

Таким образом, эта система линейно-корреляционного уравнения может быть отнесена к уравнению водного баланса на основании представлений, принятых в гидрологии, генетической теории стока.

#### *Список использованных источников*

1. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление : в 21 т. – Алматы, 2012. – Т. V: Климат Казахстана – основа формирования водных ресурсов / Под ред. В.Г. Сальникова. – 430 с.
2. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление : в 21 т. – Алматы, 2012. – Т. VII: Ресурсы речного стока Казахстана. Кн.1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под ред. Р.И. Гальперина. – 684 с.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – Кн. 1. – № 18. – 514 с.
4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика (учебник). – М. : Юрайт, 2016. – 479 с.
5. Влияние климата на гидрологический режим водосбора бассейна реки Есиль / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, А.Н. Калмашова, Л.В. Кирейчева // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 5. – С. 85-94.
6. Мустафаев, Ж.С. Особенности формирования гидрологического режима стока бассейна реки Есиль / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, А.Н. Калмашова // Гидрометеорология и экология. – 2018. – № 1. – С. 66-74.
7. Povilaitis. Ecological and water economic assessment of the Yesil river basin catchment area / Zh. S. Mustafayev, A. T. Kozykeyeva, A. N. Kalmashova, A. E. Aldiyarova // News of the National Academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences. – 2020. – Vol. 2, no 440. – Pp. 123-131.
8. Крицкий, С.Н. Гидрологические основы управления водохозяйственными системами / С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель. – М., 1982. – 271 с.
9. Ольдекоп, Э.М. Испарение с поверхности речных бассейнов. – М. : Юрьев, 1911. – 209 с.
10. Оппоков, Е.В. Осадки, сток и испарение в бассейне Днепра выше Киева (по новейшим данным) // Исследование рек СССР. – 1935. – Вып.7. – С. 38-54.
11. Великанов, М.А. Водный баланс суши. – М. : Гидрометеиздат, 1940. – 140 с.
12. Бефани, А.Н. Основы теории ливневого стока. / Труды Одесского гидрометеорологического института. – Л. : Гидрометеиздат, 1958. – 310 с.

УДК 556.5

## **ЗАВИСИМОСТЬ СЛОЯ СТОКА ВОДОСБОРА БАСЕЙНА РЕКИ ТОБЫЛ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

*Козыкеева А. Т., д-р техн. наук, доцент<sup>1</sup>,*

*Тастемирова Б. Е., докторант PhD<sup>1</sup>, Алдиярова А. Е., доктор PhD<sup>1</sup>,*

*<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан*

**Аннотация.** На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет», характеризующих климатические условия степной зоны Северного Казахстана и РГУ «Тобыл-Торгайская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов» Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по формированию гидрологического режима на территориях водосборов бассейна реки Тобыл путём сравнительного анализа установлена зависимость слоя речного стока от слоя атмосферных осадков и среднемесячных температур воздуха.

**Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата, 2020**

**Ключевые слова:** водосбор, бассейн, река, расход, сток, температура воздуха, атмосферные осадки, анализ, оценка.

## DEPENDENCE OF THE LAYER DRAIN OF THE RIVER BASIN DRAINAGE WATER FROM CLIMATE CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE OF NORTH KAZAKHSTAN

*Kozykeyeva A. T., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor<sup>1</sup>,  
Tastemirova B. E., Doctoral Candidate PhD<sup>1</sup>, Aldiyarova A. E., Doctor PhD<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan*

**Abstract.** The dependence of the river runoff layer on the atmospheric precipitation layer and average monthly air temperatures based on the long-term information and analytical materials of the RSE “Kazhydromet”, which characterize the climatic conditions of the separable zone of Northern Kazakhstan and the RSU “Tobyl-Torgai Basin Inspection for Regulation of the Use and Protection of Water Resources” of the Committee for Water Resources of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan on the formation of a hydrological regime in the territories the catchment of the Tobyl river basin has been established.

