

ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

5 (419)

ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2016 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2016 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2016

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі

И.К. Бейсембетов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Абсадықов Б.Н. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғыстан)
Беспәев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Өмірсеріков М.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р

д. э. н., профессор, член-корреспондент НАН РК

И. К. Бейсембетов

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Абсадыков Б.Н. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Казахстан)
Кожаметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Омирсериков М.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, corresponding member of NAS RK

I. K. Beisembetov

E d i t o r i a l b o a r d:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Absadykov B.N. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kenzhaliyev B.K. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Omirserikov M.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Ozdoev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 419 (2016), 110 – 118

Z. S. Usmanova, N. V. Pimankina

Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: zamira_usmanova@mail.ru

SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN THE TEKES RIVER BASIN

Abstract. Variability of the air temperature and atmospheric precipitation in the Tekes River basin (left tributary of the Ile River, Tian Shan Mountains) are considered in the article. On the basis of regular meteorological observations in China and Kazakhstan, non-equal territorial distribution of sums of atmospheric precipitation was found: yearly sums vary from 200 to 1000 mm and more, and the contrast distribution of precipitation by seasons: the maximum of precipitation (up to 60% of the annual amount) accounts for the summer season. An analysis of multiyear variations of yearly and seasonal air temperatures and sums of precipitation has shown positive tendencies in their course. In alpine zone it may provide both glacier melt, and its retardation due to the effect of summer snowfalls.

Key words: Tekes River basin, climate, air temperature, yearly precipitation, seasonal precipitation, glaciers.

УДК 551.577.22:551.513

З.С. Усманова, Н.В. Пиманкина

Институт географии, Алматы, Казахстан

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В БАССЕЙНЕ Р. ТЕКЕС

Аннотация. Рассмотрена изменчивость температуры воздуха и осадков в бассейне р. Текес (левый приток р. Иле, Тянь-Шань). На основании анализа данных наблюдений метеорологических станций Казахстана и КНР выявлено неравномерное территориальное распределение сумм атмосферных осадков – от 200 мм в низкогорье до 1000 мм и более в год в высокогорье, и не менее контрастное распределение сумм осадков по сезонам года: максимум осадков (до 60% годовой суммы) приходится на летний сезон. Анализ временной изменчивости годовых и сезонных температур воздуха и сумм атмосферных осадков позволил выявить положительные тенденции в изменении обеих характеристик. В гляциальной зоне это может вызвать как усиление таяния ледников, так и его замедление вследствие возрастания роли летних снегопадов, бронирующих ледники.

Ключевые слова: бассейн реки Текес, климат, температура воздуха, годовые осадки, сезонные осадки, ледники.

Введение. В бассейне р. Текес по состоянию на 2009 (китайская часть бассейна) и на 2013 г. (казахстанская часть бассейна) выявлено 773 ледника общей площадью $857,61 \pm 53,5$ км² и 110 ледников общей площадью $105,0 \pm 5,5$ км² соответственно. Большинство из них имеют размеры менее 1 км² [1, 2]. В казахстанской части бассейна р. Текес расположены 4 ледника площадью 5–7 км² и 2 ледника площадью более 20 км², языки которых спускаются до высоты 3400 м над ур. м. В пределах китайской части бассейна находятся два ледника длиной 13,8 и 8,2 км, чьи языки вторгаются в зону леса и расположены на отметках 2720 и 2520 м соответственно [3-5].

До настоящего времени фактической информации о метеорологическом режиме исследуемой территории мало. В Каталоге ледников СССР [5] температура воздуха и осадки в казахстанской части бассейна р. Текес охарактеризованы по данным наблюдений на метеостанции Нарынкол и данным сети суммарных осадкомеров в долине р. Байынкол (Баянкол) за 2–3 года наблюдений. Исследования характера распределения атмосферных осадков и оценка межбассейновых различий увлажненности и заснеженности на территории казахстанской части бассейна выполнены ранее И. В. Северским [6]. Характеристика климатических условий китайской части бассейна р. Иле рассмотрена в публикациях ученых Китайской Народной Республики (КНР) [3, 7, 8].

Цель данной работы – анализ пространственно-временной изменчивости температуры воздуха и атмосферных осадков в бассейне р. Текес на основе анализа данных климатического мониторинга на территории Казахстана и КНР. В нашем исследовании особое внимание уделено внутригодовому распределению осадков, которое зависит как от общей циркуляции атмосферы, так и от локальных физико-географических условий.

Район исследования. Река Текес берет начало в северных отрогах хребта Терской Алатау. Горное обрамление бассейна реки составляют хребты Кетмень (Узынкара) на севере, отроги хребтов Терской Алатау, Сарыджаз и Нарат на юге и юго-западе (рисунок 1).

Общая циркуляция атмосферы в этой части Тянь-Шаня характеризуется преимущественно западным переносом и вторжением воздушных масс с севера и северо-запада. Зимой восточные районы Тянь-Шаня находятся под влиянием юго-западной периферии Сибирского антициклона. С этой ситуацией связана устойчивая ясная холодная погода, осадков выпадает мало. Выходы циклонов зимой приносят осадки, однако, вследствие низких температур, их количество незначительно.

