

Пшенчинова А.С.^{1*}, Кристиан Опп², Джусупбеков Д.К.¹

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, *e-mail: ray.of.trust@gmail.com

²Марбургский Университет имени Филиппа, Германия, г. Марбург

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

В работе приведены исследования по определению нормы весеннего стока неизученных рек Есильского и Нура-Сарысуского бассейнов Центрального Казахстана. При отсутствии данных наблюдений для определения характеристик весеннего стока, нормы слоя и максимального стока весеннего половодья применены связи годового стока с физико-географическими факторами, формирующими весенний сток равнинных рек. Определение нормы весеннего стока рек Есильского и Нура-Сарысуского бассейнов производилось по районным зависимостям годового стока от определяющих факторов. Вначале исследованы зависимости нормы слоя весеннего стока от площади водосбора. Были получены четыре зависимости: для бассейнов р. Есиль, р. Силеты и Карасу по отдельности, а также для всего Есильского водохозяйственного (ВХБ) бассейна. Слой стока весеннего половодья рекомендуется определять по отдельным бассейнам рек. Во всех случаях получена обратная связь $h=f(F)$, то есть происходит уменьшение слоя стока с увеличением площади водосбора. Были показаны, что для приближенной оценки нормы весеннего стока и модуля максимального стока неизученных рек Центрального Казахстана могут быть использованы зависимости слоя весеннего стока от площади водосбора и зависимости модуля максимального стока от площади водосбора района исследования. А полученные значения нормы весеннего стока могут быть использованы для приближенной оценки величины весеннего стока неизученных рек Центрального Казахстана.

Ключевые слова: ряд наблюдений, годовой сток, весенний сток, слой стока, половодье, прогноз.

Pshenchinova A.S.^{1*}, Opp Cristian², Jussupbekov D.K.¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, *e-mail: ray.of.trust@gmail.com

²Philipps University of Marburg, Germany, Marburg

Determination of characteristics spring flood flow in the absence of observational data

A study conducted to determine of the norm of spring flow of the unexplored rivers of the Esil and Nura-Sarysu basins of Central Kazakhstan. In the absence of observational data on the characteristics of the spring runoff, the norm of the runoff layer and the maximum runoff of the spring flood, a method of studying the relationship between the annual runoff and the physical geographic factors forming the spring runoff of the lowland rivers applied. In the work, the determination of the norm of the spring runoff of the Esil and Nura – Sarysu basins was made according to the regional dependencies of the annual flow on the determining factors. At the beginning, the dependences of the norm of the spring runoff layer on the catchment area were investigated. Four dependencies were obtained: for the Basins Esil River, the Selety River and the Karasu River separately, and for the entire basin of the Water Basins of the Esil river. It is recommended to determine the spring runoff layer by separate river basins. In all cases, feedback is obtained $h = f(F)$, i.e. the runoff layer decreases with increasing catchment area. It shown that for an approximate assessment of the spring flow rate and maximum flow module of unstudied rivers of Central Kazakhstan, dependencies of the spring flow layer on the catchment area and dependence of the maximum flow module on the catchment area of the study area can be used.

Key words: a number of observations, annual runoff, spring runoff, runoff layer, flood, forecast.

Пшенчинова А.С.¹, Кристиан Опп², Джусупбеков Д.К.¹

¹әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: ray.of.trust@gmail.com

²Филипп атындағы Марбург Университеті, Германия, Марбург қ.