**Key words:** catchment, basin, river, discharge, runoff, air temperature, precipitation, analysis, assessment.

*Введение.* Современное развитие науки и техники предполагает наличие комплексного подхода к решению многих проблем в области сбалансированного использования водных ресурсов трансграничных рек. При изучении водных объектов трансграничных рек такой подход в большинстве случаев невозможен без учёта их полного гидрологического цикла, численным выражением которого служит гидрологический режим формирования стока реки. Именно на основе изучения гидрологического режима стока реки возможно комплексное и рациональное использование водных ресурсов Северного Казахстана в водосборах бассейна реки Тобыл. В полной мере это отнесётся и к изучению речных водосборов, где наглядно проявляется всё многообразие и сложность природных связей.

*Цель исследования* – комплексная гидрологическая оценка водосборов бассейна реки Тобыл для изучения условий особенностей формирования годового и внутригодового поверхностного стока с учётом климатических условий степной зоны Северного Казахстана.

*Объект исследований.* Река Тобыл относится к бассейну Карского моря, берёт начало на восточных отрогах Южного Урала в 10 км к юго-западу от села Саржан, впадает в реку Иртыш с левого берега у города Тобыльска. Длина – 1591 км, площадь бассейна – 395 тыс. км<sup>2</sup>. В пределах Костанайской области расположено только верхнее течение реки протяжённостью 682 км и часть её водосбора площадью 121 тыс. км<sup>2</sup>. Река Тобыл на большей своей части имеет постоянный сток [1-5].

Река Тобыл протекает по территории двух государств – Республики Казахстан (Костанайская область) и по нескольким областям Российской Федерации. Российско-Казахстанской трансграничной территорией бассейна реки Тобыл считается часть бассейна, расположенная в Костанайской, Челябинской и Курганской областях до створа города Курган.

*Материалы и методы исследования.* В работе использованы многолет-

ние информационно-аналитические материалы РГП «Казгидромет», характеризующие климатические условия степной зоны Северного Казахстана и РГУ «Тобыл-Торгайская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов» Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по формированию гидрологического режима на территориях водосборов бассейна реки Тобыл.

Методологической базой исследования послужили диалектический, абстрактно-логический методы, методы анализа, синтеза, аналогии, сравнения, группировки, а также использованы системный, эмпирический и эволюционный подходы.

Для изучения особенностей формирования годового поверхностного стока в водосборных территориях бассейна реки Тобыл в рисунке 1 представлены многолетние ходы гидрологического режима, которые показывают наличие достаточно высокого их колебания, то есть от  $0,33 \text{ м}^3/\text{с}$  до  $21,30 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Как видно из рисунка, колебания гидрологического стока реки Тобыл происходят пятилетними циклами и максимальный расход воды наблюдается в 1948 году (достиг  $21,03 \text{ м}^3/\text{с}$ .) В дальнейшем, через пять лет, максимальный расход воды до 1966 года снижается, а затем начинается фаза его увеличения до 2000 г., где количественное значение достигает  $21,30 \text{ м}^3/\text{с}$  и в дальнейшем происходит снижение максимального расхода  $11,29 \text{ м}^3/\text{с}$  в 2014 г.

