

УДК 504.38, 504.45

Канд. сельскохоз. наук

Е.Д. Жапаркулова¹Л.В. Бажанова²К.Е. Калиева¹

Канд. сельскохоз. наук

М.С. Набиоллина¹

**ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СОВРЕМЕННОМ
ЭТАПЕ, ПРОГНОЗ НА ПЕРИОД ДО 2050 г. И ЕГО ВЛИЯНИЕ
НА ВОДНОСТЬ РЕК ЛЕДНИКОВО-СНЕГОВОГО ПИТАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ КУРКУРЕУ-СУУ,
ТАЛАССКИЙ БАССЕЙН)**

Ключевые слова: водные ресурсы, сток, гидрологический режим, расход воды, температура воздуха, атмосферные осадки, оледенение, изменение климата, прогноз.

В данной статье приводятся результаты исследования, полученные авторами в процессе работы в проекте РЭЭЦ «Вода, образование и наука» (2019) по проблеме изменения климата и его влияния на водные ресурсы небольших трансграничных бассейнов. В число таких бассейнов вошла река Куркюреу-Суу ледниково-снегового питания, расположенная в Таласском бассейне, сток которой используется двумя государствами – Кыргызстаном и Казахстаном. Также предпринята попытка прогноза изменения температуры воздуха и стока реки на период до 2050 г. при условии сохраняющейся тенденции изменения основных стокоформирующих факторов – температуры воздуха, атмосферных осадков и оледенения.

Краткая гидрологическая характеристика бассейна р. Куркюреу-Суу. Географически река Куркюреу-Суу, расположена в бассейне р.Талас, но не является её притоком. Река формирует сток на северном склоне Таласского Ала-Тоо, течет по ущельеобразной долине, прорезает хребет Кара-Тоо, и правым притоком сливается с р.Терс, после чего река называется Асса.

¹ КазНАУ, г. Алматы, Казахстан

² ИВП и ГЭ НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан

Недалеко от г. Тараз р. Асса, не впадая в р. Талас, поворачивает на запад и впадает в крупное озеро Бийлюколь. Вытекая из озера, река течет на север, питает ряд мелких озер, проток и теряется [11].

Административно бассейн реки находится на территории двух государств: Кыргызстана – горная часть (область формирования стока) и Казахстана – предгорная и равнинная часть (область рассеивания, трансформации стока). Сток реки используют оба государства для орошения и водохозяйственных потребностей, что и причисляет её к разряду трансграничных.

Глобальное изменение климата. Изменение климата – постепенное изменение средних характеристик факторов (температуры, осадков, испарения и т.д.), определяющих его, в течение длительного периода времени. Проблема изменения климата является актуальной не только в настоящее время, но и в обозримом будущем, как в глобальном, так и региональном аспекте [6].

Проблема климатических изменений в семидесятых годах прошлого столетия приобрела глобальный характер, поскольку все более отчетливо начали проявляться признаки изменения климата, следствием которых стали учащавшиеся засухи, катастрофические наводнения, увеличение амплитуд межгодовых, межсезонных колебаний температуры воздуха при общей тенденции увеличения как сезонных, так и среднегодовых, среднемесячных температур [6].

Величина повышения температуры воздуха согласуется с прогнозом глобального потепления климата, вследствие увеличения содержания углекислого газа в атмосфере, впервые сделанного М.И. Будыко более 40 лет назад на основе энергобалансовой модели. Процесс потепления, начавшийся в прошлом столетии, сохраняется в настоящее время, когда наблюдаются рекордные положительные аномалии средней глобальной температуры [4].

Исследование закономерностей изменений количества атмосферных осадков связано с некоторыми трудностями, обусловленными с одной стороны большой временной и пространственной изменчивостью осадков, с другой – неточностью инструментальных измерений. Очевидно, что изменение климатических условий приведет к изменениям водных ресурсов бассейнов рек в различных регионах и странах. От направленности этих изменений будет зависеть и общая стратегия водообеспечения населения и экономики в XXI веке [1, 2]. Последствия того, как мы поступаем в отношении изменений климата сегодня, будут действовать и через столетия. Те изменения, которые обусловлены выбросом парниковых газов в обозримом будущем необратимы.