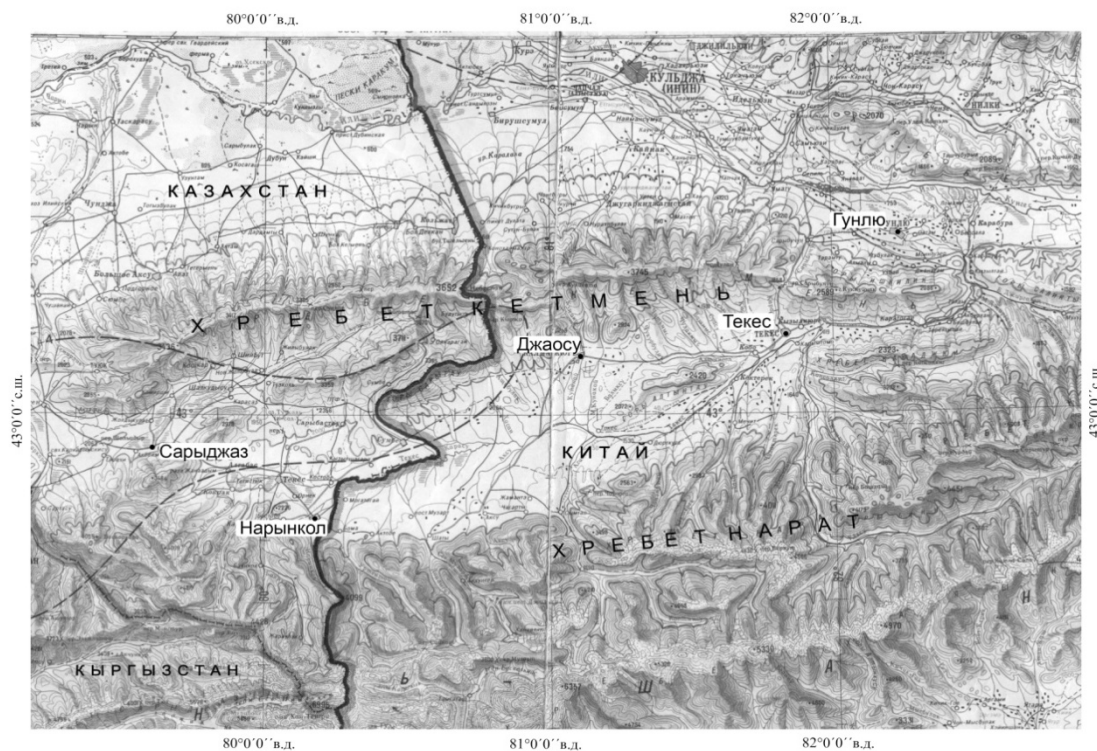


Рисунок 1 – Район исследования

Figure 1 – Study area

Главные осадкообразующие процессы происходят в летнее время. Суммы осадков, выпадающих в теплый период, превышают суммы осадков холодного периода благодаря значительно более высокой температуре воздуха, соответственно большей абсолютной влажности и нарастающей интенсивности конвекции [9].

Исходные данные. Оценка пространственно-временной изменчивости температуры и осадков на территории бассейна р. Текес выполнена на основе анализа данных многолетних наблюдений на метеорологических станциях и постах Казахстана и Китая, а также данных сети суммарных осадкомеров в долине р. Байынкол – правого притока р. Текес [7, 10-12].

Использованы данные метеорологических станций (МС) Нарынкол (Казахстан), Гунлю, Текес и Джаосу (КНР). Анализ данных по температуре и осадкам на МС Нарынкол выполнен за периоды 1947–2015 и 1952–2015 гг. Для изучения временной изменчивости температуры и осадков использовано несколько статистических тестов. В дополнение к широко используемому линейному анализу, были применены тест CUSUM (CumulativeSumControlChart) [13] и тест Манна-Кендалла (Mann-Kendalltest) [14]. Оба теста используются для определения примерного времени начала тренда или точек изменения тренда во временных рядах.

Период наблюдений на сети пунктов наблюдений Казгидромета составляет 5–70 лет. Значительно меньше информации по территории китайской части бассейна. Имеющиеся в нашем распоряжении данные систематических наблюдений на территории бассейна р. Текес позволяют оценить распределение осадков в диапазоне высот 700–3300 м.

Расстояние между метеорологическими станциями Нарынкол и Джаосу (рисунок 1) составляет приблизительно 100 км. Сопоставление величин температуры и увлажнения по станциям, расположенным в Текесской долине и на сопредельных территориях, не выявило существенных различий рассматриваемых климатических характеристик.

Рассчитанные попарные коэффициенты корреляции между показаниями пунктов наблюдений на территории Казахстана и КНР показали, что средняя летняя температура и суммы летних осадков изменяются по территории долины достаточно синхронно (коэффициенты корреляции в пределах от 0,58 до 0,78).

Таким образом, для рассмотрения особенностей распределения осадков в целом по бассейну р. Текес можно использовать более богатый фактический материал казахстанской части долины. Отсутствие наблюдений на ледниках бассейна р. Текес вынуждает использовать в качестве аналога материалы многолетних измерений на гляциологической станции, расположенной на морене ледника Туйыксу [15] с учетом известного факта увеличения доли летних осадков в их годовой сумме в направлении с запада на восток. Несмотря на большие различия в орографии и абсолютной высоте горноледниковых бассейнов, имеются общие особенности формирования внешнего массообмена ледников Тянь-Шаня. Важная особенность состоит в сравнительно малой зимней и большой летней аккумуляции снега и возрастании ее доли с запада на восток горной страны [16].

Результаты и обсуждение. По данным метеорологической станции Нарынкол (1806 м над ур. м.), средняя температура воздуха зимой составляет $-10,8$ °С. Средняя температура самого холодного месяца (январь) достигает -20 °С [10]. Средняя годовая температура воздуха в гляциальной зоне (на высотах 3600–4000 м) понижается до $-6,0$ °С и менее. Средняя температура воздуха летом составляет $15,2$ °С. Период аккумуляции на ледниках длится около 9 месяцев – с середины сентября до начала-середины июня. Период абляции начинается в начале или середине июня, иногда в июле, и продолжается около трех месяцев [5].

Средняя температура воздуха в абляционный период составляет $2-4$ °С, от года к году она может изменяться на $3-5$ °С. Максимальные температуры, связанные с мощными вторжениями теплых воздушных масс из прилегающих пустынных территорий, достигают $20-25$ °С. Согласно данным МС Нарынкол, среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 395 мм. На высотах более 4000 м осадки выпадают только в твердом виде [5, 10].

По определению китайских авторов, климат Текесской долины умеренно континентальный. Средняя годовая температура составляет $4,2$ °С, а среднее годовое количество осадков превышает 400 мм [3, 17].

Согласно данным МС Нарынкол, в настоящее время во все сезоны года наблюдаются положительные тренды температуры, значимые на уровне 0,05 (рисунок 2). Наиболее сильное потепление отмечено осенью и зимой. Наибольшая величина тренда $0,60^{\circ}\text{C}/10$ лет наблюдалась в ноябре.

В октябре, декабре, и феврале темпы увеличения температуры составили от 0,30 до 0,45 °C/10 лет, в то время как в январе, когда влияние Сибирского антициклона максимально, величина тренда была ниже (0,20 °C/10 лет). Величина тренда в сентябре (0,23 °C/10 лет) меньше чем в другие осенние месяцы. В весенние месяцы (март, апрель, май) темпы увеличения температуры составили от 0,20 до 0,34 °C/10 лет, наибольшая величина тренда наблюдалась в апреле.

Временной ряд летнего сезона характеризуется небольшой межгодовой изменчивостью в сравнении с другими сезонами (рисунок 2). Применение тестов CUSUM и Манна-Кендалла подтвердили наличие непрерывной положительной тенденции в летней температуре, без существенных резких изменений за рассматриваемый период. Темп роста летней температуры составил 0,18 °C/10 лет.

Годовые суммы осадков по территории бассейна р. Текес распределены неравномерно. Наименее увлажнена равнинная часть Текесской котловины. Мало осадков выпадает на склонах хребта Узынкара, который находится в орографической тени Иле Алатау. Средние многолетние суммы осадков в диапазоне высот 700–1400 м не превышают 200–400 мм (таблица).

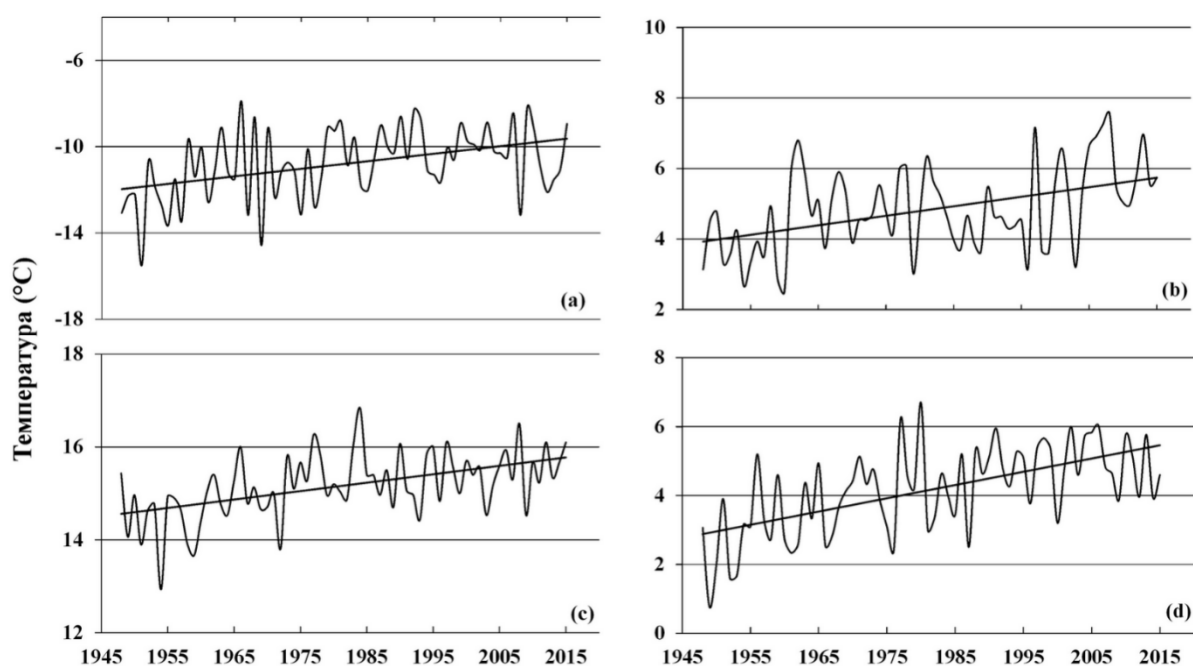


Рисунок 2 – Изменение температуры воздуха по МС Нарынкол:
а) декабрь, январь, февраль; б) март, апрель, май; в) июнь, июль, август; д) сентябрь, октябрь, ноябрь

Figure 2 – Seasonal temperature (°C) at the Narynkol station: (a) DJF; (b) MAM; (c) JJA; (d) SON.
Note that different scales are used for different seasons because of the large annual range

Средние многолетние суммы осадков в бассейне р. Текес

Пункт наблюдений	Абс. высота, м	Сумма за год, мм	Сумма XI–III, мм	Сумма XI–III, %	Сумма VI–VIII, мм	Сумма VI–VIII, %
МС Нарынкол	1806	380	78	21	154	41
МС Джаосу	1849	512	51	10	254	50
МС Текес	1210	380	48	13	155	41
МС Гунлю	775	253	71	28	83	33
ГП Агияз	1600	410	56	14	194	48
ГП Капучихай	900	344	92	27	101	29
ГП Кеку	1210	397	48	12	181	46

Наибольшие месячные суммы осадков в долине р. Текес выпадают в мае-июле, осенний пик практически не выражен. Наименьшее количество осадков в равнинной части долины приходится на холодный период (рисунок 3). Значительно возрастает увлажненность высокогорной зоны. Суммы осадков за год и летний сезон, вычисленные по показаниям суммарных осадкомеров (период осреднения 8–20 лет), в 2–3 раза превышают количество осадков, отмеченное в низко- и среднегорье.

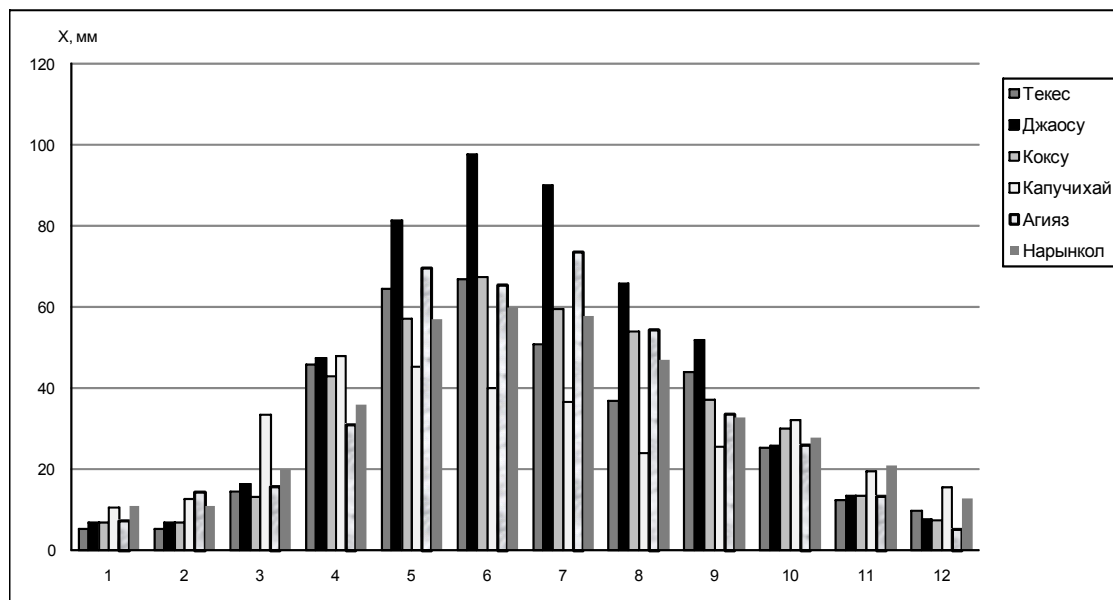


Рисунок 3 – Внутригодовое распределение осадков в бассейне р. Текес

Figure 3 – Intra-year distribution of precipitation in the Tekes River basin

При этом суммы осадков, выпадающих в ноябре-марте, невелики и мало отличаются в разных высотных зонах.

На рисунке 4а приведено распределение годовых сумм осадков по высоте. Для характеристики величин годовых осадков в высокогорной зоне привлечены данные суммарных осадкомеров, расположенных на территории Казахстана в бассейне р. Байынкол. Осадкомеры расположены в диапазоне высот 2170–3320 м. По ряду причин (кратковременность рядов наблюдений, несвоевременное снятие показаний и др.) они могут рассматриваться как ориентировочные. В дополнение к данным осадкомеров использованы данные о норме годовых сумм осадков на высоте фирновой линии ледников Терской Алатау (бассейн р. Текес), приведенные в [18]: средняя высота фирновой линии 3780 м, норма годовых осадков – 830 мм.

Таким образом, принимая во внимание показания осадкомеров и оценки годовых сумм осадков на ледниках, можно заключить, что в бассейне р. Текес годовые суммы осадков изменяются от 200 до 1000 мм и более в гляциальной зоне.

В коротких боковых притоках с крутосклонным и глубоко расчлененным рельефом (например, р. Ашутор – левый приток р. Байынкол) количество осадков значительно увеличивается по сравнению с участками выположенного рельефа. Разница по показаниям осадкомеров может достигать 700 мм (рисунок 4а). На большей части низкогорной территории бассейна выпадает менее 400 мм в год.

В холодный сезон (ноябрь-март) в низкогорной зоне долины р. Текес и в окружающих ее низко- и среднегорьях хребтов Кетмень и Нарат месячные суммы не превышают 5–20 мм, или 1–10% от годовой суммы. Судя по показаниям суммарных осадкомеров, в зимние месяцы в верховьях рек осадков выпадает еще меньше – всего 1–4% от годовой суммы. В целом за ноябрь-март количество осадков в Текесской долине составляет 5–30% от годовых сумм (рисунок 4б). Отметим, что значительная часть высокогорья расположена выше 4,5–5,0 км, где все осадки выпадают в твердом виде.

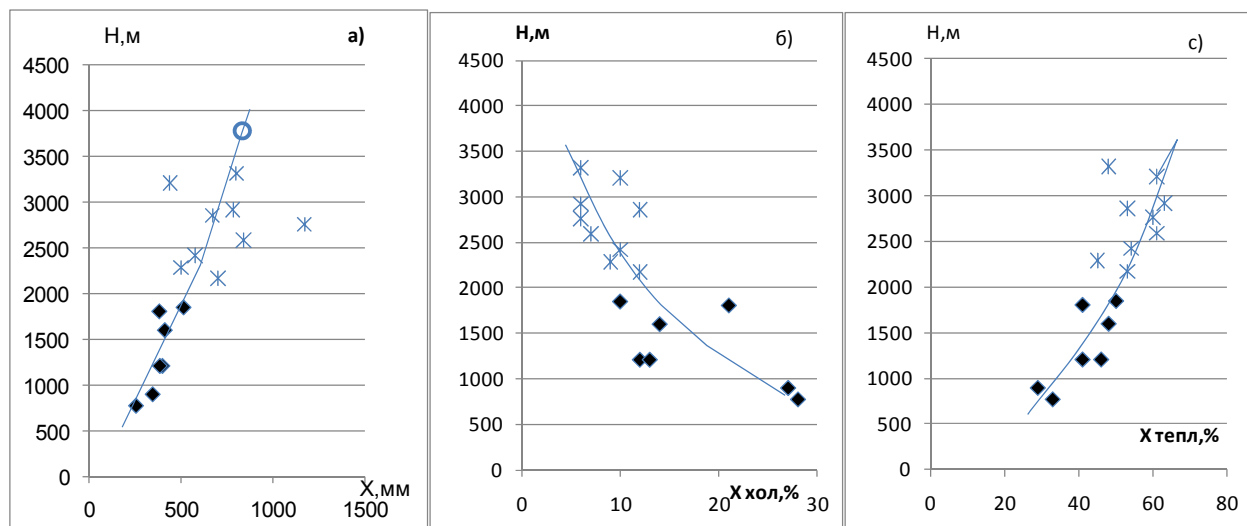


Рисунок 4 – Изменение по высоте средних годовых сумм осадков, мм (а), осадков за ноябрь-март (б) и за июнь-август (с), % от годовой суммы, в бассейне р. Текес.

О – суммы осадков на высоте фирновой линии. ■ – станции и посты; × – суммарные осадкомеры

Figure 4 – Distribution of the mean yearly sums of precipitation vs altitude, mm (a), sums for November-March (b) and June-August (c), in % from the year sums in the Tekes River basin.

О – sums of precipitation at the firm line, ■ – points of observations; × – total precipitation measurements

С марта по сентябрь частота выпадения осадков увеличивается. Среднее число дней с осадками ($\geq 0,5$ мм) по показаниям МС Нарынкол и станции Туйыксу-1 составляет в январе 5 и 10; в июле 12 и 18 соответственно. Среднее максимальное суточное количество осадков изменяется от 4 и 9 мм в январе до 14 и 31 мм в июле [10, 15]. По нашим подсчетам, в летнее время на станции Туйыксу-1 наблюдается в среднем 38 суток с выпадением твердых и смешанных осадков. Можно полагать, что в гляциальной зоне бассейна р. Текес повторяемость летних снегопадов не меньше, чем на леднике Туйыксу. Выпадение значительных сумм осадков в летние месяцы в виде снега снижает интенсивность и суммарную величину таяния за счет поддержания постоянно высокого альбедо поверхности и более низкой температуры воздуха при снегопадах. Даже небольшое увеличение летних осадков приводит к нелинейному уменьшению абляции.

Доля осадков летнего периода растет с высотой местности. Летом (июнь-август) в низкогорье бассейна р. Текес месячные суммы осадков не превышают 7–19% от годовой суммы, в то время как в диапазоне высот 2000–3000 м над ур. м. и более эта сумма устойчиво колеблется между 12 и 26 % (рисунок 3, 4с). В целом за июнь-август количество осадков в высокогорной части долины по показаниям осадкомеров составляет 45–63 % от годовых сумм (рисунок 4с). В теплый период года суммы атмосферных осадков распределяются в основном аналогично годовым суммам осадков (рисунок 4с). Так же, как и в распределении годовых осадков, важную роль в пространственном и высотном распределении летних осадков играет абсолютная высота. Разница в количестве осадков за теплый период, выпадающих на сопоставимых высотах в равнинной части долины и в долинах притоков, открытых свободному доступу влагоносных воздушных масс, достигает 200–300 мм.

На рисунке 5 приведена многолетняя динамика сумм атмосферных осадков по данным МС Нарынкол за период наблюдений 1952–2015 гг. Как видно из рисунка 5с, количество осадков, выпадающих в летний период, не становится меньше и даже имеет определенную тенденцию к увеличению. На леднике Туйыксу в последнее десятилетие также отмечается увеличение количество осадков и суток с твердыми и смешанными осадками, выпадающими в июне-августе [19].

В зависимости от господствующего типа атмосферной циркуляции характер распределения годовых сумм осадков и их внутригодового распределения в конкретные годы может существенно отличаться от рассмотренных выше. В долине р. Иле наибольшим увлажнением отличались 1921, 1928, 1958, 1969, 1987, 1988, 1993 гг. Наименьшее количество осадков в бассейне р. Иле выпало в 1917, 1944, 1991 гг. В 1970-е годы наблюдалась длительная маловодная фаза на реках бассейна (в

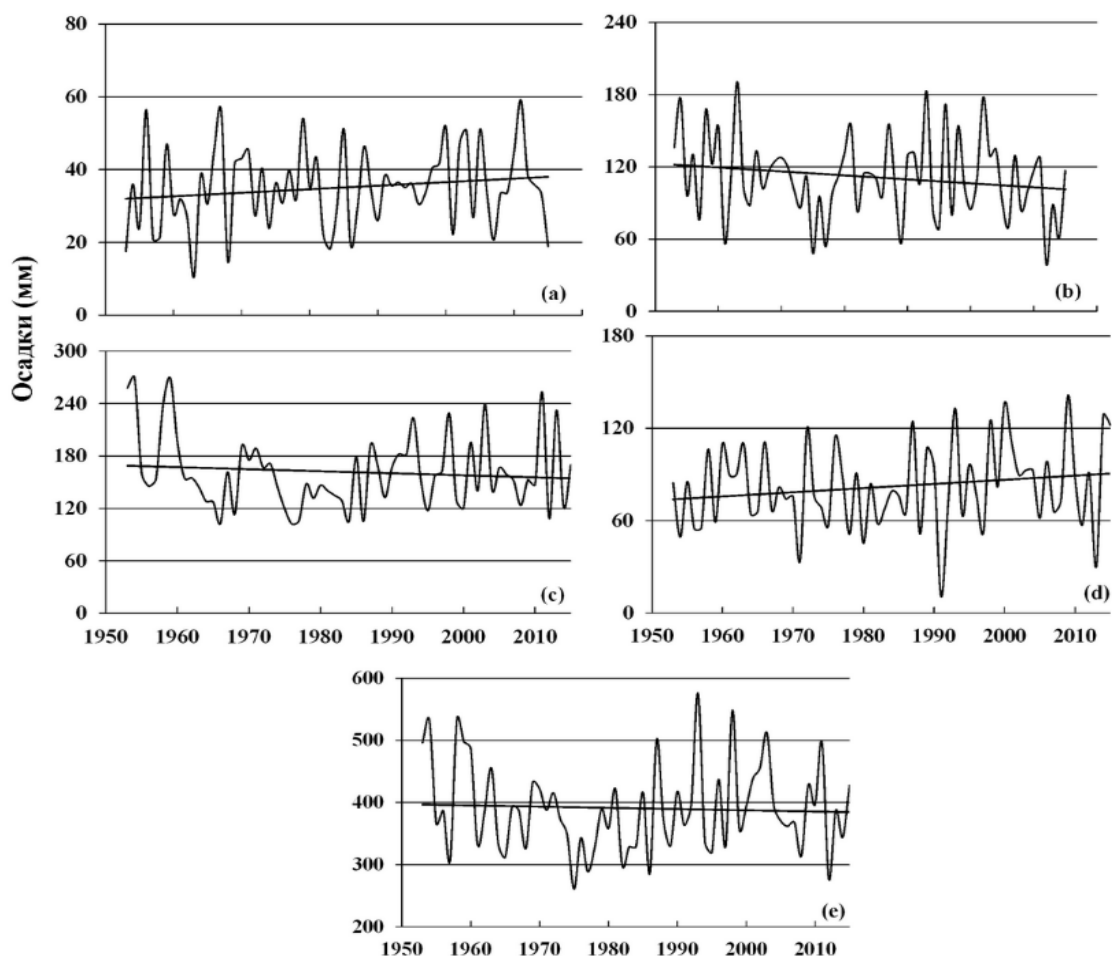


Рисунок 5 – Изменение сезонных осадков (мм) на МС Нарынкол: а) декабрь, январь, февраль; б) март, апрель, май; с) июнь, июль, август; д) сентябрь, октябрь, ноябрь; е) годовая сумма

Figure 5 – Seasonal precipitation (mm) at the Narynkol station: (a) DJF; (b) MAM; (c) JJA; (d) SON; (e) Annual total. Note that different scales are used for different seasons because of the large annual range

пределах Казахстана). Применение тестов CUSUM и Манна-Кендалла показало наличие противоположных тенденций во временном ходе годового количества осадков до и после 1976–1977 гг. (по данным МС Нарынкол), в результате изменения весеннего и летнего количества осадков. Отрицательная аномалия годовых осадков наблюдалась в 1975–1977 гг., в 1975 годовое количество осадков было практически в 2 раза меньше среднемноголетнего значения. После изменения негативного тренда на положительный, годовое количество осадков увеличивалось до 1993 года, а затем начало опять уменьшаться. Было отмечено несколько засушливых лет в 2010-е, в особенности 2012 год, когда годовое количество осадков составило 277 мм (рисунок 5е). Уменьшение годового количества осадков в 1970-е и 2010-е годы (2012–2014 гг.) произошло вследствие сокращения сумм осадков за весенний сезон (март-май). Темпы изменения годового количества осадков для периодов 1952–1977 и 1977–2015 составили: $-5,5$ мм/год и $1,3$ мм/год соответственно, а для всего рассматриваемого периода 1952–2015 гг. составил $-0,2$ мм/год. Полученные величины трендов как годовых, так и сезонных осадков (по данным МС Нарынкол) статистически незначимы на уровне $0,05$, хотя была отмечена значительная межгодовая изменчивость.

Заключение. Судя по данным МС Нарынкол, в период с 1947 по 2015 гг. в рассматриваемом районе Тянь-Шаня отмечено увеличение годовых и сезонных температур воздуха. Средние темпы роста среднегодовой температуры составили здесь $0,30$ °C/10 лет и $0,34$ °C/10 лет (по данным 14 станций, расположенных в китайском Тянь-Шане) [20]. Наиболее сильное потепление было отмечено осенью и зимой в казахстанской части бассейна р. Текес, и в холодный период (ноябрь–

март) в китайской части рассматриваемого бассейна [20]. При сохранении выявленных тенденций вероятны увеличение доли жидких осадков на больших высотах летом и в переходные месяцы (май и сентябрь) и увеличение продолжительности сезона абляции в будущем, что ускорит процесс деградации ледников.

Анализ временной изменчивости годовых и сезонных осадков в бассейне р. Текес показал увеличение годовых, зимних и летних осадков, а также уменьшение весенних. Распределение сумм атмосферных осадков по территории бассейна р. Текес и по сезонам года крайне неравномерное. В низкогорной части долины выпадает 200–400 мм, в высокогорье – до 1000 мм, возможно, и более. В ноябре-марте количество осадков в Текесской долине составляет 5–30% от годовых сумм. В июне-августе количество осадков в высокогорной части долины достигает 45–63 % от годовых сумм. Оценка количества и интенсивности осадков разного фазового состава по материалам наблюдений Казахстана и КНР является предметом дальнейшего анализа.

Благодарности. Авторы выражают благодарность научному руководителю проф., д.г.н., академику НАН РК И. В. Северскому за ценные рекомендации и замечания. Работа выполнена в рамках прикладных фундаментальных исследований лаборатории гляциологии Института географии Министерства образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Усманова З.С. Оценка изменений ледников бассейнов рек Шарын и Текес (казахстанская часть бассейна реки Иле) по данным космического мониторинга // Вестник КазНУ. Серия географическая. – Алматы: Казак университети, 2014. – № 1(38). – С. 72-80.
- [2] Xu J.L., Liu S.Y., Guo W.Q., Zhang Z., Wei J.F., Feng T. Glacial Area Changes in the Ili River Catchment (Northeastern Tian Shan) in Xinjiang // China, from the 1960s to 2009. – Advances in Meteorology. – 2015. – P. 1-12. – DOI:10.1155/2015/847257.
- [3] Shi Yafeng (ed.). Concise Glacier Inventory of China. – Shanghai Popular Science Press, 2008. – 205 p. – ISBN 978-7-5427-3117-3.
- [4] Fluctuations of Glaciers 2005–2010. Zurich, 2012. – 336 p. – ISSN 1997-910X (printed issues).
- [5] Каталог ледников СССР. – Т. 13, вып. 2, часть 3. – Бассейн рек Чарын, Текес. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 40 с.
- [6] Северский И.В. Распределение атмосферных осадков на северных склонах хребтов Сарыджас и Терской Алатау в междуречье Нарынкол-Каркара, Режим ледников и снежных лавин Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1979. – С. 37-46.
- [7] Hu Ruji, JiaFenjin. Snow avalanches of the Chinese part of Tien Shan and avalanche control // National transport. – 1989. – P. 1-167. – ISBN 7-114-00433-8 (накит.).
- [8] Omura A., Lang H., Blumer F., Grebner D. Glacial Climate Research in the Tian Shan // Research report on Project Glacier. – N 1, 1985–1987. – Zurich, 1990. – 160 p. – ISBN 7-5372-1353-4.
- [9] Дюргеров М.Б. (ред.), Лю Шаохай, Се Зичу. Оледенение Тянь-Шаня. – М., 1995. – 237 с.
- [10] Справочник по климату Казахстана. – Раздел 2: Атмосферные осадки. – Вып. 14 – Алматинская обл. – Алматы, 2004. 71 с.
- [11] Метеорологический ежемесячник. – Ч. 2, вып. 18. – 1966–2014 гг.
- [12] <https://www.climexp.knmi.nl>
- [13] Mansell, M.G. RuralandUrbanHydrology. –ThomasTelford, London, 2003. – 411 p.
- [14] Sneyers R. Onthestatisticalanalysisofseries of observations // Tech. – 1990. – Note 143. – WMO-415. – 192 p.
- [15] Материалы по исследованию режима ледника Туюксу, 1971–2012 гг. – Фонды ТОО «Институт географии».
- [16] Северский И.В., Кокарев А.Л., Пиманкина Н.В. Снежно-ледовые ресурсы Казахстана, Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление – Т. VI. – Алматы, 2012. – 246 с. – ISBN 978-601-7150-55-6.
- [17] Zhang Z., Ming D., Xing T. Eco-environmental Monitoring and Evaluation of the Tekes Watershed in Xinjiang Using Remote Sensing Images // Materials of 3rdInternational Conference on Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT 2011) // Procedia Environmental Sciences. – 2011. – 10: 427–432. – DOI: 10.1016/j.proenv.2011.09.070
- [18] Соседов И.С., Киктенко О.В. Отчет «Территориальное распределение составляющих водного баланса в горах Или-Балхашского бассейна». – Алматы, 1994. – 100 с.
- [19] Пиманкина Н.В., Ерисковская Л.А., Кононова Н.К. Анализ изменчивости летних осадков на леднике Туйыксу в зависимости от циркуляции атмосферы // Гидрометеорология и экология. – 2014. – 2: 70-81.
- [20] Wang S., Zhang M., Li Z., Wang F., Li H., Li Y., Huang X. Glacier area variation and climate change in the Chinese Tianshan Mountains since 1960 // Journal of Geographical Sciences. – 2011. – 21(2): 263-273. – DOI: 10.1007/s11442-011-0843-8.

REFERENCES

- [1] Usmanova Z.S. (2014). Assessment of changes of glaciers of the Sharyn and Tekes River basins (the Kazakh part of the Ile River basin) by using data of space monitoring // Bulletin of the KazNU, Geographical Series, Almaty, Kazakh University, 1(38): 72-80 (in Russian).
- [2] Xu J.L., Liu S.Y., Guo W.Q., Zhang Z., Wei J.F., Feng T. (2015). Glacial Area Changes in the Ili River Catchment (Northeastern Tian Shan) in Xinjiang, China, from the 1960s to 2009, Advances in Meteorology. – P. 1-12. DOI:10.1155/2015/847257.

- [3] Shi Yafeng (ed.) (2008). Concise Glacier Inventory of China. Shanghai Popular Science Press. 205 p. ISBN 978-7-5427-3117-3.
- [4] Fluctuations of Glaciers 2005-2010 (2012). Zurich. – 336 p. ISSN 1997-910X (printed issues).
- [5] Glaciers inventory of the USSR. Central and Southern Kazakhstan, Balkhash lake Basin, Charyn and Tekes River Basins. (1969). Vol. 13. Issue 2, Part 3. Gidrometeoizdat, Leningrad, 41 p. (in Russian).
- [6] Severskiy IV (1979). The distribution of precipitation on the northern slopes of Saryjas and Terskey Alatau ridges in the interfluvium of Narynkol and Karkara Rivers, The regime of glaciers and avalanches of Kazakhstan, Alma-Ata, Science. P. 37-46 (in Russian).
- [7] Hu Ruji, JiaFenjin (1989). Snow avalanches of the Chinese part of Tien Shan and avalanche control. National transport. P. 1-167. ISBN 7-114-00433-8. (in Chinese).
- [8] Omura A., Lang H., Blumer F., Grebner D. (1990) Glacial Climate Research in the Tian Shan. Research report on Project Glacier N 1, 1985-1987, Zurich. 160 p. ISBN 7-5372-1353-4.
- [9] Dyurgerov MB (ed.), Liu Chaohai, XieZichu (1995). The glaciation of the Tien Shan. Moscow. 237 p. (in Russian).
- [10] Reference book on climate of Kazakhstan. Issue 14, Part 2. (2004). Almaty, 71 p. (in Russian).
- [11] Meteorological monthly journal. Issue 18. Part 2. 1966–2014 years (in Russian).
- [12] <https://www.climexp.knmi.nl>
- [13] Mansell, M.G. (2003). Rural and Urban Hydrology. Thomas Telford, London, 411 p.
- [14] Sneyers, R. (1990). On the statistical analysis of series of observations. Tech. Note 143, WMO-415. 192 p.
- [15] Materials on the study of the regime of Tuyuksu glacier, 1971–2012 years. Funds of LLP "Institute of Geography" (in Russian)
- [16] Severskiy I.V., Kokarev A.L., Pimankina N.V. (2012). Snow and Ice Resources of Kazakhstan, Water Resources of Kazakhstan: Evaluation, Prognosis, Management. Vol. VI. Almaty. 246 p. ISBN 978-601-7150-55-6. (in Russian).
- [17] Zhang Z., Ming D., Xing T. (2011) Eco-environmental Monitoring and Evaluation of the Tekes Watershed in Xinjiang Using Remote Sensing Images. Materials of 3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT 2011). Procedia Environmental Sciences, 10: 427–432. DOI: 10.1016/j.proenv.2011.09.070.
- [18] Sosodov I.S., Kiktenko O.V. (1994) The report "The territorial distribution of water balance components in the mountains of the Ili-Balkhash basin". Almaty, 100 p. (in Russian).
- [19] Pimankina N.V., Eriskovskaya L.A., Kononov N.K. (2014). Analysis of variability of summer precipitation on the glacier Tuyuksu depending on atmospheric circulation // Hydrometeorology and ecology, 2:70-81 (in Russian).
- [20] Wang S., Zhang M., Li Z., Wang F., Li H., Li Y., Huang X. (2011) Glacier area variation and climate change in the Chinese Tianshan Mountains since 1960, Journal of Geographical Sciences, 21(2):263-273. DOI: 10.1007/s11442-011-0843-8.

З. С. Усманова, Н. В. Пиманкина

География институты, Алматы, Қазақстан

ТЕКЕС ӨЗЕНІ АЛАБЫНДАҒЫ ТЕМПЕРАТУРА МЕН ЖАУЫН-ШАШЫНДАРДЫҢ КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТША ҚҰБЫЛМАЛЫЛЫҒЫ

Аннотация. Мақалада Текес өзені алабындағы ауа температурасы мен жауын-шашындардың құбылмалылығы қарастырылған (Іле өзенінің оң жақ саласы, Тянь-Шань тауы). ҚХР және Қазақстанның метеорологиялық станцияларындағы бақылау деректерін талдау негізінде аумақтық атмосфералық жауын-шашындардың біркелкі емес таралуы анықталды – жылына 200 мм деналаса тауларда 1000 мм-ге дейін және биік тауларда оданда көбірек, әрі жыл маусымы бойынша жауын-шашын жиынтығының қарама-қарсы таралуы аз емес (жылдық жиынтығы – 60 %-ға дейін) ең көп жауын-шашын жаз маусымында болады. Атмосфералық жауын-шашындардың жиынтығы мен жылдық және маусымдық ауа температурасының уақытша құбылмалылығын талдау өзгерістер көлеміне тура келетін болымды үрдістерді анықтауға мүмкіндік береді. Мұндағы гляциологиялық зоналарда мұздықтардың еруі күшею ретінде әрі оның бәсеңдігі артуы салдарынан брондалған мұздықтар, жаздық қар басуларды туғызады.

Тірек сөздер: Текес өзені алабы, климат, ауа температурасы воздуха, жылдық жауын-шашындар, маусымдық жауын-шашындар, мұздықтар.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

Верстка Д. Н. Калкабековой

Подписано в печать 17.10.2016.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
12,0 п.л. Тираж 300. Заказ 5.