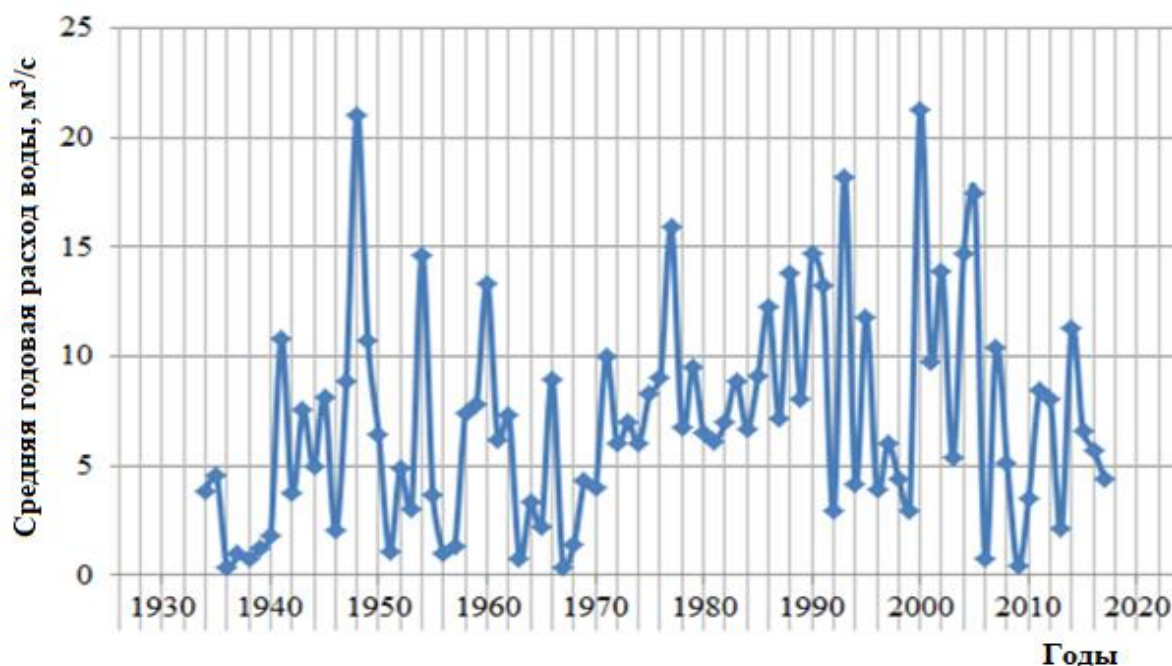


Рисунок 1 – Многолетний ход стока (средний годовой расход воды) реки Тобыл в створе Гришкина

Для оценки особенностей формирования гидрологического режима водосбора реки Тобыл использованы разностные интегральные кривые для выявления циклов колебания годового стока (рисунок 2).

Как видно из рисунка 2, приведённые разностные интегральные кривые среднегодовых расходов воды реки Тобыл, построенные по гидрологическим

постам Гришкина и отмечающие ход накопленной разности  $\sum_{i=1}^n (K_{cp} - 1)$  во

времени, показывают что сток исследуемых рек начал уменьшаться с 1935-го до 1940 гг., затем начал увеличиваться до 1948 г., а 1949 г. уменьшается до 1970 г. и с 1971 до 2000 гг. снижение и увеличение среднегодового расхода воды происходит переменами, и далее с 2017 г. наблюдается его снижение в связи с природными и антропогенными изменениями климата.