Бақылау деректері жоқ болғанда көктемгі су тасу ағындысының сипаттамаларын анықтау

Жұмыста Орталық Қазақстанның Есіл және Нұра-Сарысу алаптарының зерттелмеген өзендерінің көктемгі ағындысының қалыпты мөлшерін анықтау үшін зерттеулер жүргізілді. Бақылау деректері жоқ болғанда көктемгі ағынды сипаттамаларын (ағынды қабаты, ең жоғарғы көктемгі су тасу ағындысы) анықтау үшін жылдық ағындының жазықтық өзендерде көктемгі су тасуын қалыптастырушы физикалық-географиялық факторлармен байланысын зерттеу тәсілі қолданылған. Есіл және Нұра-Сарысу алаптары өзендерінің көктемгі су мөлшерін анықтау жылдық ағынды мен оны анықтаушы факторлардың аудандық тәуелділіктері бойынша жүргізілді. Көктемгі ағынды қабатының су жинау алабына тәуелділіктері зерттелді. Төрт тәуелділік алынды: Есіл, Селеті және Қарасу өзендері алаптары үшін жеке-жеке, сонымен қатар барлық Есіл су шаруашылық алабы үшін. Көктемгі су тасу ағындысы қабатын әр өзен алаптары бойынша анықтау ұсынылды. Барлық жағдайда $h = f(F)$ тәуелділіктерінде кері байланыс алынды, басқаша айтқанда су жинау алабы ұлғайған сайын ағынды қабаты кемиді. Орталық Қазақстанның зерттелмеген өзендерінің көктемгі ағындысының қалыпты мөлшері мен ең жоғарғы ағынды модулін жуықтап бағалау үшін, көктемгі ағынды қабаты мен ең жоғарғы ағынды модулінің зерттеліп отырған су жинау алаптары аудандарына тәуелділіктері қолданылуы мүмкін екендігі көрсетілді. Ал алынған көктемгі су тасуының ағынды мөлшері Орталық Қазақстанның зерттелмеген өзендерінің көктемгі ағындысы мөлшерін жуықтап бағалауға қолдануға болады.

Түйін сөздер: бақылау қатары, жылдық ағынды, көктемгі ағынды, ағынды қабаты, су тасу, болжам.

Введение

Водные проблемы и возможные последствия глобального и регионального изменения климата определяют сценариев развития региона. Климатические изменения с одной стороны приводят к водному дефициту, с другой стороны – нежелательному перераспределению речного стока внутри года. Такие изменения климата особенно проявляются в частях материков, расположенных в глубине материка, вдали от океанов и высоких горных систем. К ним относится и центральная часть Казахстана (Чередниченко и др., 2016).

Рассматриваемые речные бассейны Центрального Казахстана, недостаточно освещены гидрометрическими наблюдениями, особенно в мелких и временных водотоках, не ведутся учет стока, а многие из них впадают в местные микро-макропонижения, создавая временные водоемы и болотные угодья. Но эти малые реки в весенний период могут дать значительные объемы воды, в которых остро нуждаются промышленные секторы страны (Ресурсы поверхностных вод суши, 2017).

В маловодные годы почти весь талый сток тратится на заполнение депрессий рельефа и плесовых ложин в руслах водотоков, сток ничтожен, формируется он преимущественно ско-

плениями снега в русле, действующая площадь водосбора мала; гидрологические условия приближаются к условиям пустынь. В многоводные годы депрессии рельефа переполняются, дают сток в основное русло, действующая водосборная площадь многократно увеличивается. Дружная весна способствует беспрепятственному поступлению талых вод в русло рек, их потери минимальны, и половодье обычно бывает высоким даже при небольших снегозапасах (Махмудова, 2010).

В связи с малой продолжительностью наблюдений за режимом вод на сравнительно редкой сети станций и постов, расположенных преимущественно на относительно крупных реках, поверхностные воды рассматриваемой территории изучены недостаточно. Особенно это касается малых временных водотоков и озер, наблюдения на которых до самого последнего времени были особенно малочисленны (Махмудова, 2010; Джусупбеков, 2017; Арыстамбекова и др., 2017; Давлетгалиев и др., 2016). Большинство наблюдательных пунктов (60-70%) расположены на средних и крупных реках с площадью водосбора от 3 до 80 тыс. км².

Данные наблюдений на реках рассматриваемой территории не всегда имеют удовлетворительное качество. Особенно это касается наблюдений за стоком. В ряде случаев недостаточная

надежность материалов по стоку обусловлена малым количеством измерений расходов воды в период подъема весеннего половодья, происходящего обычно при наличии ледовых явлений, нарушающих связь между уровнями и расходами (Махмудова, 2010).

Цель данной работы исследование зависимости нормы весеннего стока от средней высоты водосборов рек, коэффициента вариации годового стока от площади водосбора, модуля максимального стока от площади водосбора рек, а также зависимости коэффициента вариации весеннего стока от площади водосбора и слоя стока.

Материалы и методы исследования

При отсутствии данных наблюдений характеристик весеннего стока: норму слоя и максимального стока весеннего половодья можно определить по картам изолиний этих характеристик или по районным зависимостям от определяющих факторов. На основе второго способа лежат исследования связи годового стока с физико-географическими факторами, формирующими весенний сток равнинных рек. Здесь более точные величины нормы годового стока неизученных рек могут быть определены непосредственно по районным зависимостям $q_0 = f(H_{cp})$.

Для определения нормы стока неизученных рек широкое распространение получил ме-

тод, основанный на зависимости водоносности реки (q , л/с·км²) от средней высоты (H_{cp}). Наиболее этот метод был разработан В.Л. Шульцем (Шульц, 1965). В дальнейшем он нашел широкое применение при региональных обобщениях не только в горных, но и в равнинных районах страны.

Информационной основой для исследования по теме служат материалы наблюдений за стоком рек Казахстана РГП «Казгидромет» за 1932-2015 гг.: Ресурсы поверхностных вод СССР (Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель, 1958; Ресурсы поверхностных вод суши, 2017; Ресурсы поверхностных вод, 1960).

Результаты исследования

В данной работе определение нормы весеннего стока рек Есиль и Нура-Сарысуского бассейнов производились по районным зависимостям годового стока от определяющих факторов (Методические указания, 2014). Вначале исследованы зависимости нормы слоя весеннего стока от площади водосбора. Были получены четыре зависимости: для бассейнов р. Есиль, р. Силеты и Карасу по отдельности, а также для всего Есильского ВХБ. Полученные зависимости представлены на рисунках 1 и 2. Характеристики зависимости слоя весеннего стока от площади водосбора приведены в таблице 1.

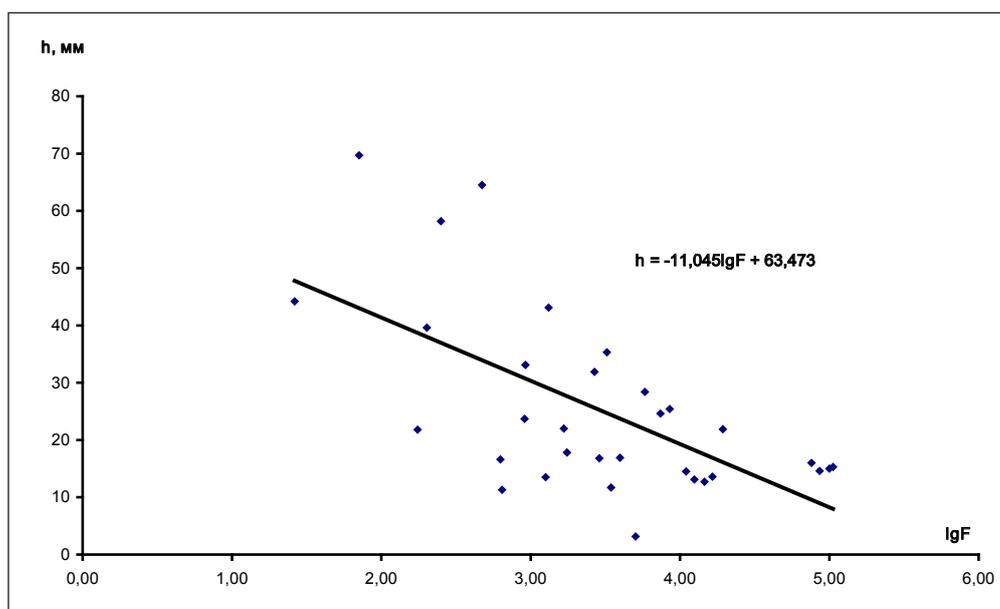


Рисунок 1 – Зависимость слоя стока от площади для всего Есильского водохозяйственного бассейна

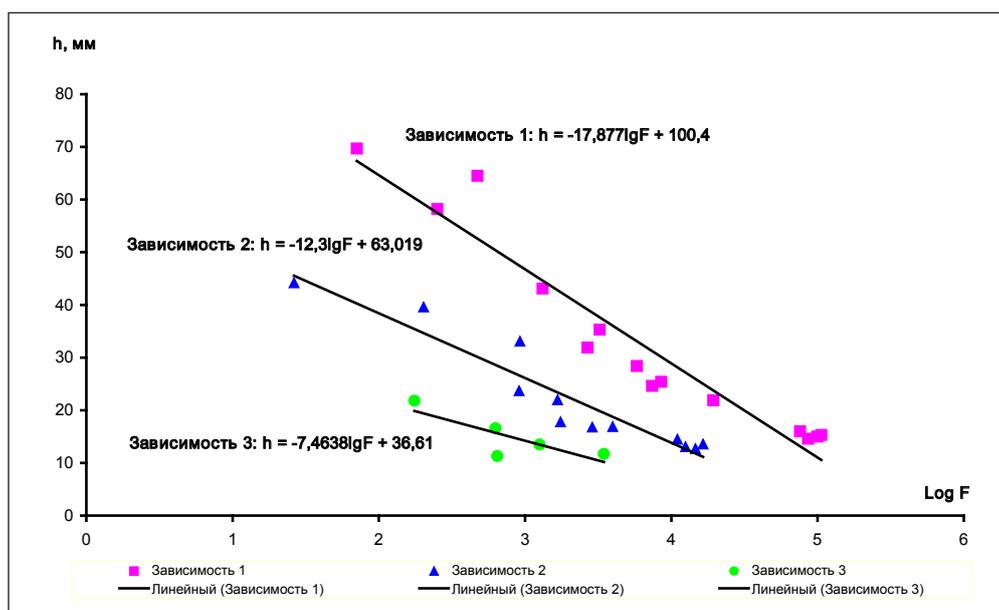


Рисунок 2 – Зависимость слоя стока (h) от площади водосбора (log F) для основных рек Есильского водохозяйственного бассейна

Таблица 1 – Характеристика зависимости слоя весеннего стока от площади водосбора

№	Бассейн реки	Число пунктов	Уравнение регрессии	R	σ_R	R/σ_R
Есильский ВХБ						
1	Есиль, Шортанды, Мойылды, Кумя, Жабай, Жиландинка, низ.Акканбур-лук, Бабык-Бурлук и низ. Терсаккан	14	$h = -17,877lgF + 100,4$	-0,96	0,014	-68,6
2	Силеты, Шагалады, верховья р. Есиль и Лог Безымянный, Калкутан (низ.), Аршалы, Терсаккан (верх., Иманбур-лук (низовья))	12	$h = -12,3lgF + 63,019$	-0,95	0,020	-47,5
3	Карасу, Жиланды, Калкутан (верх., до $F=3000 \text{ км}^2$), Мукур, Иманбурлук (верховья, до $F=1000 \text{ км}^2$)	5	$h = -7,4638lgF + 36,61$	-0,81	0,10	-8,1
4	Весь Есильский ВХБ	33	$h = -11,045lgF + 63,5$	-0,62	0,072	-8,61
Нура-Сарыуский ВХБ						
1	Бассейн реки Нура	17	$h = -5,89gF + 32,8$	-0,60	0,16	-3,75
2	Бассейн реки Сарысу	10	$h = -24,5lgF + 115,5$	-0,76	0,14	-5,43
3	Весь Нура-Сарыуский ВХБ	27	$h = -19,4gF + 82,7$	-0,66	0,22	-3,00

Из приведенных в таблице 1 результатов видно, что надежная расчетная зависимость слоя весеннего стока от площади водосбора получена для бассейнов р. Есиль ($R = -0,96$) и Силеты ($R = -0,95$), а также по бассейну р. Карасу получена неплохая связь.

Как показано в таблице 1, надежные зависимости были получены как для отдельных бассейнов основных притоков, так и всего бассейна реки Есиль. Для всего Есильского ВХБ зависи-

мость слоя стока весеннего половодья от площади водосбора оценивается коэффициентом $R = -0,62$. Поэтому слой стока весеннего половодья рекомендуется определять по отдельным бассейнам рек. Причем во всех случаях получена обратная связь $h=f(F)$, т.е. происходит уменьшение слоя стока с увеличением площади водосбора.

В Нура-Сарыуском ВХБ получена удовлетворительная расчетная зависимость для бассейна р. Сарысу ($R = -0,76$). Для приближенной

оценки нормы слоя весеннего стока бассейна реки Нура может быть использована полученная зависимость нормы слоя весеннего стока от площади водосбора при $R = -0,60$, а для всего Нура – Сарысуского ВХБ для определения слоя весеннего стока можно пользоваться уравнени-

ем регрессии приведенного в табл.1 с теснотой зависимостью $R = -0,66$.

В дальнейшем рассматривались зависимости модуля максимального стока от площади водосбора рек по 2-м ВХБ Центрального Казахстана (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристики зависимости модуля максимального стока от площади водосбора района исследования

№	Бассейн реки	Число пунктов	Уравнение регрессии	R	σ_R	R/σ_R
Есильский ВХБ						
1	Есиль, Силеты (низ.), Мойылды, Калкутан (низ.), Жабай (низ.), Жиландинка, Терсаккан, Акканбурлук и др.	17	$q_{\max} = -59,4 \lg F + 287,8$	-0,95	0,016	59,4
2	Силеты (верх. до $F=1000 \text{ км}^2$), Карасу, Кумя, Шагалалы, Лог Безымянный, Шортанды, Калкутан (верх. до $F=3000 \text{ км}^2$), Жабай (верх. до $F=3000 \text{ км}^2$), Аршалы, Акканбурлук (верх. до $F=3000 \text{ км}^2$), Иманбурлук.	13	$q_{\max} = -63,5 \lg F + 247,9$	-0,96	0,013	73,8
3	Есильский ВХБ	33	$q_{\max} = -39,2 \lg F + 190,7$	-0,77	0,047	16,4
Нура-Сарысуский ВХБ						
1	Бассейн реки Нура	17	$q_{\max} = -25,6 \lg F + 118$	-0,76	0,105	7,24
2	Бассейн реки Сарысу	10	$q_{\max} = -43,2 \lg F + 183$	-0,76	0,139	5,47
3	Весь Нура-Сарысуский ВХБ	27	$q_{\max} = -36,3 \lg F + 157$	-0,75	0,086	8,72

Проведено исследование зависимости максимального стока (модуля) весеннего половодья от площади водосбора для всего Есильского водохозяйственного бассейна и по отдельным бассейнам основных рек. Были получены три зависимости. Результаты оценки зависимости максимального стока (модуля) весеннего половодья от площади водосбора для Есильского водохозяйственного бассейна оценивается коэффициентом корреляции $R = -0,77$. А для бассейнов рек Силеты – Иманбурлук получена такая зависимость с коэффициентом корреляции $R = -0,95$ и для

бассейнов рек Карасу – Иманбулук связь оценивается $R = -0,96$.

Такие зависимости получены для модуля максимальных расходов весеннего половодья для отдельных бассейнов и всего Нура – Сарысуского ВХБ (табл.2). Теснота зависимости для бассейнов рек Нура и Сарысу оценивается коэффициентом корреляции $R = -0,76$, а для всего Нура-Сарысуского ВХБ – $R = -0,75$ (табл. 2).

В дальнейшем была рассмотрена множественная корреляция – зависимости коэффициента вариации весеннего стока от площади водосбора и слоя стока (таблица 3).

Таблица 3 – Уравнение множественной регрессии для определения коэффициента вариации слоя весеннего стока от слоя весеннего стока и площади водосбора

№	Бассейн реки	Число пунктов	Уравнение регрессии	R
Нура-Сарысуский ВХБ				
1	Нура	6	$y = -0,055 \lg F - 0,018 h + 1,26$	0,71

Заключение

Полученные зависимости коэффициента вариации от площади для рек Есильского и Нура-Сарысуского бассейнов оказались достаточно надежными, имеют высокий коэффициент корреляции (от $R=0,96$ до $R=0,62$) и могут быть использованы для приближенной оценки коэффициента вариации максимального стока весеннего половодья неизученных водотоков Есильского водохозяйственного бассейна.

Использование метода множественной корреляции для установления зависимости коэффициента вариации максимального стока весеннего половодья от площади водосбора и модуля максимального стока для рек бассейна Есиль

особо положительных результатов не дали. Между этими величинами получены слабые связи, с коэффициентом корреляции в пределах $R=0,2-0,5$. Лишь для рек бассейна Нура была получена удовлетворительная зависимость с коэффициентом корреляции равным $R=0,71$.

Таким образом, для приближенной оценки нормы весеннего стока и модуля максимального стока неизученных рек Центрального Казахстана могут быть использованы зависимости слоя весеннего стока от площади водосбора и зависимости модуля максимального стока от площади водосбора района исследования и могут быть использованы для приближенной оценки величины весеннего стока неизученных рек Центрального Казахстана.

Литература

Arystambekova Dinara Davletgaliev Saken, Chigrinets Aleksandr, Mussina Ainur Estimation of Spring Runoff Characteristics of Lowland Rivers in Kazakhstan // Journal of Environmental Management and Tourism. - ASERS Publishing, 2017. - 1(17) : Vol. VIII. - pp. 195-209.

Cherednichenko Alexander V. Galperin R.I., Davletgaliev S.K., Cherednichenko Alexei V., Cherednichenko V.S., Abdrakhimov R.G., Nysanbaeva A.S. Impact of climate change on runoff in the republic of Kazakhstan [Conference] // Water resources of Central Asia and their use. - Almaty, 2016. - pp. 92-110.

Christoph Schar Lyudmila Vasilina, Felix Pertziger, Sebastien Dirren Seasonal Runoff Forecasting Using Precipitation from Meteorological Data Assimilation Systems List of references // Monthly Journal "Journal of Hydrometeorology". - October 2004. - 5 : Vol. 5. - pp. 959-973.

Давлетгалиев С.К. Чередниченко В.С., Джусупбеков Д.К., Чигринец А.Г., Мусина А.К., Арыстамбекова Д.Д. Определение характеристик "Расчет и прогноз весеннего стока равнинных рек Казахстана" [Отчет] / ДГП на ПХВ "НИИ проблем экологии", РГП на ПХВ "КазНУ имени аль-Фараби". - Алматы, 2016. - стр. 124.

Джусупбеков Д.К. Арыстамбекова Д.Д. Сарысу алабы өзендерінің көктемгі ағындысының сипаттамаларын бағалау // Вестник КазНУ. – Алматы, Қазақ университеті, 2017 г. - 1(44).

Долгих С.А. Смирнова А.У., Сабитаева А.У. К вопросу о построении сценариев изменения климата [Журнал] // Гидрометеорология и экология. Казгидромет, 2006 г. - 1. - стр. 7-19.

Кожаметова Э.П. Загидуллина А.Р., Аппасова Т.Б. Точность воспроизведения температуры воздуха и осадков на территории Казахстана климатическим архивом CRHTS 2.1. // Гидрометеорология и экология. Казгидромет, 2013 г. - 2/1. - стр. 30-41.

Крицкий С.Н. Менкель Н.Ф., Гидрологические основы управления речным стоком. - Москва : Наука, 1981. - стр. 249.

Махмудова Л.К. Оценка водных ресурсов рек Центрального Казахстана. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. - Алматы, 2010. - стр. 123.

Методические рекомендации Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. - Ленинград, 1986. – Гидрометеоздат, стр. 168.

Методические указания Определение расчетного максимального расхода / ред. Володина Т.С.. - Томск : Томский архитектурно - строительный университет, 2014. - стр. 28.

Методическое указание Методическое указание по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановление его характеристик. - Ленинград : Гидрометеоздат, 1986. - стр. 130.

РГП "Казгидромет" Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана / ред. RSE "Kazhydromet". - Астана, 2017. - стр. 58.

Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. – Ленинград. Гидрометеоздат, 1958. - стр. 790.

Ресурсы поверхностных вод Ресурсы поверхностных вод СССР, Карагандинская область. - Ленинград : Гидрометеоздат, 1966. - Т. 13 : стр. 482.

Ресурсы поверхностных вод суши. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. - Астана : РГП "Казгидромет", 2017. - стр. 140.

Ресурсы поверхностных вод. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Северо - Казахстанская область Казахской ССР. - Ленинград : Гидрометеоздат, 1960. - стр. 420.

Справочник Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. Атмосферные осадки. - Алматы : Казгидромет, 2005.

Чердниченко А.В. Динамика климата Казахстана начало эпохи похолодания. - Алматы, 2015. - стр. 240.

Чердниченко А.В. Чердниченко Алексей В., Чердниченко В.С. Климатические циклы во временных рядах температуры над Казахстаном. Начало цикла похолодания // Гидрометеорология и экология. - Казгидромет, 2013 г. - 4. - С. 3-26.

Шульц В.Л. Реки Средней Азии. - Ленинград, 1965.

References

Arystambekova D, Davletgaliev S, Chigrinets A, Mussina A. (2017) Estimation of Spring Runoff Characteristics of Lowland Rivers in Kazakhstan. *Journal of Environmental Management and Tourism (ASERS Publishing)* VIII (1(17)): pp.195-209.

Cherednichenko A. V., Galperin R. I., Davletgaliev S. K., Cherednichenko A. V., Cherednichenko V. S., Abdrahimov R. G., Nysanbaeva A. S. (2016) Vliyaniye izmeneniya klimata na stok v Respublike Kazakhstan. *Vodnyye resursy Tsentralnoy Azii i ih ispolzovanie* [Impact of climate change on runoff in the republic of Kazakhstan. Water resources of Central Asia and their use]. *Almaty*, pp. 92-110.

Cherednichenko A., Cherednichenko V.S., Galperin R. I., Davletgaliev S. K., Abdrahimov R.G., Nysanbaeva A. S. (2016) "Impact of climate change on runoff in the republic of Kazakhstan", *Water resources of Central Asia and their use: materials International Scientific-Practical Conference devoted to the summing-up of the «Water for Life» decade declared by the United Nations*, *Almaty*, pp. 92-110.

Christoph S, Vasilina V, Pertziger F, Dirren S. (2004) "Seasonal Runoff Forecasting Using Precipitation from Meteorological Data Assimilation Systems", *Journal of Hydrometeorology* 5 (5): 959-973.

Davletgaliev S.K. Cherednichenko V.S., Dzhushubekov D.K., Chigrinets A.G., Musina A.K., Arystambekova D.D. (2016), *Opreделение harakteristik "Raschet i prognoz vesennogo stoka ravninnykh rek Kazahstana"* [Characterization definition. Calculation and forecast of spring runoff of lowland rivers of Kazakhstan]. *Subsidiary State Enterprise on The Right of Economic Management "Scientific Research Institute of Ecology Problems", Republican State Enterprise on The Right of Economic Management "Kazakh National University named after al - Farabi"*, *Almaty: Kazakhstan*.

Dolgih S.A., Smirnova E.YU., Sabitaeva A.YU. (2006) K voprosu postroeniya scenariyev izmeneniya klimata [On the issue of building climate change scenarios]. *Hydrometeorology and ecology* (1): pp.7-19.

Dzhushubekov D.K. Arystambekova D.D. (2017), *Sarysu alaby ozenderinin koktemgi agyndysynyn sipattamalaryn bagalau* [Evaluation of the characteristics of the spring runoff of the rivers of the Sarysu basin]. *KazNU BULLETIN, Geographical Series, (Kazakh University Publ.)* (1(44)).

Kozhakhmetova E.P., Zagidullina A.R., Appasova T.B. (2013) "Tochnost' vosproizvedeniya temperatury vozduha i osadkov na territorii Kazahstana klimaticheskim arhivom CRHTS 2.1. [Accuracy of reproduction of air temperature and precipitation in the territory of Kazakhstan by the CRHTS climate archive 2.1.]", *Gidrometeorologiya i jekologiya* [Hydrometeorology and ecology], *Almaty*, Issue 2, pp. 30 – 41.

Metodicheskoe ukazanie po ocenke vliyaniya hozyajstvennoj deyatelnosti na stok srednih i bol'shih rek i vosstanovlenie ego harakteristik (1986) [Guidelines for assessing the impact of economic activity on the flow of medium and large rivers and the restoration of its characteristics]. *Leningrad: Hydrometeorological Publ.*

Mahmudova L.K. (2010). *Ocenka vodnykh resursov rek Central'nogo Kazahstana. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geograficheskikh nauk* [Assessment of water resources of the rivers of Central Kazakhstan Thesis for the degree of candidate of geographical sciences], *Almaty*, P.123.

Resursy poverhnostnykh vod rajonov osvoeniya celinnykh i zaleznykh zemel'. *Akmolinskaja oblast' Kazahskoj SSR* [Surface water resources in areas of virgin and fallow lands. Akmola region of the Kazakh SSR], 1958, *Leningrad, Hydrometeorological Publ.*, Issue1, 790 p.

Resursy poverhnostnykh vod rajonov osvoeniya celinnykh i zaleznykh zemel'. *Severo-Kazahstanskaja oblast' Kazahskoj SSR* [Surface water resources in areas of virgin and fallow lands. North Kazakhstan region of the Kazakh SSR], 1960, *Leningrad, Hydrometeorological Publ.*, Issue 5, 420 p.

Resursy poverhnostnykh vod SSSR, *Karagandinskaja oblast'* [Surface water resources of the USSR, Karaganda region], 1966, *Leningrad, Hydrometeorological Publ.*, Vol.13, Issue 1, 482 p.

RSE "Kazhydromet", (2017). *Ezhegodnyj byulleten' monitoringa sostoyaniya i izmeneniya klimata Kazahstana. Ministerstvo energetiki Respubliki Kazahstan* [Annual bulletin of monitoring the state and climate change of Kazakhstan. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan]. P.58.

Schar Ch, Vasilina L, Pertziger F, Dirren S. (2004) "Seasonal Runoff Forecasting Using Precipitation from Meteorological Data Assimilation Systems" *Journal of Hydrometeorology* 5 (5): pp.959-973.

Shul'c V.L. (1965) *Reki Srednej Azii* [Rivers of Central Asia]. *Leningrad: Hydrometeoizdat*.

Spravochnik po klimatu Kazahstana. *Mnogoletnie dannye. Atmosfernye osadki* (2005) [Guide to the climate of Kazakhstan. Long-term data. Precipitation], *Almaty, RSE Kazhydromet*. Issue 1-14.