencies, contour map

*The article investigates the dependences of the modulus and the coefficient of variation of the maximum spring flood runoff on physical and geographical factors. Maps of the isolines of the module and the coefficient of variation of the maximum spring flood runoff were constructed using the ArcGIS 10.5 software product. The accuracy of runoff calculations has been evaluated.*