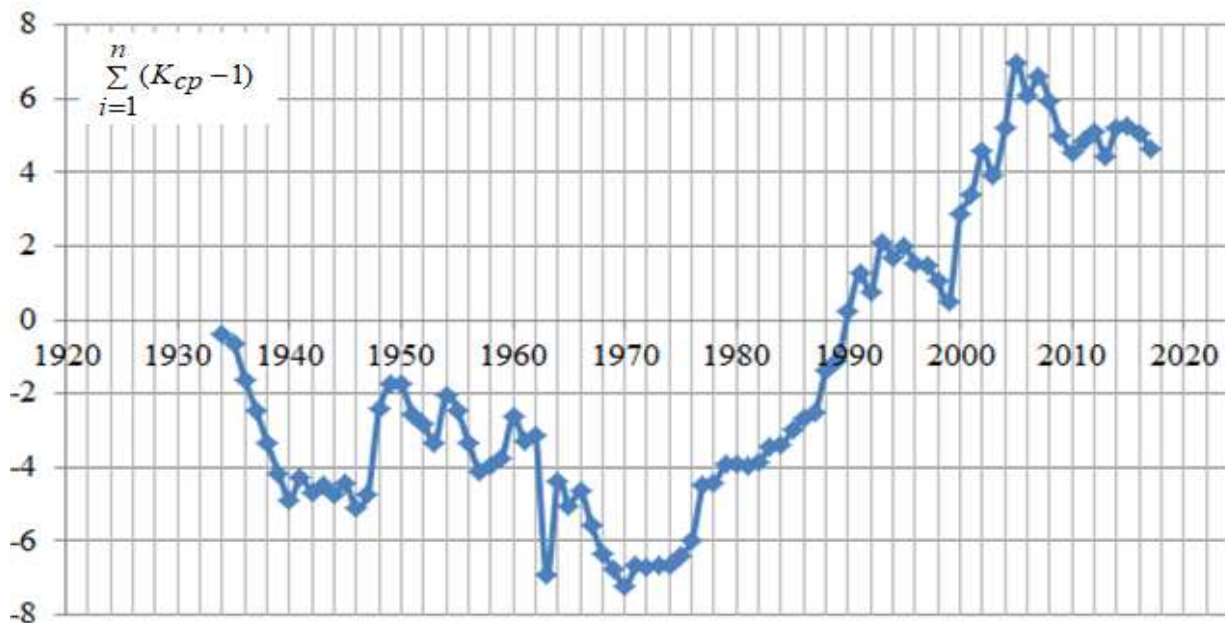


Рисунок 2 – Разностная интегральная кривая расходов воды реки Тобыл (гидрологический пост Гришкина)

*Результаты исследований.* Характер внутригодового распределения стока бассейна реки Тобыл относительно однообразен, что объясняется одинаковым питанием преимущественно снеговыми водами и небольшим влиянием на водный режим факторов естественного регулирования стока. В водосборе бассейна реки Тобыл неравномерное распределение стока в течение года. Основная часть годового стока то есть 60-95 % формируется в весенний период. Наиболее маловодным является зимний сезон (декабрь-март), на который приходится 5-8 %, а в отдельные годы 15 % годового объёма стока (рисунок 3).

Как видно из графика (рисунок 3) формирования внутригодового стока реки Тобыл и их притоков Желкуар, Аят и Тогузак, максимальный сток появляется в апреле месяце, когда за счёт повышения температуры воздуха происходит интенсивное таяние снежных покровов и атмосферных осадков (рисунок 4), а в летнее время – формирование стока реки происходит за счёт атмосферных осадков (рисунок 5) [6].

Как видно из рисунков 3-5, характеризующих внутригодовое распределение расходов воды в водосборах бассейна реки Тобол, с повышением температуры воздуха (рисунок 4) интенсивность таяния снежного покрова повышается, что способствует повышению расхода воды в руслах реки в

период от конца марта до конца мая. В дальнейшем их количественное значение резко снижается до конца года.

