

Д. К. Кисебаев

Магистр, PhD докторант
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

ИЗМЕНЕНИЕ СТОКА РЕКИ ЖАЙЫК В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Аннотация. Изучена изменчивость среднегодового стока р. Жайык. С использованием статистических методов обработки рядов гидрологических данных рассчитаны статистические параметры рядов среднегодовых расходов воды. Характеристики стока р. Жайык даны для двух периодов: условно-нарушенного и нарушенного режимов стока.

Ключевые слова: внутригодовое распределение стока, изменение климата, обеспеченность среднегодовых расходов воды, годовой сток, антропогенное воздействие.

Введение. Для экономики Казахстана реки имеют огромное значение. Они дают возможность обеспечения водой населения, агропромышленного и промышленного комплексов. Также на крупных реках осуществляется судоходство и рыболовство. Планирование работы всех отраслей экономики требует учета особенностей гидрологического режима реки в каждом из сезонов года.

Цель исследования – оценка изменения среднегодового стока р. Жайык в условиях изменения климата и антропогенного воздействия в административных районах Западно-Казахстанской, Атырауской областей.

Материалы и методы исследования. Жайык (Урал) берет начало у подножия хребтов Нижимтау и Уйташ в Башкортостане, его истоки образуют пять постоянных ключей, которые затем сливаются в единый поток. Далее через Челябинскую и Оренбургскую области Российской Федерации она попадает на территорию Западного Казахстана. В Казахстане р. Жайык охватывает три области (Актюбинскую, Западно-Казахстанскую и Атыраускую). Общая протяженность реки составляет 2428 км, из которых 1081,8 км на территории республики. Жайык является одной из крупных рек, впадающих в Каспийское море.

В последнее время наблюдается уменьшение стока в р. Жайык. По мнению многих ученых главными причинами являются русловое регулирование, промышленное – коммунальное и сельскохозяйственное водопотребление, использование вод реки на орошение, а также нельзя и забывать об изменении климата [1, 2].

В статье дан анализ изменения среднегодового стока р. Жайык. Изучен ряд наблюдений на гидрологическом посту р. Жайык у с. Махамбет с 1932 по 2018 год. Построены интегральная суммарная кривая, кривые обеспеченности среднегодовых расходов воды и графики межгодовой изменчивости стока. Рассмотрен весь период наблюдения, разделенный на два условно-временных периода. Построена интегральная суммарная кривая стока за весь исследуемый период с 1932 по 2018 год (рисунок 1).

Из рисунка 1 следует, что в рассматриваемом створе за исследуемый период резких переломов или нарушения стока не наблюдается – интегральная кривая имеет равномерный угол наклона, без какого-либо перегиба. Это говорит об отсутствии заметного изменения в стоке реки.

Для сравнительного анализа более раннего и более позднего периодов в гидрологическом режиме р. Жайык весь период наблюдений был условно разделен пополам:

1932–1975 гг. – условно-нарушенный режим стока в результате антропогенного воздействия (хозяйственной деятельности);

1976–2018 гг. – нарушенный режим стока в условиях антропогенного воздействия (хозяйственной деятельности) и изменения климата.

Первый период был назван «условно-нарушенным» по причине того, изменения климата были незначительными. А вот хозяйственная деятельность в бассейне р. Жайык была достаточной, для того чтобы влиять на сток реки. Много воды стали забирать горно-геологические, металлургические