Региональные климатические изменения. Современное глобальное изменение климата, оказывающее влияние на водные ресурсы, отмечено и на

территории Центральной Азии. В Таласском бассейне анализ основных климатических параметров – температуры воздуха и атмосферных осадков, проведен по метеостанции (МС) Талас, имеющей продолжительный непрерывный ряд наблюдений – 90 лет, (1930...2019 гг.). Метеостанция расположена в Центральной части бассейна на высоте 1212 м.

Трендовый анализ среднегодовой температуры по МС Талас за период наблюдений однозначно положительный. Рост температуры от исходного 7,00 до конечного 9,10 °С значения тренда составил 2,10 °С (интенсивность роста 0,020 °С/год (рис. 1).

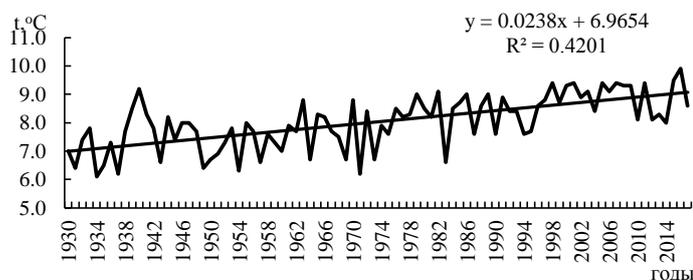


Рис. 1. Тренд среднегодовой температуры по МС Талас.

Более динамичное повышение температуры произошло после 1972 г., что отражено трендами за сравниваемые периоды 1932...1972 и 1973...2017 гг. (рис. 2).

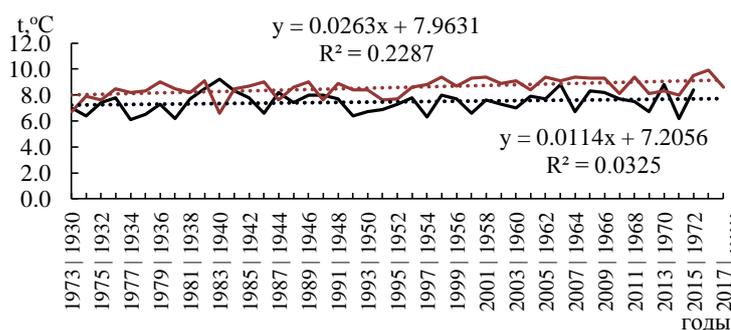


Рис. 2. Тренды средней годовой температуры МС Талас за сравниваемые периоды.

На рисунке 3 показано отклонение средней годовой температуры за период 2012...2017 гг. от среднего многолетнего значения, из которого можно сделать вывод: тенденция потепления климата после 2000 г. не только сохраняется, но и становится более значимой, чем за весь период наблюдений.

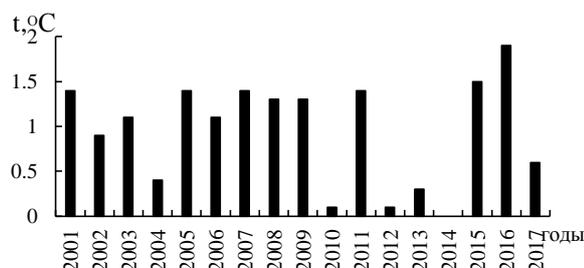


Рис.3. Отклонения средней годовой температуры МС Талас за 2012...2017 гг. от нормы.

На рисунке 4 приведена среднегодовая температура МС Талас за разные расчетные периоды.

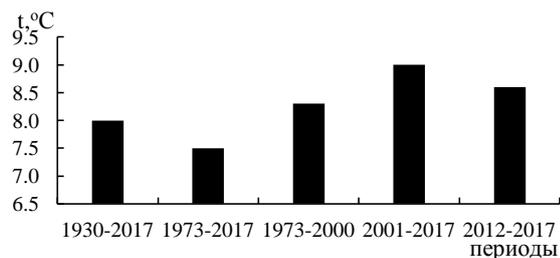


Рис.4. Среднегодовая температура за разные расчетные периоды МС Талас.