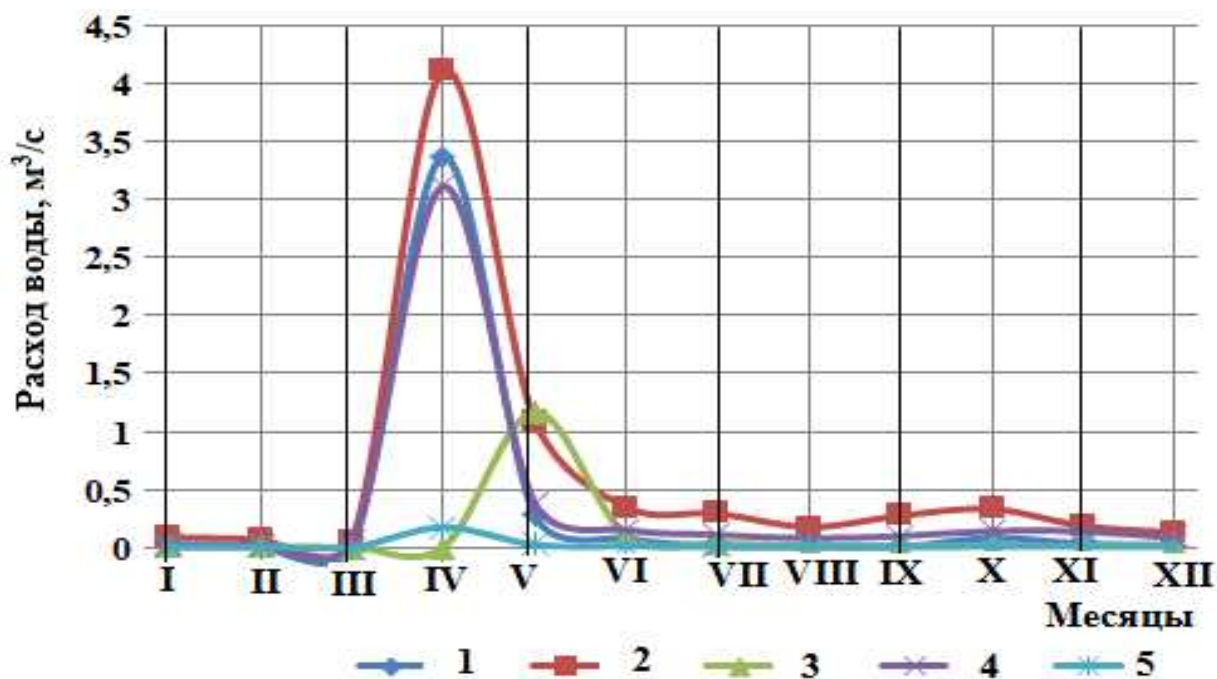


Рисунок 3 – Внутригодовые изменения расходов воды в водосборных территориях бассейна реки Тобыл (1 – Тобыл – село Гришенка; 2 – Тобыл – город Костанай; 3 – Желкуар – село Маринское; 4 – Аят – село Варваринка; 5 – Тогузак – станция Тогузак)