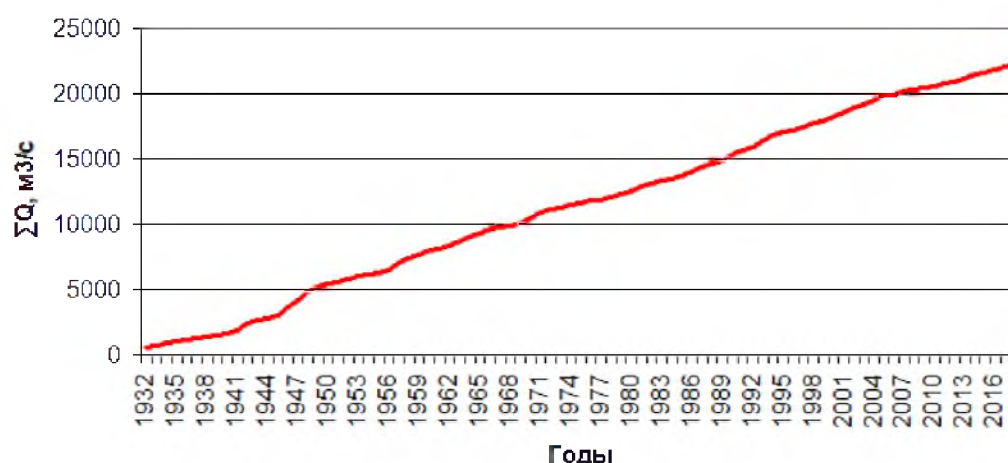


Рисунок 1 – Суммарная интегральная кривая годового стока р. Жайык – с. Махамбет

и химические предприятия, построенные на Урале. Начиная с 30-х годов XX века началось строительство множества искусственных водоемов. На р. Жайык насчитывается около 11 крупных водохранилищ разного объема и применения. Одним из первых было спроектировано и введено в эксплуатацию Магнитогорское водохранилище (также именуемое как Заводской пруд). Процесс его наполнения занял 8 лет, начиная с 1931 по 1939 г.

В последующем были построены другие водохранилища, самым большим из которых является Ириклинское. Строительство Ириклинского водохранилища было начато в 1949 г. и завершилось его наполнением в 1966 г. По мнению некоторых ученых (Чибилев А. А., Цыценко К. В. и Владимирова Т. И.), водохранилище оказывает существенное влияние на сток р. Жайык, в первую очередь из-за того, что оно позволило сгладить отрицательные последствия уменьшения стока в меженьный период. Основными рычагами влияния водохранилища являются водосборы на наполнение объема водохранилища, снижение разброса величин стока в весенний и осенний периоды, потери за счет испарения с водной поверхности водохранилища, а также возросший водозабор из водохранилища для нужд экономики [2–4, 5, 8].

Во второй период, выбранный нами, на сток р. Жайык, помимо антропогенного воздействия (хозяйственной деятельности), влияют и другие обстоятельства, в нашем случае связанные с изменением климата. За начало второго периода был взят 1976 г., так как основные климатические изменения (рост среднегодовой температуры воздуха) начали наблюдаться в 70-е годы. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) тенденция потепления стала наиболее явной в последние годы [7].

По результатам, опубликованным в Седьмом национальном сообщении Рамочной конвенции ООН об изменении климата, на территории Казахстана наблюдается повсеместное повышение приземной температуры воздуха, а также прослеживается увеличение аномалии среднегодовой температуры в среднем до 2 °С. Если говорить об исследуемом регионе, то темпы роста среднегодовой температуры составили 0,38°С/10 лет в Западно-Казахстанской области, в Актюбинской и Атырауской областях – от 0,22 до 0,29°С/10 лет. Среднегодовая сумма осадков на исследуемом участке уменьшилась на 0,1–4,2 мм/10 лет [7].

Для определения пространственных и временных характеристик годового стока построены кривые обеспеченности (кривые распределения Пирсона 3-го типа), которые показаны на рисунке 2 [7].

Рассчитаны такие параметры, как Q_0 – среднеголетний сток для каждого периода; C_v – коэффициент вариации, или изменчивость стока; C_s – коэффициент асимметрии годового стока и отношение C_s/C_v . Полученные параметры кривых обеспеченностей представлены в таблице, данные которой показывают, что оба периода имеют нормальное распределение.

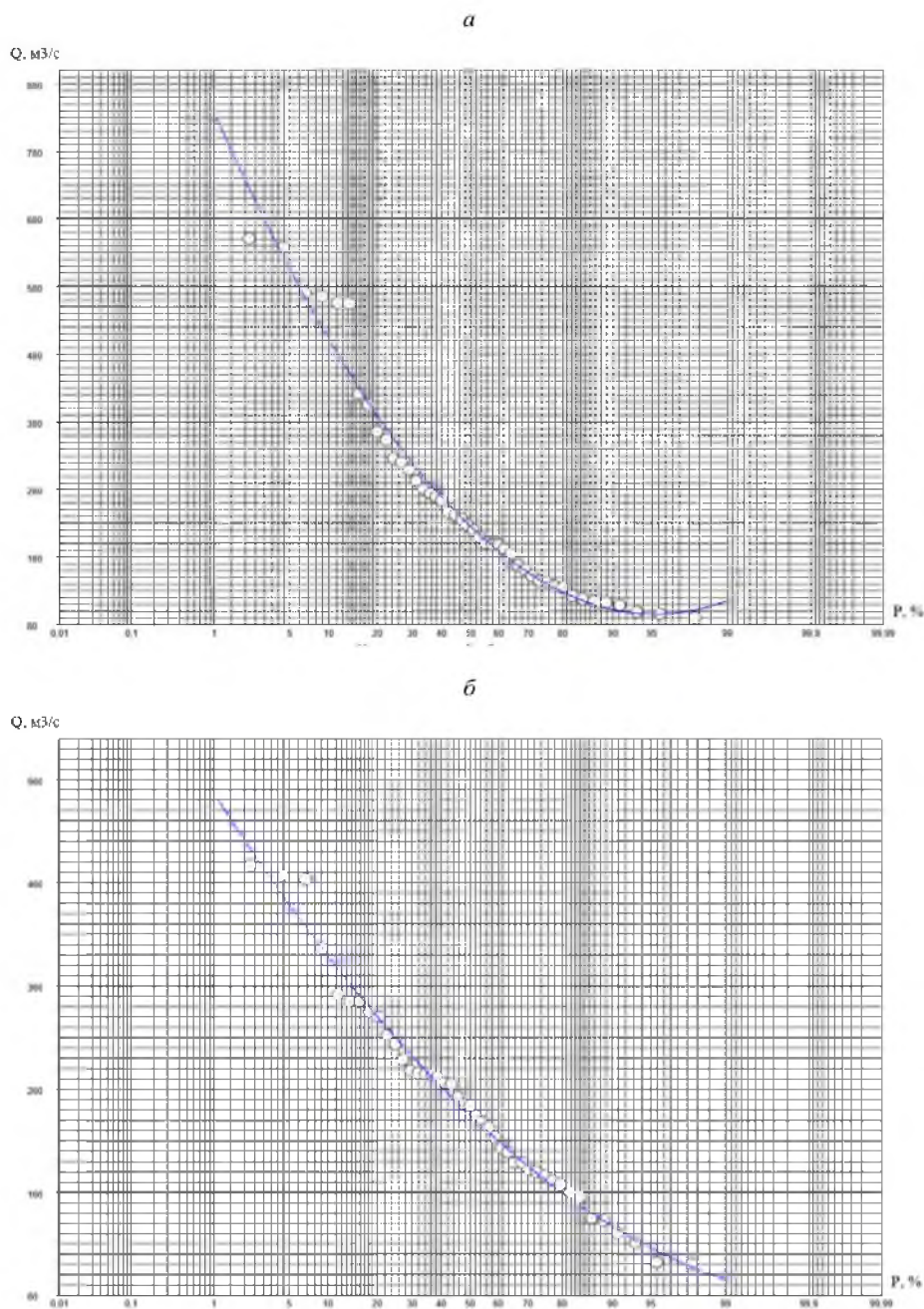


Рисунок 2 – Кривые обеспеченности в период:
a – условно-нарушенного стока (1932–1975 гг.); *б* – нарушенного стока (1976–2018 гг.)

Параметры кривых обеспеченности

Период	Обеспеченность, %						
	0,1	5	20	50	75	95	99,9
$Q_0 = 265 \text{ м}^3/\text{с}, C_v = 0,6, C_s = 1,2$							
1932–1975	1025,5	569,7	381,6	234,8	147,3	92,8	63,6
$Q_0 = 247 \text{ м}^3/\text{с}, C_v = 0,4, C_s = 0,7$							
1975–2018	627,4	424,8	326	236,6	174,9	103,5	76,6

Из таблицы следует, что в условно-нарушенный период изменчивость стока была намного выше. Также изменился максимальный расход воды редкой повторяемости, характеризующий многоводные годы: при 0,1%-й обеспеченности она почти в 2 раза меньше во втором, более зарегулированном, режиме стока.

Многими учеными (Чибилев А. А., Давлеткалиев С. К. и др.) была описана межгодовая изменчивость стока р. Жайык, которая является значительной и характеризуется неравномерностью стока внутри года. По условиям гидрологического режима река относится к рекам с резко выраженным преобладанием стока в весенний период. Основным питанием реки являются талые воды в период снеготаяния [1, 2, 6, 7].

Также был построен график временного хода среднегодовых расходов воды за весь исследуемый период с 1932 по 2018 г. (рисунок 3).

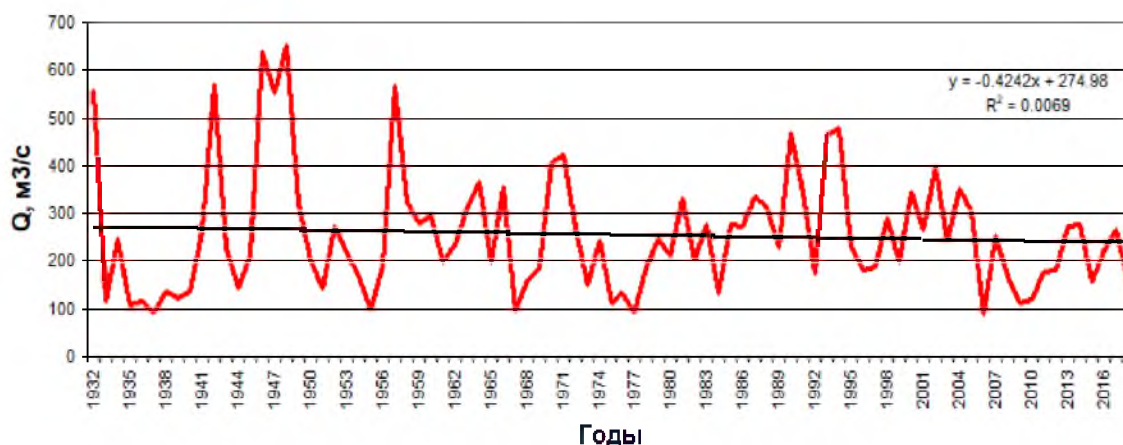


Рисунок 3 – График временного хода среднегодовых расходов воды на р. Жайык – с. Махамбет (1932–2018 гг.)

Из представленного графика следует, что наблюдается уменьшение стока на р. Жайык.

Анализ изменчивости стока в выбранных периодах показывает небольшую тенденцию увеличения стока в условно-нарушенном периоде и снижение стока в нарушенном периоде стока (рисунки 4, 5).

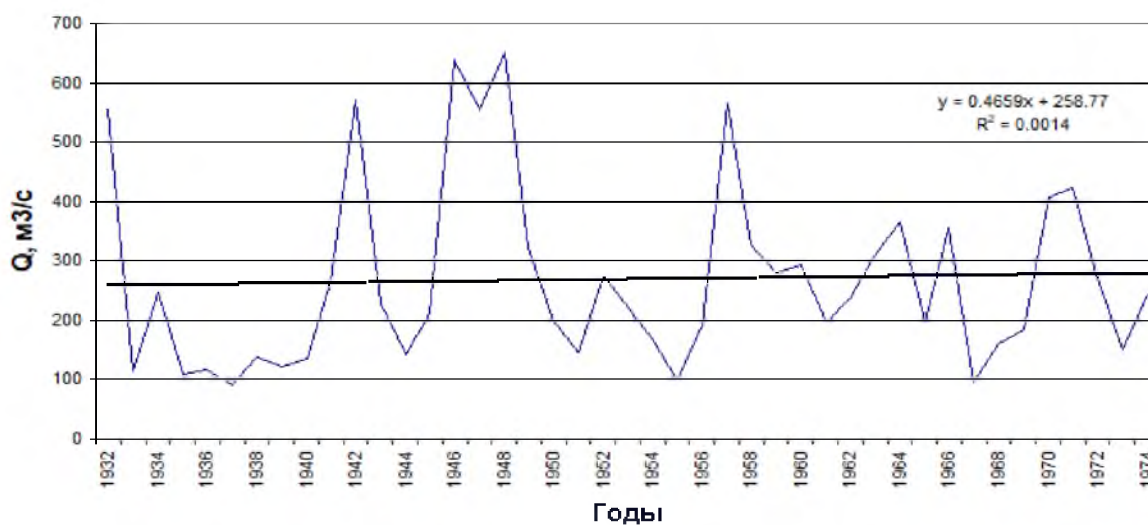


Рисунок 4 – График временного хода среднегодовых расходов воды на р. Жайык – с. Махамбет (1932–1975 гг.)

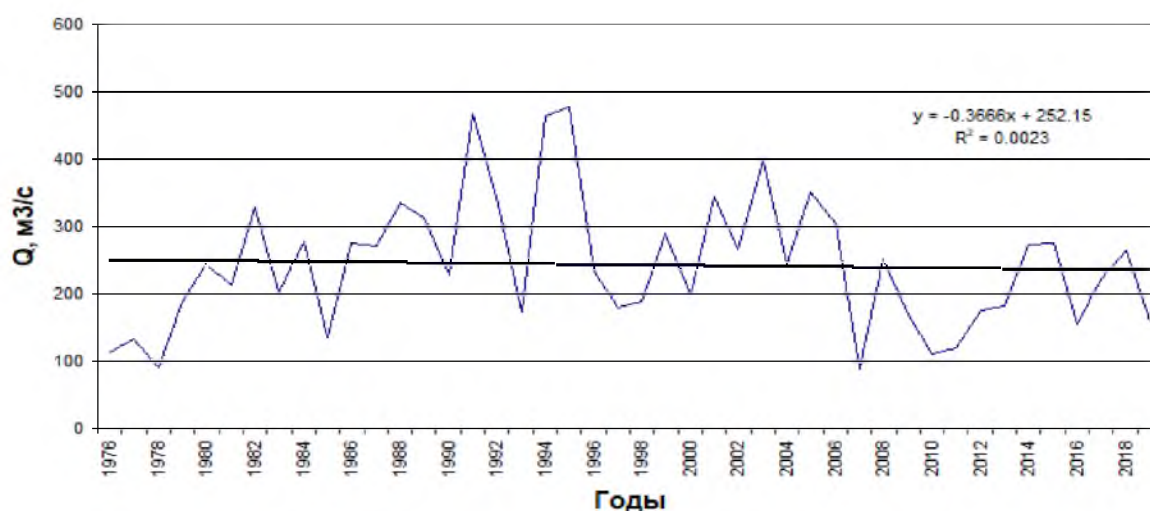


Рисунок 5 – График временного хода среднегодовых расходов воды на р. Жайык – с. Махамбет (1976–2018 гг.)

Из рисунков следует, что также изменился диапазон колебания среднегодовых расходов воды во времени. В условно-нарушенном периоде среднегодовые расходы воды составляли 651–91 м³/с, а в нарушенном периоде – 477–90 м³/с.

В период с условно-нарушенным режимом (1932–1975 гг.) снегонакопление было продолжительным и достаточное количество воды поступало в русло. В последующие годы (1976–2018), когда появились явные тенденции к потеплению климата, период снегонакопления стал меньше, весенние процессы – более ранними и растянутыми, что привело к потерям при снеготаянии.

Закключение. Сток р. Жайык широко используется в различных отраслях экономики, поэтому следует отметить, что на современном этапе наблюдается тенденция снижения среднегодового стока р. Жайык вследствие не только антропогенных воздействий (хозяйственной деятельности), но и климатических изменений, которые проявляются в постепенном повышении температуры воздуха и уменьшении осадков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ивкина Н.И. Изменение притока воды в Каспийское море в результате антропогенного воздействия и изменения климата на примере р. Жайык (Урал) // Гидрометеорология и экология. – 2016. – № 3. – С. 50-55.
- [2] Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. – Екатеринбург: Изд-во «СВ-96», 2008. – 310 с.
- [3] Бочков В.С. Основные вехи научного и хозяйственного освоения территории Среднего Урала // Экономика региона. – 2006. – № 3. – С. 125-140.
- [4] Цыпенко К.В., Владимирова Т.И. Водные ресурсы бассейна р. Урал и их изменения // Гидрометеорология и экология. – 2011. – № 1. – С. 75-83.
- [5] Давлеткалиев С.К. Оценка водных ресурсов Жайык-Каспийского бассейна по водохозяйственным участкам // Гидрометеорология и экология. – 2015. – № 4. – С. 73-80.
- [6] <https://water-rt.ru/> HYPERLINK "https://water-rt.ru/Водные_объекты/4074/Магнитогорское_водохранилище"Водные_объекты/4074/Магнитогорское_водохранилище
- [7] Седьмое национальное сообщение и третий двухгодичный доклад Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана, 2017.
- [8] Давлеткалиев С.К. Статистические методы обработки гидрологической информации. – Алматы: Изд-во «Қазақ университеті», 2015. – 203 с.
- [9] Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 2. Урало-Эмбинский район / Под ред. З.Г. Марковой. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 152 с.
- [10] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. 7. Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 1. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под ред. Р.А. Медеу. – Алматы: Изд-во «Парасат», 2012. – 683 с.

REFERENCES

- [1] Ivkin N.I. Change of water inflow into the Caspian Sea as a result of anthropogenic impact and climate change on the example of the river Zhiyk (Ural) // Hydrometeorology and ecology. 2016. N 3. P. 50-55 (in Russ.).
- [2] Chibilev A.A. Basin of the Ural: history, geography, ecology. Yekaterinburg: Ed. "SV-96", 2008. 310 p. (in Russ.).
- [3] Bochkov V.S. Main milestones of scientific and economic development of the territory of the Middle Ural // Economics of the region. 2006. N 3. P. 125-140 (in Russ.).
- [4] Tsytsenko K.V., Vladimirov T.I. Water resources of the Ural river basin and their changes // Hydrometeorology and ecology. 2011. N 1. P. 75-83 (in Russ.).
- [5] Davletkaliyev S.K. Assessment of Water Resources of the Zhayk-Caspian Basin on Water Management Areas // Hydrometeorology and Ecology. 2015. N 4. P. 73-80 (in Russ.).
- [6] <https://water-ru.ru/HYPERLINK> "https://water-ru.ru/Vodnye_objekty/4074/Magnitogorskoye_vodokhranilishche" Vodnye_objekty/4074/Magnitogorskoye_vodokhranilishche
- [7] Seventh national communication and third biennial report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change. Astana, 2017 (in Russ.).
- [8] Davletkaliyev S.K. Statistical methods of processing of hydrological information. Almaty: Publishing house "Kazakh university", 2015. 203 p. (in Russ.).
- [9] Surface water resources of the USSR: Hydrological study. Vol. 12. Lower Volga region and West Kazakhstan. Issue. 2. Uralo-Embinsky District / Under ed. Z.G. Markova. L.: Hydrometeoizdat, 1966. 152 p. (in Russ.).
- [10] Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Vol. 7. Resources of river drain of Kazakhstan. Book 1. Renewable resources of surface waters of Western, Northern, Central and Eastern Kazakhstan / Under ed. R.A. Medeu. Almaty: "Parasat" ed., 2012. 683 p. (in Russ.).

Д. К. Кисебаев

Мағистр, PhD докторанты
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

**ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІ АҒЫНЫНЫҢ АНТРОПОГЕНДІК ЖӘНЕ
КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ӨЗГЕРІСІ**

Аннотация. Жайық өзеннің орташа жылдық ағынының өзгергіштігі зерттелді. Гидрологиялық мәліметтер қатарын өндеуде статистикалық әдістерді қолдана отырып, орташа жылдық су шығыны қатарының статистикалық параметрлері есептелді. Жайық өзені ағынының сипаттамалары екі кезеңге берілді: шартты түрде бұзылған және бұзылған ағын режимдері.

Түйін сөздер: судың жыл ішіндегі таралуы, климаттың өзгеруі, судың орташа жылдық шығынының қамтамасыздығы, жылдық ағын, антропогендік әсер.

D. K. Kisebayev

Master, PhD doctoral candidate
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

**CHANGE IN RIVER ZHAIYKH RUNOFF UNDER ANTHROPOGENIC EFFECTS
AND CLIMATE CHANGE**

Abstract. The variability of the average annual flow of the Zhaiykh River was studied. Using statistical methods for processing the series of hydrological data, the statistical parameters of the series of average annual water consumption are calculated. Flow characteristics of Zhaiykh River for two periods: conditionally disturbed and disturbed flow modes.

Keywords: interannual distribution of runoff, climate change, availability of average annual water expenditure, annual runoff, anthropogenic impact.