Тенденция потепления климата сохраняется и приобретает более динамичный характер. Разностные интегральные кривые среднегодовой температуры, показывают, что расчетный период включает периоды понижения и повышения температуры, при этом период после 1973 года находится в положительной фазе – тенденции повышения (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ изменений среднегодовой температуры за период наблюдений 1930...2017 гг. и за сравниваемые периоды

Характеристики	Расчетные периоды			
	1930...2017	1930...1972	1973...2000	2001...2017
Число лет	88	43	71/28	88/71/17
Средняя температура °С	8,0	7,5	8,3	9,0
Разность температур °С	–	-0,5	0,3 / 0,8	1,0 / 1,5 / 0,7
Разность темп. %	–	-6,2	3,8 / 11	12 / 20 / 8,4
Темп роста Т°С/год	–	-0,10	0,004 / 0,029	0,011/0,021/0,041

Примечание: – с 1930 по 2000 гг.

Тенденция роста температуры воздуха сохраняется, и наиболее значимая отмечена в период 2001...2017 гг. 0,04 °С/год.

Прогноз по данным ретроспективного анализа инструментальных наблюдений и экстраполяции темпов повышения температуры. Сущность прогнозирования заключается в предвычислении с различной заблаговременностью и степенью точности того или иного элемента климата (в данном случае температуры). Разработка методов прогнозирования и их дальнейшего использования, позволяющих заранее (с определенной заблаговременностью) определить развитие процессов и явлений, основывается на данных наблюдений в предшествующий период [12, 13].

Данный метод прогноза на такой длительный период можно принимать как консультацию, составленную на основании ретроспективного анализа данных среднегодовой температуры периода наблюдений при условии сохраняющейся тенденции и темпов потепления климата (роста среднегодовой температуры) в течение прогнозируемого периода до 2050 г.

В используемом подходе к прогнозу на столь длительный срок до 2050 г. (34 года), был использован метод ретроспективного анализа данных периода наблюдений, инерционность изменения температуры и прогноз (экстраполяция) темпов изменения в течение прогнозируемого периода [3, 10].

Темпы роста температуры после 2000 г. возросли, средняя величина роста температуры за период 2001...2017 составила 0,040 °С/год, поэтому при прогнозировании на период до 2050 г. принято это значение, а за базовую взята среднегодовая температура периода 1973...2000 гг., равная 8,30 °С. По результатам расчетов ($0,04 \cdot 34$) повышение температуры за период до 2050 г. составит 1,360 °С (1,40 °С), а средняя годовая температура 9,70 °С.

Согласно прогнозу по климатическим сценариям повышение температуры ожидается по сценарию A2-ASF к 2050 в пределах 1,8...2,80 °С; по сценарию B2-MESSAGE в пределах 1,7...2,50 °С. Данные сценарии основываются на прогнозируемом увеличении выбросов парниковых газов, и дают значительный интервал прогнозируемого повышения температуры [1, 2].

Потепление климата уже отражается на многих экосистемах, состояние которых зависит от температурного режима – реки, озера, ледники, влажность почвы, биоразнообразие и т.д.

Гидрологический режим р. Куркуреу-Суу. Река Куркуреу-Суу является трансграничным водотоком, сток которой используется двумя государст-

вами – Кыргызстаном и Казахстаном, и то, как изменяется сток реки на фоне климатических изменений, интересует обе стороны.

Далее представлены результаты анализа стока реки и его динамика в разные временные периоды, а также дан прогноз-консультация ожидаемой водности на период до 2050 г. При этом использованы все имеющиеся публикации других разработчиков по составлению прогноза и дан прогноз авторов.

По форме гидрографа р. Куркуреу-Суу относится к Тянь-Шанскому типу с двумя ярко выраженными фазами режима – половодье (апрель–сентябрь) и межень (октябрь–март). (рис.5) [13].

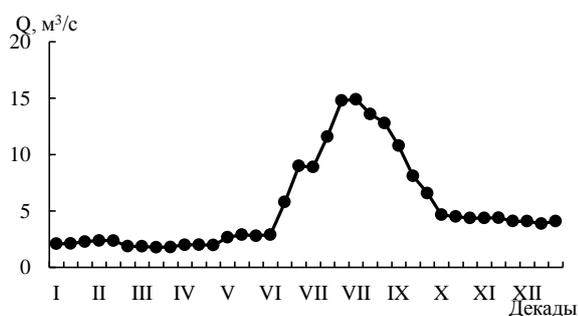


Рис.5. Гидрограф средних декадных расходов воды р. Куркуреу-Суу.

В таблице 2 приведены гидрографические характеристики реки.

Таблица 2

Основные гидрографические характеристики р. Куркуреу-Суу [11]

Площадь водосбора, км ²	Средняя высота, м	Уклон реки, средн. ‰	Степ. Олед, %	Показатель питания δ	Тип питания
454	2870	70	3,0	2,04	ледниково-снеговое

По данным Каталога ледников СССР (1970-х годов) бассейн реки имеет значительно оледенение 3 % (13,6 км² площади). Величина показателя типа питания (отношение объема стока за июль–сентябрь к объёму за март–июнь) составляет 2,04. Это указывает на значительную ледниковую составляющую стока и относит реку к ледниково-снеговому типу питания.

В таблице 3 приведено внутригодовое распределение стока по месяцам и сезонам (в % от годового), а на рисунке 6 – средние

месячные расходы воды в годы различной водности (обеспеченности).

Таблица 3

Внутригодовое распределение стока (%)

Месяцы												Сезоны		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	весна	лето	осень-зима
3,5	3,2	3,0	3,4	5,5	14,0	22,4	19,9	10,5	5,9	4,7	4,0	22,9	52,8	24,3

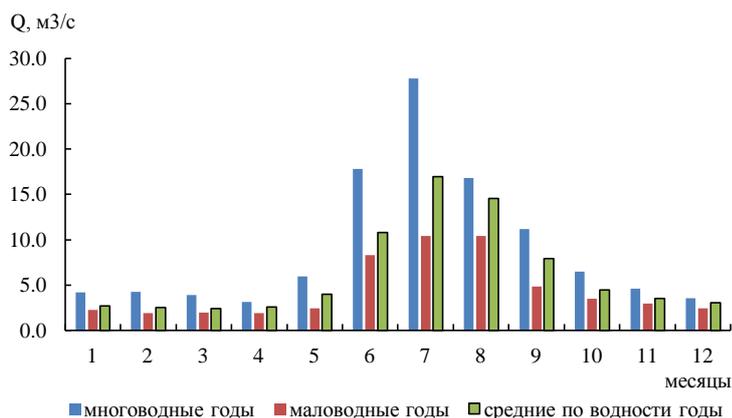


Рис. 6. Среднемесячные расходы воды р. Куркуреу-Суу в годы различной водности.

Средние годовые расходы изменяются от 4,46 до 9,15 м³/с, в зависимости от водности года, в год средней водности – 6,34 м³/с (в объеме стока это – 141, 288 и 200 млн. м³ соответственно).

Сток реки формируется за счёт накопления сезонного снега (снегозапасы холодного периода). Снеговой сток – первая фаза половодья, вторая фаза – от таяния ледников и снежников высокогорного пояса – это ледниковая составляющая стока. Жидкие осадки (дождевое питание) существенной роли в формировании стока не играют и составляют 3...5 % от годового объёма.

Период половодья продолжается от 108 до 186 дней. В зависимости от сопутствующих метеорологических условий, объём стока половодья колеблется от 85,8 млн. м³ до 214 млн. м³. Средние

и максимальные срочные характеристики стока приведены в таблице 4.

Таблица 4

Максимальные расходы воды р. Куркуреу-Суу

Средний годовой		Максимальный срочный		
год	Q м ³ /с	год	Q м ³ /с	Дата
1969	9,15	1953	40,2	15.07
1959	8,30	1998	36,6	24.07
1978	8,12	1968	36,4	7.07
1988	7,90	1958	35,1	15.07
1973	7,89	1933	34,5	10.08
1966	7,55	1988	33,8	14.07

Меженный сток, минимальные расходы воды, ледовые явления. Период межени на реках ледниково-снегового питания приходится на холодное время года (октябрь-март), когда процесс таяния прекращается и речной сток формируется за счет подземных вод зоны активного водообмена. Для межени характерны устойчивые, небольшие расходы воды, снижающиеся к началу половодья. Продолжительность межени составляет до 190 дней.

Минимальные расходы наблюдаются в конце межени – март, апрель, когда запасы грунтовых (подземных) вод в бассейне реки достигают истощения. В таблице 5 приведены минимальные расходы р. Куркуреу-Суу различной обеспеченности.

Таблица 5

Минимальные расходы воды различной обеспеченности

Характеристика	Обеспеченность, %				Миним. срочный расход	
	80	90	95	97	99	
Расход, м ³ /с	1,83	1,69	1,57	1,48	1,33	0,84 16.03.1940
Модуль стока, л/с км ²	4,02	3,73	3,45	3,26	2,94	0,38

Река Куркуреу-Суу относится к группе рек с неустойчивым ледоставом. Сроки наступления основных фаз ледового режима и число дней с ледовыми явлениями представлены в таблице 6.

Таблица 6

Данные ледового режима

Характеристика	Начало лед. явлений	Окончание лед. явлений	Продолжительность ледовых явлений
Ранняя (наибольшая)	19.10	16.02	135 дней, 1950...1951 гг.
Поздняя (наименьшая)	17.12	20.04	11 дней, 1939...40 гг.

Анализ динамики стока реки на фоне потепления климата.

Трендовый анализ среднегодовых расходов воды за период наблюдений (в котором есть пропуски, общий период наблюдений составляет 80 лет) показал, что с 70-х годов прошлого века началось увеличение водности реки, которое сохраняется и в настоящий период 2001...2017 гг. Начальное значение тренда (1927 г.) по сравнению с конечным (2017 г.) возросло с 5,6 до 7,3 м³/с, на 1,7 м³/с (30 %). (рис. 7).

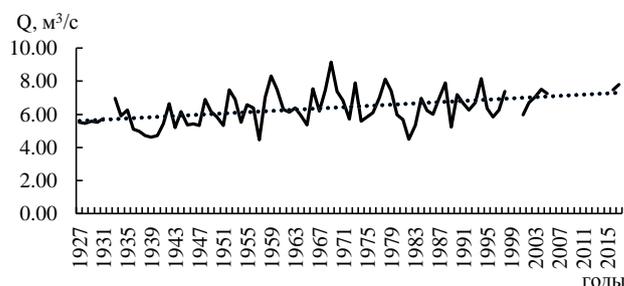


Рис. 7. Тренд среднегодовых расходов воды р. Куркуреу-Суу за период наблюдений.

Средние годовые расходы воды за разные временные периоды, рассчитанные по данным наблюдений, также указывают на увеличение стока. Из данных таблицы 7 можно сделать вывод: средняя годовая величина расхода воды за сравниваемые периоды увеличивается после 1972 г. и особенно значимое увеличение произошло после 2000 г.

Таблица 7

Средние годовые расходы воды за разные периоды

Характеристики	Расчетные периоды			
	1927...2017	1927...1972	1973...2000	2001...2017
Средний, м ³ /с	6,34	6,19	6,55	7,11
Разность, м ³ /с	–	-0,15	0,21/0,36	0,76/0,82/0,46
Разность, %	–	-2,4	3,3/5,8	12/13/7,0

Примечание: В каждом расчетном периоде приведены отклонения: 1 – от среднего значения за весь период наблюдений; 2 и 3 – от средних значений предшествующего периода.

Увеличение расходов воды находится в прямой зависимости от роста температуры воздуха за те же временные периоды (рис.8). Связь тесная, коэффициент корреляции, отражающий тесноту связи, близок к 1 (R=0,96).

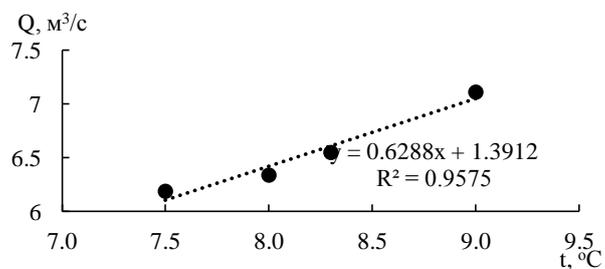


Рис. 8. Связь средней температуры (МС Талас) и расходов воды (р. Куркуреу-Суу) за сравниваемые периоды.

Эта связь является подтверждением того, что увеличение водности рек ледниково-снегового питания (степень оледенения бассейна больше 2...4 %) происходит за счет более интенсивного таяния ледников на фоне происходящего потепления климата. Атмосферные осадки существенно не изменяются и определяющей роли в увеличении стока в целом не имеют.

Уравнение регрессии, описывающее связь ($y=0,629x+1,39$), можно применять для расчета среднегодового стока на период 2050 г., используя данные прогноза температуры. Однако, данные прогнозы имеют характер консультаций, поскольку их оправдываемость и эффективность оценить нашему поколению будет практически невозможно.

Прогноз среднего годового стока на период 2050 г. Прогноз стока р. Куркуреу-Суу на период 2050 г. дан с использованием того же метода что и прогноз температуры воздуха, и основан на данных наблюдений за весь иеющийся период.

Используя в уравнении регрессии ($y=0,629x+1,39$), прогнозируемую на 2050 г. температуру 9,70 °С, то по расчетам расход воды р.Куркуреу-Суу в 2050 г. должен составлять 7,55 м³/с. Но такая величина расхода воды могла бы иметь место при сохраняющейся тенденции и интенсивности (темпов) роста температуры воздуха, рассчитанной по трендовому анализу и имеющейся в настоящее время степени оледенения водосбора (3 %).

Согласно прогнозу стока рек, который был составлен для рек Кыргызстана в 2000 г. на период 2001...2020 гг., на реках со значительным оледенением (степень оледенения более 3...4 %) до 2020...2025 гг. сток будет увеличиваться за счет более интенсивного

таяния ледников, т.е. ледниковой составляющей. Однако, после сокращения площади и массы оледенения, объём ледникового стока будет сокращаться, а вместе с ним и общий объём стока [3, 10].

В начале 2000-х годов в ИВПиГЭ НАН КР были исследованы и картированы возможные последствия изменения климата на состояние ледников Кыргызстана (В.А. Кузьмиченок, 2003). Согласно выполненным расчетам и составленным картам количество и площади ледников к 2050 г. сократятся до минимума, а к 2100 г. они исчезнут полностью. По состоянию на 2003 г. ледники Кыргызстана уже сократились в среднем на 20 % по сравнению с данными Каталога ледников СССР (1968...1970 гг.) [8, 9].

По разделению гидрографа стока р. Куркуреу-Суу на генетические составляющие (снеговое, ледниковое, подземное), ледниковый сток (июль-сентябрь) в год средней водности составляет 53 % от общего годового стока. Если этот процент стока условно принять за полностью ледниковый, то при прогнозируемом сокращении ледников к 2050 до минимума, средний годовой расход реки должен уменьшиться на величину ледникового стока, т.е. 53 %, что составит $4,0 \text{ м}^3/\text{с}$ от прогнозируемого расхода $7,55 \text{ м}^3/\text{с}$, и величина среднего годового расхода будет равна $3,55 \text{ м}^3/\text{с}$. Минимальный средний годовой расход за период наблюдений составляет $4,46 \text{ м}^3/\text{с}$ (рис.6).

При полном исчезновении ледников сток реки будет зависеть (формироваться) в основном за счет сезонного накопления осадков холодного периода в высокогорной зоне (снеговой сток) и сопутствующих осадков периода половодья – апрель-сентябрь (снег в высокогорной зоне, дожди в низкогорье). В результате изменится гидрологический режим и внутригодовое распределение стока, половодье сместится на более ранние месяцы (май-июнь), а ледниковые паводки (июль-сентябрь) уменьшатся и в эти месяцы будет отмечаться дефицит поливной воды. Вариация (изменчивость) стока по годам возрастёт, поскольку сток в основном будет зависеть от количества атмосферных осадков каждого конкретного года, а роль ледников как регуляторов стока в засушливые годы снизится до минимума.

Разрабатывая рекомендации по адаптации в сфере водных ресурсов при прогнозируемом их сокращении в части водопользования

и вододеления надо ориентироваться на маловодные года, которые уже отмечались в течение периода наблюдений.

Выводы:

- при дальнейшем сохранении тенденции роста температуры воздуха и активного таяния ледников, произойдет сокращение площади и массы ледников, питающих реки;
- потеря площади ледников и ледниковой массы в будущем приведет к уменьшению ледникового стока и, как следствие, к сокращению водности рек ледниково-снегового типа питания, что уже отмечено на реках, в бассейнах которых было незначительное оледенение в виде отдельных небольших по площади и массе ледников

Последствия столь значительного прогнозируемого уменьшения поверхностного стока негативно скажутся на условиях проживания и хозяйственной деятельности в бассейнах трансграничных рек в сфере водопользования, вододеления и гидроэнергетики.

Руководство Республик (в данном случае Кыргызстана и Казахстана) уже в настоящее время должны разработать правильную, согласованную стратегию водопользования трансграничными водными ресурсами на взаимовыгодных условиях, чтобы в дальнейшем избежать, недопонимания и политических конфликтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Первое национальное сообщение КР по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2003. – 98 с.
2. Второе национальное сообщение КР по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2008. – 216 с.
3. Бажанова Л.В. Прогноз водности рек и распределения водных ресурсов на 2020 год // Фонды проекта ГЭФ / ПРООН KYR /00/G31/ Бишкек, 2002. – 47 с.
4. Будыко М.И. Антропогенное изменение климата. – Л.: ГИМИЗ, 1978. – 405 с.
5. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 431 с.
6. Изменения климата и их последствия: материалы специал. сессии Учен. совета Центра междунар. сотрудничества по проблемам окружающей среды, посвящ. 80-летию М.И.Будыко, 19–20 мая 1999 г. – СПб.: Наука, 2002. – 269 с.

7. Климат Киргизской ССР. / Под ред. З.А. Рязанцевой. – Фрунзе: Илим, 1965. – 291 с.
8. Кузьмиченок В.А. Объём ледников Кыргызстана (оценка, изменения, прогноз) // Материалы семинара «Экология и чистая вода». Фонд «Сорос», Иссык-Куль, 2003. – 341 с.
9. Кузьмиченок В.А. Математико-картографическое моделирование возможных изменений водных ресурсов и оледенения Кыргызстана при изменении климата. // Вестн. Кыргызско-Российского Славянского Университета. – Т.3. – №6. – 2003. – С. 53-64.
10. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. – Бишкек, 2006. – 265 с.
11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 14, вып. 2. Бассейн оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим / Под ред. М.Н. Большакова. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 307 с.
12. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 424 с.
13. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1964. – 222 с.
14. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 691 с.

Поступила 19.05.2019

Ауылшаруаш. ғылымд. кандидаты

Е.Д. Жапаркулова

Л.В. Бажанова

К.Е. Калиева

Ауылшаруаш. ғылымд. кандидаты

М.С. Набиоллина

**ҚАЗІРГІ КЕЗЕНДЕГІ КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУ ҮРДІСІ, 2050 ЖЫЛҒА
ДЕЙІНГІ КЕЗЕНГЕ БОЛЖАМ ЖӘНЕ ОНЫҢ МҰЗДЫҚ-ҚАРМЕН
ҚОРЕКТЕНЕТІН ӨЗЕНДЕРДІҢ СУЛЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ
(КҮРКҮРЕУ-СУУ ТРАНШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНІ, ТАЛАС ӨЗЕНІ
АЛАБЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА)**

Түйін сөздер: су ресурстары, ағын, гидрологиялық режим, су шығыны, ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын, мұздану, климаттың өзгеруі, болжам

Бұл мақалада климаттың өзгеруі және оның шағын трансшекаралық бассейндердің су ресурстарына әсері мәселесі бойынша "Су, білім және ғылым" ОААЭО (2019) жобасында жұмыс істеу барысында алынған зерттеу нәтижелері келтіріледі. Мұндай бассейндердің қатарына екі мемлекет – Қырғызстан мен

Қазақстан пайдаланатын Талас су алабында орналасқан Күркүреу-Суу мұздық-қармен қоректенетін өзені кірді. Негізгі ағынды реттеуші факторлар – ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын және музданудың өзгеру үрдісі сақталған жағдайдағы 2050 жылға дейінгі ауа температурасымен өзен ағынының өзгерісіне болжам жасалады.

E.D. Zhaparkulova, L.V. Bazhanova, K.E. Kalieva, M.S. Nabiollina

CLIMATE CHANGE TREND AT THE PRESENT STAGE, FORECAST FOR THE PERIOD UP TO 2050 AND ITS IMPACT ON THE WATER CONTENT OF GLACIAL AND SNOW-FED RIVERS (ON THE EXAMPLE OF THE CROSS-BORDER KURKUREU-SUU RIVER, TALAS BASIN)

Keywords: water resources, runoff, hydrological regime, water consumption, air temperature, atmospheric precipitation, glaciation, climate change, forecast

This article presents the results of the research obtained by the authors in the process of working in the CAREC project "Water, education and science"(2019) on the problem of climate change and its impact on the water resources of small transboundary basins. These basins include the Kurkureu-Suu River of glacial-snow nutrition, located in the Talas basin, the flow of which is used by two States-Kyrgyzstan and Kazakhstan. An attempt was also made to forecast changes in air temperature and river flow for the period up to 2050 providing the continuing trend of changes in the main runoff-forming factors – air temperature, atmospheric precipitation and glaciation.