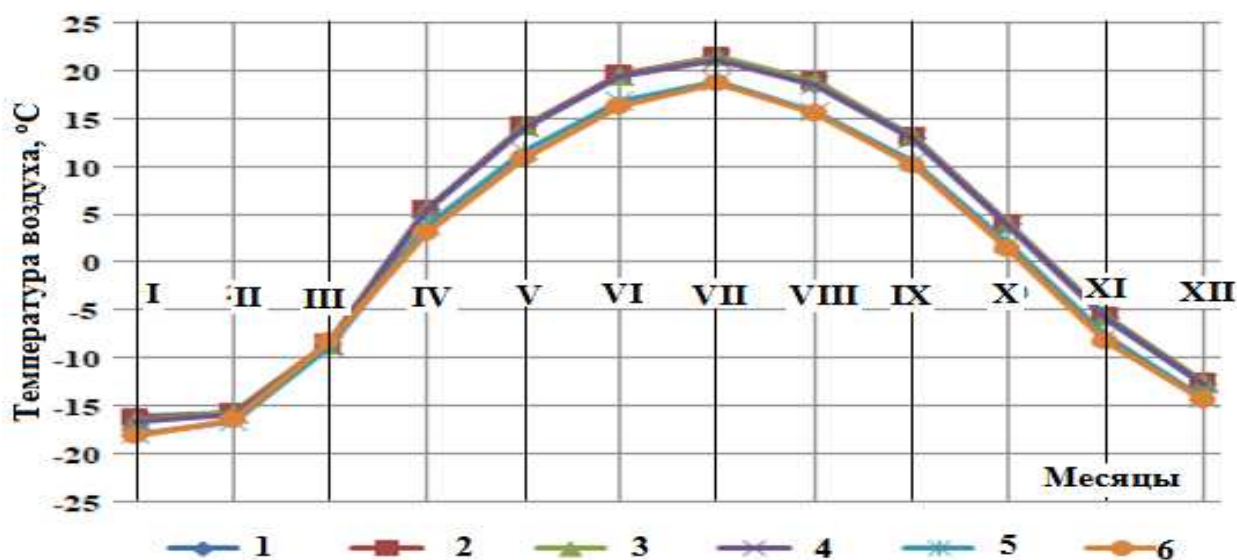


Рисунок 4 – Внутригодовые изменения температур воздуха в водосборных территориях бассейна реки Тобыл (1 – Костанай; 2 – Рудный; 3 – Лисаковск; 4 – Тобыл; 5 – Курган; 6 – Ялуторовск)

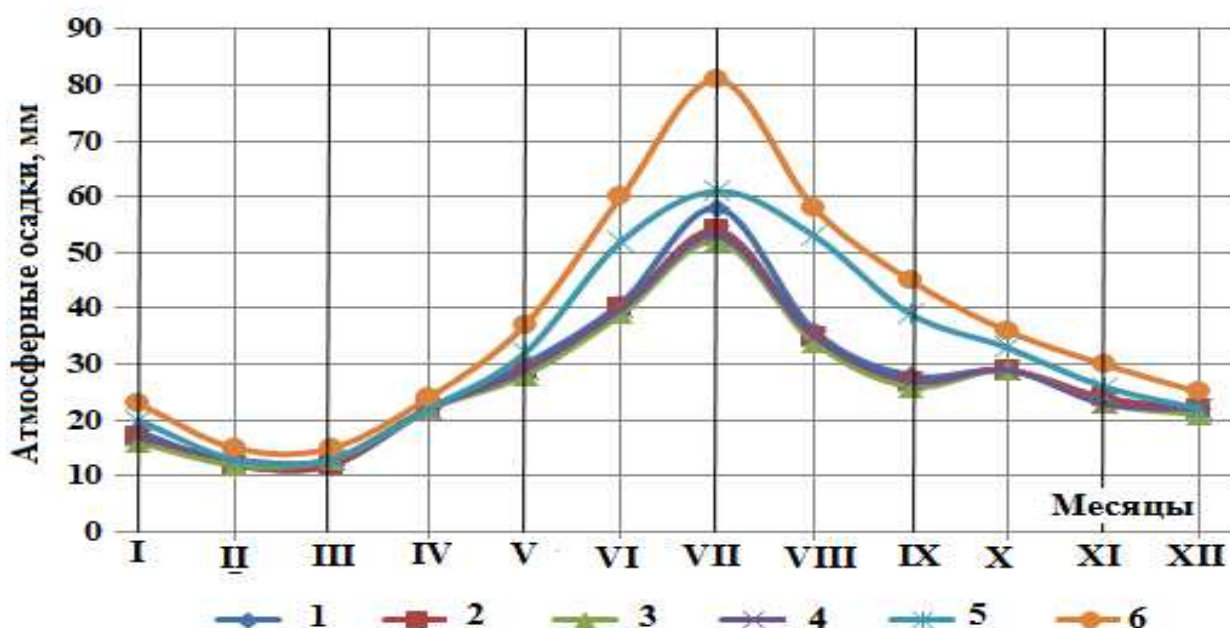


Рисунок 5 – Внутригодовые изменения атмосферных осадков в водосборных территориях бассейна реки Тобыл (1 – Костанай; 2 – Рудный; 3 – Лисаковск; 4 – Тобыл; 5 – Курган; 6 – Ялutorовск)

При этом следует отметить, что атмосферные осадки в водосборных территориях бассейна реки Тобол, которые достигают максимального значения в июле месяце, способствуют формированию минимального речного стока в летний период, когда засушливость достигает максимального значения. Это особенно характерно для степной зоны Северного Казахстана, так как определённая часть атмосферных осадков в этот период, как средообразующих факторов, теряется на увлажнение почвенного слоя дневной поверхности и испарение с поверхности почвенного и растительного покровов, то есть не имеет возможности полностью участвовать в формировании речного стока [7].

**Выводы.** На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет», характеризующих климатические условия степной зоны Северного Казахстана и РГУ «Тобыл-Торгайская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов» Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по формированию гидрологического режима на территориях водосборов бассейна реки Тобыл, выполнен сравнительный анализ для оценки зависимости слоя речного стока от слоя атмосферных осадков и температуры воздуха, который показывает, что годовое и внутригодовое распределение стоков во многом определяются климатическими условиями: основная часть речного стока проходит в весенний сезон, а наименьшая – в летний и наблюдается снижение годового стока во временном масштабе, то есть с 1934 до 2017 гг.

#### **Список использованных источников**

1. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель: Кустанайская область. – Л. : Гидрометиздат, 1959. – 615 с.

2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963-1970 гг.): Алтай, Западная Сибирь и Северный Казахстан, Верхний Иртыш, Верхний Ишим, Верхний Тобол. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – Т. 15. Вып. 2. – 384 с.

3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1971-1975 гг.): бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – Т. 15. Вып. 2. – 294 с.

4. Водные Ресурсы Казахстан. Оценка, прогноз, управление. Ресурсы речного стока Казахстана. Книга 1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстан. – Алматы, 2012. – Т. VII. – 684 с.

5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши (1976-1980 гг). Казахская ССР. Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – Т. 5. Вып. 1. – 468 с.

6. Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 13, Многолетние данные. Ч. 1-6, Вып. 18. КазССР. Кн. 2. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 445 с.

7. Козыкеева, А. Т. Оценка влияния климата на формирования гидрологического режима водосбора бассейна реки Тобыл / А. Т. Козыкеева, Ж. С. Мустафаев, Б. Е. Тастемирова // Чистая вода России : сб. материалов XV Междунар. науч.-практ. симпозиума и выставки. – Екатеринбург, 2019. – С. 91-95.

УДК 556.512 (286.254)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ ВОДОСБОРОВ БАСЕЙНА РЕКИ ИЛИ С УЧЁТОМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

*Рыскулбекова Л. Б., докторант PhD<sup>1</sup>,  
Мустафаев Ж. С., д-р техн. наук, профессор<sup>1</sup>,  
Жатканбаева А. О., доктор PhD<sup>2</sup>,*

<sup>1</sup>*Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан,*  
<sup>2</sup>*Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан*

**Аннотация.** На основе геоморфологической схематизации сформированы экологическая и экономическая функции верхних, средних и нижних водохозяйственных участков водосборов речных бассейнов, разработана модель экологического показателя удельной водообеспеченности, учитывающая располагаемые водные ресурсы водохозяйственного участка и экологического стока, которая является одной из модификации показателя удельной водообеспеченности, предложенного И.А. Шикломановым, и реализована для оценки водообеспеченности водосбора бассейна реки Или в пространственно-временном масштабе, позволяющая рационально использовать его природные ресурсы с учётом водоохранной деятельности.

**Ключевые слова:** функция речных бассейнов, геоморфологическая схематизация, водосбор речного бассейна, водохозяйственный участок, экологический сток, располагаемые водные ресурсы.

## IMPROVEMENT OF METHODOLOGY FOR ASSESSING WATER SECURITY OF WATER DRAINAGE OF RIVER BASINS OR TAKING INTO ACCOUNT THE GEOECOLOGICAL LIMITATIONS

*Ryskulbekova L. B., Doctoral Candidate PhD<sup>1</sup>,  
Mustafayev J. S., Doctor of Technical Sciences, Professor<sup>1</sup>,  
Zhatkanbaeva A. O., Doctor of PhD<sup>2</sup>,*

<sup>1</sup>*Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan*  
<sup>2</sup>*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan*