

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ҚазҰУ ХАБАРШЫСЫ

ГЕОГРАФИЯ СЕРИЯСЫ

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЪ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК КазНУ

СЕРИЯ ГЕОГРАФИЯ

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

KazNU BULLETIN

GEOGRAPHY SERIES

№2 (35)

Алматы
"Қазақ университеті"
2012

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім ФИЗИКАЛЫҚ, ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК ГЕОГРАФИЯ

Раздел 1 ФИЗИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ

Г.Н. Нюсупова, А.М. Капимурзина

Использование системно-динамической программы Powersim для построения модели показателей населения 3

Р.Т. Бексештова, А.М. Жұмакулова

Экологиялық-геоморфологиялық ортаның антропогендік құрпы факторы (Орталық Қазақстан мысалында) 8

А.М. Сергеева, А.С. Снакатына

Моноката ретінде Хромтау қаласының әлеуметтік-экономикалық даму бағыттары мен заңдылықтары 12

Д. Шокмарова

Ландшафттық карталарды құрастырудағы ғаж. технологиясын іс-жүзінде қолдану 17

2-бөлім МЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ

Раздел 2 МЕТЕОРОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ

К.Г. Макаревич, С.Е. Полякова, А.Ю. Смирнова

Исследование современного состояния ледника Тулюксу 24

Г.К. Турулина, А.А. Оспанова

Низкие температуры воздуха зимой на западе Казахстана 36

С.Е. Полякова, Е.А. Тапанов

Климатические и энергетические показатели процесса опустынивания для Казахстана 45

М.М. Мәлдәсметов, Л.К. Махмұдова, А.Қ. Мұсина

Жетісу Алатауында жүріп өткен сел тасқындарын ретроспективалық тұрғыдан талдау 54

С.Е. Полякова, А.Н. Барабошина

Метеорологические условия образования туманов в аэропорту города Алматы и их влияние на работу авиации 59

3-бөлім ГЕОЭКОЛОГИЯ

Раздел 3 ГЕОЭКОЛОГИЯ

Р.Ш. Абдинов, С.С. Нұржолан, Р. Силвестри

Природоохранные мероприятия при эксплуатации полигонов твердых бытовых отходов Казахстана 72

МЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ

МЕТЕОРОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ

METEOROLOGY AND HYDROLOGY

УДК 551.52

¹К.Г. Макаревич, ²С.Е. Полякова*, ²А.Ю. Смирнова¹ТОО «Институт географии», Республика Казахстан, г. Алматы²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: svetlana.polyakova@kaznu.kz

Исследование современного состояния ледника Тууюксу

Метеорологические данные о леднике Тууюксу являются основным источником анализа изменения климата в пихино-нивалной зоне северного склона Илейского Алатау. В данной статье рассмотрены основные метеорологические величины (температура воздуха, количество осадков) за период 1972-2008 гг. по гляциологической станции Тууюксу-1 и метеорологическим станциям Мынжылқы и Алматы и выявлены тенденции их изменения. Кроме того, рассчитаны величина годового испарения E , средняя скорость изменения испарения за 10 лет и коэффициент увлажнения K_u . В соответствии с градациями степени увлажнения по Н. Иванову рассматриваемые станции отнесены к зоне увлажнения. Построены корреляционные зависимости между метеорологическими параметрами и параметрами ледника.

Ключевые слова: ледник Тууюксу, изменение климата, метеорологические величины, Илейский Алатау, испарение, коэффициент увлажнения, корреляционная зависимость.

К.Г. Макаревич, С.Е. Полякова, А.Ю. Смирнова

Тууюксу мұздығының қазіргі зерттелу жағдайы

Бұл мақалада 1972-2008 жж. бір гляциологиялық және екі метеорологиялық станция бойынша: Тууюксу-1, Мынжылқы және Алматы негізгі метеорологиялық көрсеткіштері (ауа температурасы, жауын-шашын мөлшері) қарастырылған. Уақыттық жүрістің графиктері тұрғызылып, саралталған, қаңтар және шілде айларындағы ауа температурасы мен жауын-шашынның айлық мөлшері бойынша аномалиялар есептелінген. Алматы, Мынжылқы және Тууюксу-1 станциялары бойынша E жылдық булануы және K_u ылғалдану коэффициенті есептелінген.

Түйін сөздер: Тууюксу мұздығы, климаттың өзгеруі, метеорологиялық элементтер, Іле Алатауы, булану, булану коэффициент, корреляциялық тәуелділік

K.G. Makarevich, S.E. Polyakova, A.Y. Smirnova

The research of modern condition of the glacier Tuyuksu

Meteorological data on Tuyuksu glacier are the main source of analysis of climate change in glacial- nival zone of the northern slope of the Ile Alatau . This article describes the basic meteorological variables (temperature , precipitation) for the period 1972-2008 gg. on glaciological station Tuyuksu -1 and meteorological stations Mynzhilki Almaty and tendencies of their changes . In addition, the values of annual evaporation E , the average rate of change of evaporation over 10 years and moistening coefficient K_u were calculated. In accordance with the gradations of humidity on N. Ivanov viewed stations were assigned to moisture zone. The correlation dependencies between meteorological parameters and the parameters of the glacier were built.

Keywords: Tuyuksu glacier, climate change, meteorological quantities, Ile Alatau, evaporation, moisture factor, correlation.

Одной из самых актуальных задач современной метеорологии является прогноз изменения климата и изучение особенностей реакции геосистем на его изменение. Наиболее благоприятные возможности для изучения динамики климатических условий представляет анализ неустойчивых или находящихся в пороговом состоянии геосистем. Среди них выделяют горные нивально-гляциальные системы, в которых особое место принадлежит ледникам, наиболее чутко реагирующим на изменение климата. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. отмечали, что современное оледенение горных областей является важным природным феноменом, с режимом которого связаны многие гидрометеорологические процессы и явления [1].

В последние десятилетия большое внимание уделяется вопросу деградации оледенения и влиянию изменения основных метеорологических величин на гляциологические параметры ледников [2-7].

Оледенение Илейского Алатау расположено в труднодоступной гляциально-нивальной зоне, не имеющей достаточного количества метеорологических и гляциологических станций, поэтому оно требует повышенного внимания со стороны науки и проведения постоянного мониторинга за климатическими показателями и влиянием их изменений на главные гляциологические параметры ледников. Ледник Туяксу

является эталонным ледником горной системы Тянь-Шань, на котором ведутся постоянные наблюдения с 1956 г. Данные о леднике передаются в Мировую службу мониторинга ледников и во Всемирную Метеорологическую Организацию [8-9]. Эти данные являются основным источником анализа изменения климата в гляциально-нивальной зоне северного склона Илейского Алатау.

Изменение климата приводит к сокращению площади и объема ледников, изменяет баланс массы ледников и, в итоге, общий сток рек, берущих свое начало высоко в горах и имеющих в качестве основного источника питания ледники. Поэтому изучение климатических особенностей районов оледенения, анализ метеорологических показателей и мониторинг климатических систем являются важными задачами для метеорологов и гляциологов страны.

Исходными данными при исследовании были среднемесячные температуры воздуха и месячные суммы осадков января и июля за 1972-2008 гг. по трем метеорологическим станциям (МС) Туяксу-1, Мынжилки и Алматы. Также были использованы многолетние данные рассматриваемых метеорологических величин [10].

На рисунках 1 и 2 представлен временной ход средней месячной температуры воздуха в январе и июле.

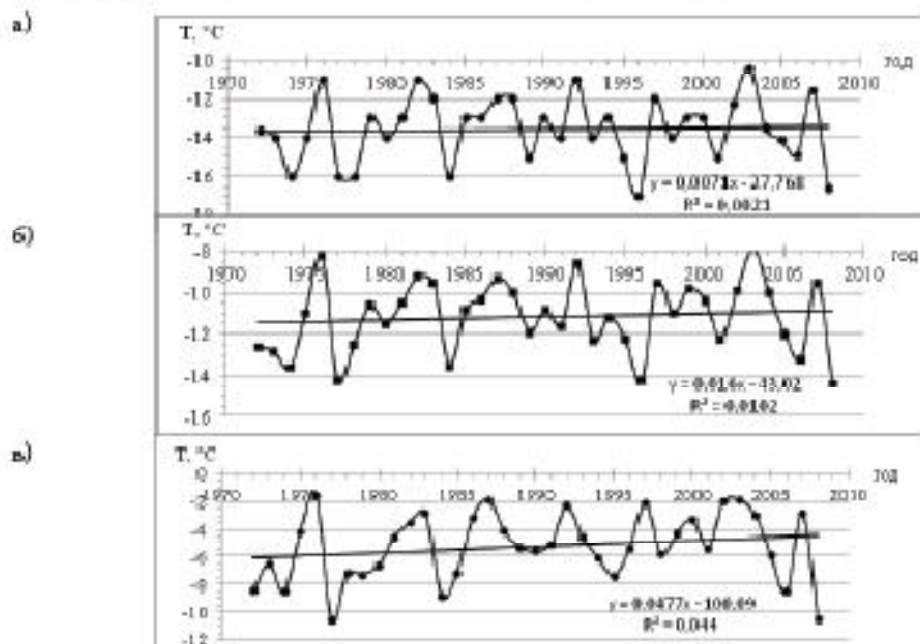


Рисунок 1 – Временной ход средней месячной температуры воздуха в январе за 1972-2008 гг. на МС Туяксу-1 (а), МС Мынжилки (б), МС Алматы (в)

Анализ показал, что на станции Тузуксу-1 температура воздуха за рассматриваемый период колебалась от минус 17,0 °С в 1996 г. до минус 10,4 °С в 2003 г. (рис. 1). На станции Мынжылки наименьшее значение температуры воздуха зафиксировано в 2008 г. (минус 14,4 °С), наибольшее – в 2003 г. (минус 7,9 °С). Максимальная среднесуточная температура воздуха на станции Алматы отмечалась в 1976 г. (минус 1,6 °С), минимальная – в 1977 и 2008 гг. (минус 10,5 °С). Амплитуда колебаний на МС Тузуксу-1 и МС Мынжылки составляет 6,6 °С и 6,5 °С, соответственно, отмечаются слабые положитель-

ные тренды. На МС Алматы амплитуда колебаний температуры воздуха 8,9 °С, коэффициент линейного тренда имеет положительное значение, температура воздуха повышается в среднем на 0,5 °С/10 лет.

Максимальные значения температуры воздуха в январе на трех станциях одновременно наблюдались в 1976, 1992, 2003, 2007 гг. При этом январе 2008 г. отмечен как один из самых холодных за 1972-2008 гг., отклонение от нормы на станции Тузуксу-1 составило минус 3 °С, на станции Мынжылки – минус 3,3 °С, на станции Алматы – минус 5,2 °С.

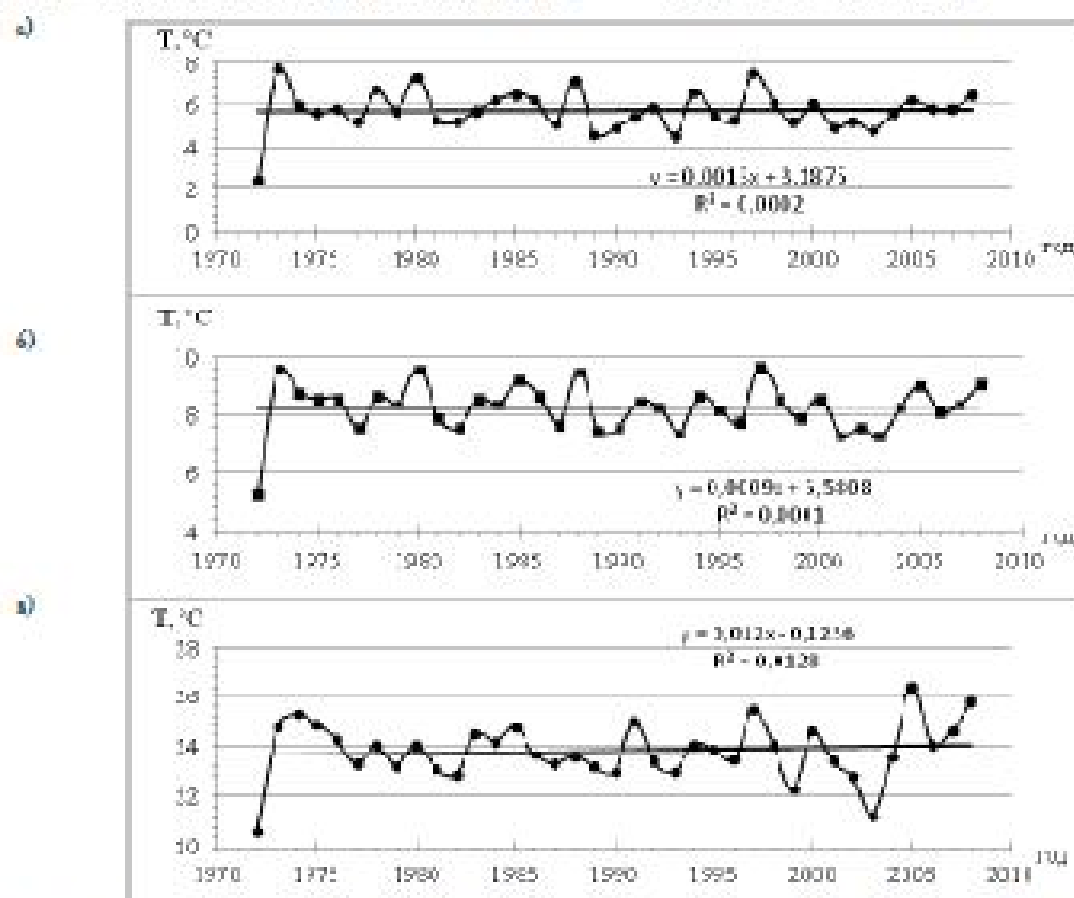


Рисунок 2 – Временной ход средней месячной температуры воздуха в январе за 1972-2008 гг. на МС Тузуксу-1 (а), МС Мынжылки (б), МС Алматы (в)

В январе среднесуточные температуры воздуха на рассматриваемых станциях колебались в пределах нормы (рис. 2), отклонения от нормы составили 0-2 °С, исключением был 1972 г. (минус 3,0 °С – минус 3,2 °С). Линейный тренд временного хода температуры воздуха в январе незначительно повышается.

На рисунке 3 показаны гистограммы распределения частот температуры воздуха на исследуемых станциях за период 1972 –

2008 гг. В январе на МС Тузуксу-1 наиболее часто

(22 случая – 60%) наблюдается температура воздуха в диапазоне от минус 14,4 °С до минус 11,7 °С (при норме минус 13,6 °С), на МС Мынжылки интервал составил от минус 13,1 °С до минус 9,2 °С (норма минус 11,2 °С) в 28 случаях (76%), на МС Алматы температура изменялась от минус 3,4 °С до минус 1,6 °С в 11 случаях (30%) и от минус 7,0 °С до минус 5,2 °С в 9 слу-

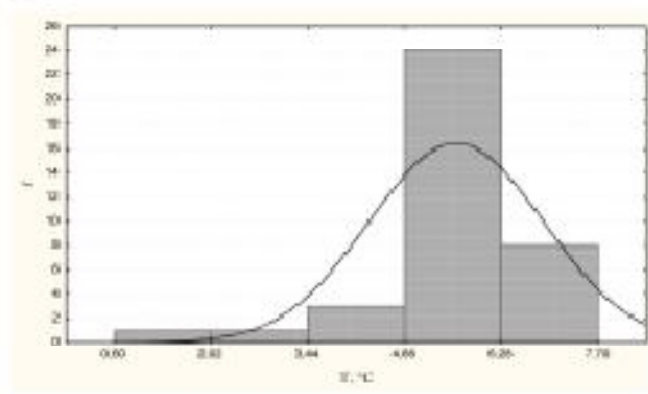
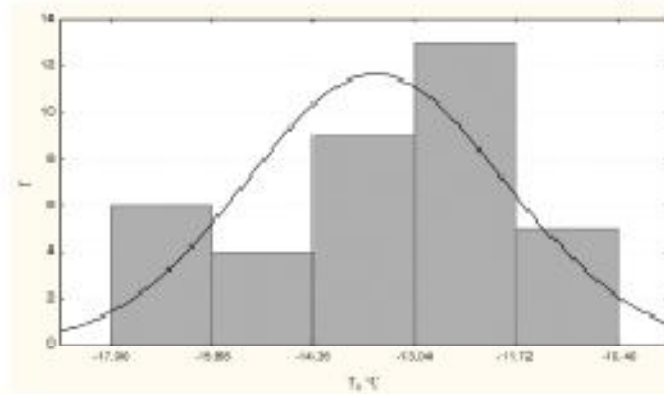
циях (24%), при средней многолетней величине минус 5,3 °С. В июле на МС Тууюксу-1 чаще (24 случая – 65%) наблюдается температура воздуха в диапазоне от 4,9 °С до 6,3 °С (при норме 5,7 °С), на МС Мынжылки интервал со-

ставлял от 7,1 °С до 8,8 °С (норма – 8,3 °С) в 29 случаях (78%), на МС Алматы температура изменялась от 22,9 °С до 25,2 °С в 28 случаях (76%), при средней многолетней величине 23,8 °С.

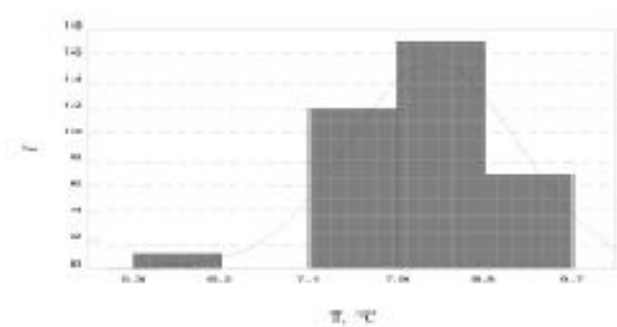
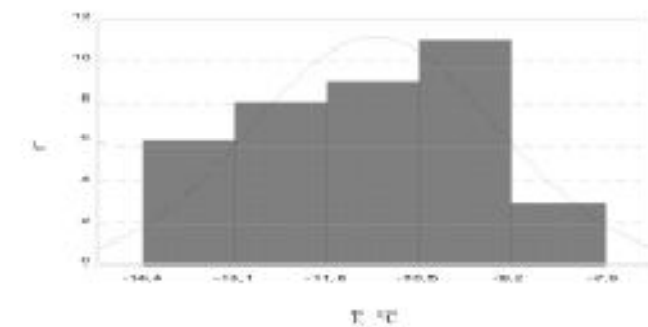
Январь

Тууюксу-1

Июль



Мынжылки



Алматы

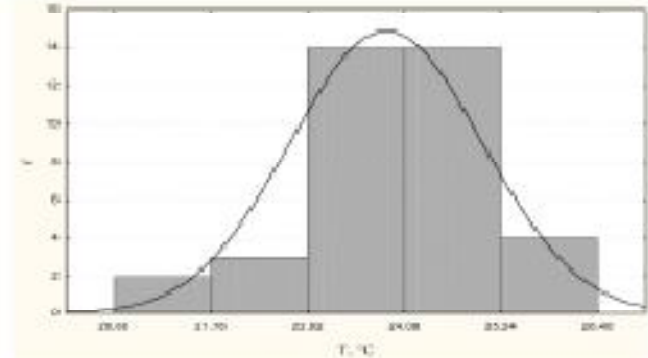
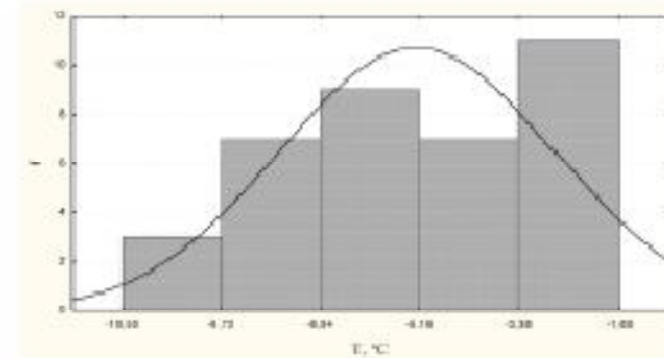


Рисунок 3 – Гистограммы распределение частот температуры воздуха в январе и июле на станциях Тууюксу-1, Мынжылки и Алматы за период 1972–2008 гг.

На рисунках 4 и 5 представлен временной ход атмосферных осадков в январе и июле за пе-

риод 1972 – 2008 гг. на МС Тууюксу-1, МС Мынжылки, МС Алматы.

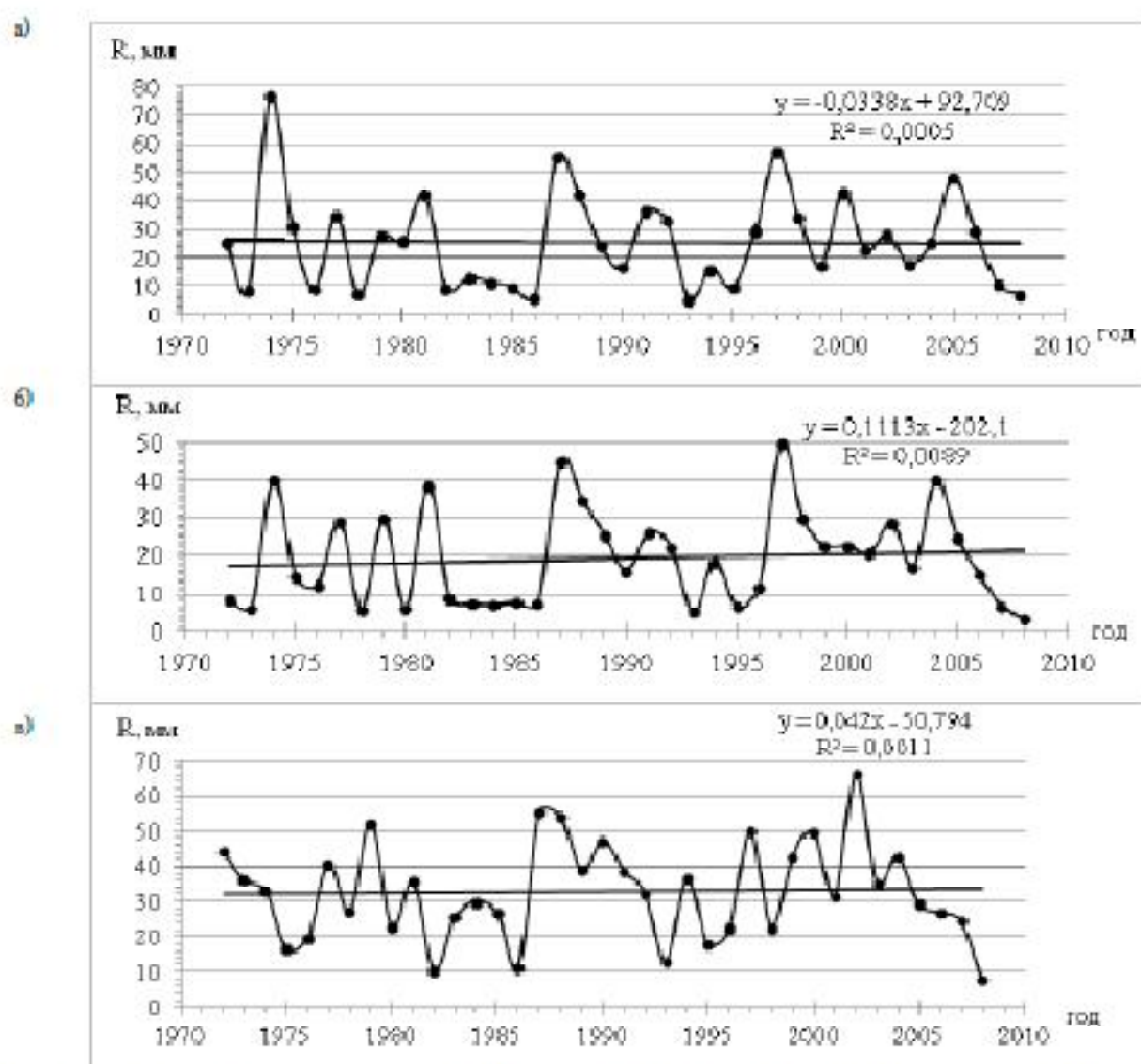


Рисунок 4 – Временной ход осадков в январе за 1972 – 2008 гг. на МС Туоксу-1 (а), МС Мынжигитки (б), МС Алматы (в)

Анализ рисунка 4 показал, что на станции Туоксу-1 осадки за 1972–2008 гг. колеблются в широких пределах: от 5,2 мм в 1993 г. до 76,7 мм в 1974 г. (норма 27 мм). На станции Мынжигитки наименьшее осадки зафиксированы в 2008 г. (3,2 мм), наибольшее – в 1997 г. (49,7 мм), при средних многолетних значениях 19,4 мм. Максимальное количество осадков на станции Алматы выпало в 2001 г. (66,4 мм), минимальное – в 2008 гг. (7,8 мм), при норме 32,4 мм. На МС Туоксу-1 отмечается слабый отрицательный тренд, на МС Мынжигитки и МС Алматы коэффициент линейного тренда положителен, осадки увеличиваются в среднем на 1,1 мм/10 лет и 0,4 мм/10 лет, соответственно. На исследуемых станциях дефицит осадков зафиксирован в январе 1986 г. и 2008 г. (осадков в 2-3 раза меньше нормы),

а 1987 г. отличился избытком осадков (2-3 раза больше средних многолетних значений).

Из рисунка 5 следует, что осадков летом выпадает в 3-5 раз больше, чем зимой [10]. На МС Туоксу-1 осадки изменяются от 49,4 мм в 1980 г. до 282 мм 1993 г. (норма 156 мм), на МС Мынжигитки – от 36,5 мм в 1980 г. до 215,7 в 1990 г. (норма 139,7 мм), на МС Алматы – от 4,8 мм в 1976 г. до 100,9 мм в 1999 г. (норма 40,6 мм). На станциях отмечается увеличение осадков за период 1972–2008 гг., осадки увеличиваются в среднем на 14 мм/10 лет (МС Туоксу-1 и МС Мынжигитки) и на 10 мм/10 лет на МС Алматы. Июль 2003 г. выпало наибольшее количество осадков за рассматриваемый период на трех станциях (МС Туоксу-1 – 337,2 мм, МС Мынжигитки – 340,1 мм, МС Алматы – 127,7 мм).

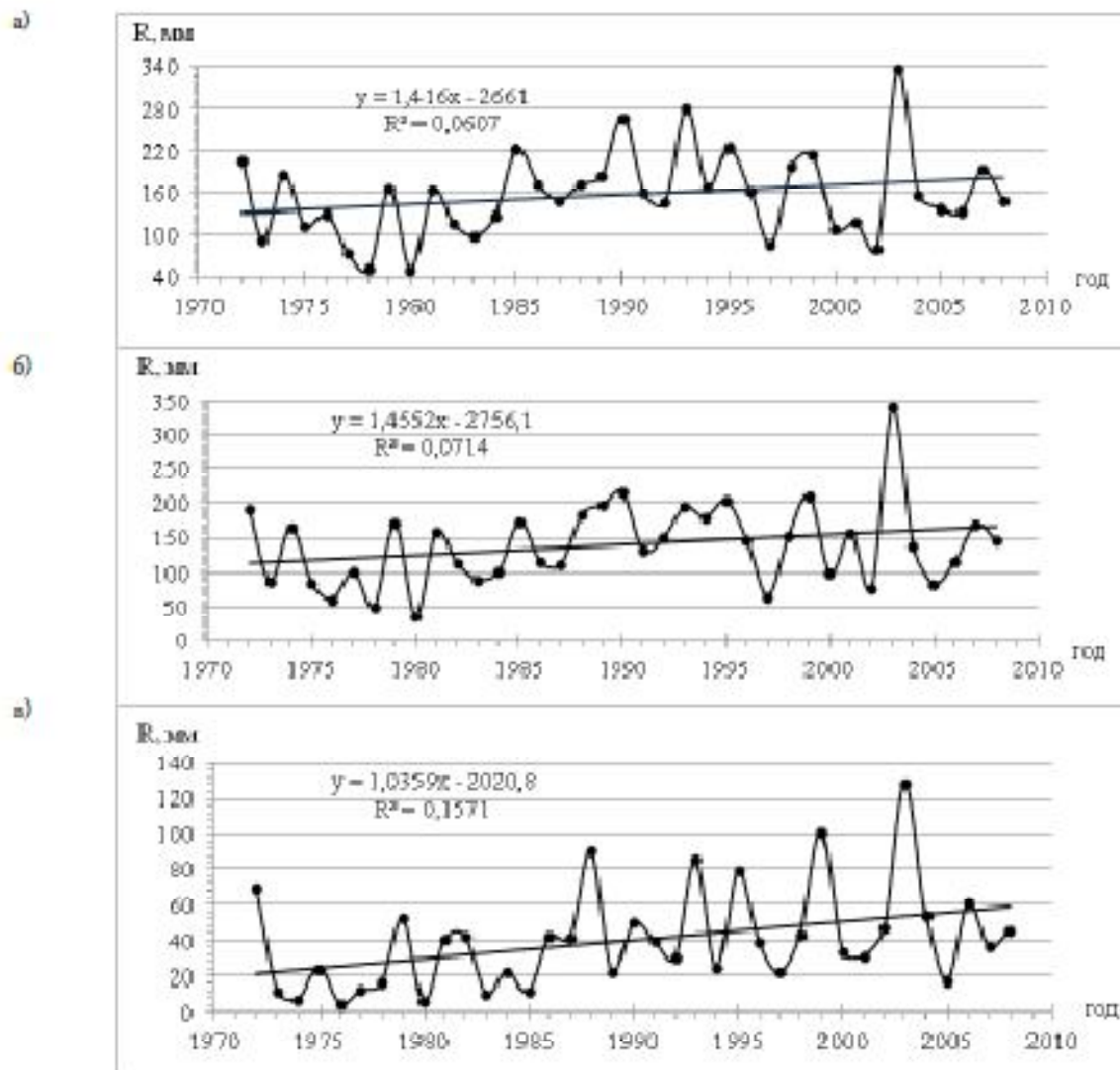


Рисунок 5 – Временной ход осадков в июле за 1972-2008 гг. на МС Тукуску-1 (а), МС Мынжикитки (б), МС Алматы (в)

На рисунке 6 показаны гистограммы распределения частот атмосферных осадков на исследуемых станциях за период 1972 – 2008 гг. В январе на МС Тукуску-1 наиболее часто осадков выпадает в диапазоне 5 – 34 мм, что составляет 27 случаев (73%), на МС Мынжикитки интервал изменения осадков составил 3 – 31 мм – 34 случая (92%), на МС Алматы в 29 случаях (78%) осадки приходится на промежуток от 20 мм до 43 мм. В июле на МС Тукуску-1 чаще (21 случай – 57%) наблюдаются осадки в диапазоне от 107 мм до 193 мм, на МС Мынжикитки ин-

тервал составил 97 – 218 мм – 27 случаев (73%), на МС Алматы осадки колеблются от 5 мм до 54 мм.

Для анализа климатических особенностей изучаемого района целесообразным является рассмотрение не только изменения основных метеорологических величин – температуры и осадков, но и также взаимосвязь этих величин с другими параметрами.

Величина годовой испаряемости E_0 (мм) рассчитана по формуле Тюрка [5] за период 1972-2008 гг.:

$$E_0 = 1,6(300 + 25t + 0,05t^3), \quad (1)$$

где E_0 – годовая испаряемость (мм);
 t – средняя годовая температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$).

Вычисленные значения испаряемости и коэффициента увлажнения на МС Тузовсу-1, МС

Мынжикты и МС Алматы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Вычисленные значения испаряемости (Е₀) и коэффициента увлажнения (К_у) за период 1972 – 2006 гг.

Год	МС Тузовсу-1		МС Мынжик- ты		МС Алматы	
	Е ₀	К _у	Е ₀	К _у	Е ₀	К _у
1972	279,2	3,8	368,3	2,5	824,5	1,0
1973	332,3	2,6	427,8	2,1	922,4	0,8
1974	242,0	4,0	374,2	2,2	846,5	0,6
1975	283,7	3,5	392,2	1,8	928,6	0,5
1976	283,7	3,5	393,9	2,3	880,7	0,7
1977	323,6	2,7	428,2	2,0	934,8	0,6
1978	327,9	2,1	431,5	1,6	928,6	0,7
1979	319,3	3,3	427,8	2,1	904,3	1,0
1980	349,4	2,8	451,0	1,9	947,3	0,7
1981	310,5	3,7	416,7	2,6	910,3	0,9
1982	319,3	2,3	418,7	1,6	934,8	0,6
1983	327,9	2,8	430,9	1,8	999,3	0,6
1984	274,6	2,8	379,1	1,8	835,4	0,8
1985	319,3	3,3	425,1	2,2	886,5	0,9
1986	306,1	3,2	411,3	2,1	916,3	0,8
1987	323,6	3,9	423,1	2,5	928,6	0,9
1988	332,3	3,0	439,6	2,3	916,3	0,8
1989	279,2	3,8	381,9	2,4	904,3	0,7
1990	353,6	2,8	454,0	1,8	966,4	0,7
1991	314,9	2,5	425,1	1,6	960,0	0,4
1992	323,6	3,2	422,8	2,2	934,8	0,8
1993	301,6	3,8	401,1	2,5	886,5	0,8
1994	357,8	2,2	418,7	2,0	922,4	0,7
1995	310,5	2,5	417,4	1,7	960,0	0,5
1996	279,2	3,6	385,3	2,2	898,3	0,7
1997	362,0	1,9	458,0	1,3	1012,8	0,5
1998	357,8	3,2	457,3	2,1	979,4	0,8
1999	340,9	3,1	450,6	2,4	979,4	0,7
2000	319,3	3,5	426,5	2,3	999,3	0,6
2001	336,6	2,5	444,9	1,9	986,0	0,6
2002	357,8	2,9	454,3	1,9	1006,0	0,9

2003	319,3	3,2	419,7	2,9	922,4	1,0
2004	327,9	1,7	449,3	1,8	1026,5	0,7
2005	323,6	3,2	438,2	2,1	1012,8	0,6
2006	362,0	2,7	460,0	1,9	1054,5	0,7
2007	370,4	2,6	464,0	1,7	1040,4	0,6
2008	353,6	2,3	456,0	1,5	1040,4	0,5
Среднее	321,8	3,0	425,0	2,0	944,3	0,7

Согласно таблицы 1, максимальное значение испаряемости на МС Туокусу-1 составило 370,4 мм в 2007 г, минимальное – 242 мм в 1974 г, среднее значение испаряемости –

321,8 мм. На МС Мынжильки E_0 изменяется от 368,3 мм (1972 г.) до 464,0 мм (2007 г.), среднее значение – 425,0 мм. Среднее значение испаряемости на МС Алматы равно 944,3 мм, при этом диапазон изменения от 824,5 мм (1972 г.) до 1054,5 мм (2006 г.). Испарения за рассматриваемый период имеют ярко выраженный положительный линейный тренд, при этом средняя скорость роста составила 11,9 мм/10 лет, 8,9 мм/10 лет и 26,6 мм/10 лет на станциях Туокусу-1, Мынжильки и Алматы, соответственно. Так как испаряемость является функцией от средней годовой температуры воздуха, то при изменении температуры изменяется и испаряемость.

Наибольший коэффициент увлажнения отмечается на станции Туокусу-1 и составил 3,0, наименьший на станции Алматы – 0,7. В соответствии с градацией степени увлажнения по

Н. Иванову [11], Алматы (671 над ур. м.) относится к зоне умеренного увлажнения. Районы ледника Туокусу (3450 м над ур. м.) и станции Мынжильки (3017 м над ур. м.) относятся к зоне избыточного увлажнения, что подтверждает выводы многих ученых [2, 12-14] о том, что ледник Туокусу получает максимум увлажнения на северном макросклоне Илийского Алатау.

Для анализа влияния климатических изменений на гляциологические характеристики ледника Туокусу построены корреляционные зависимости между метеорологическими параметрами и параметрами ледника за исследуемый период. При рассмотрении корреляционной зависимости между годовой суммарной аккумуляцией ледника и суммарным годовым количеством осадков была выявлена положительная корреляционная связь ($r = 0,55$), т.е. при увеличении осадков увеличивается и аккумуляция. На рисунке 7 показан график корреляционной зависимости между осадками и аккумуляцией на леднике.

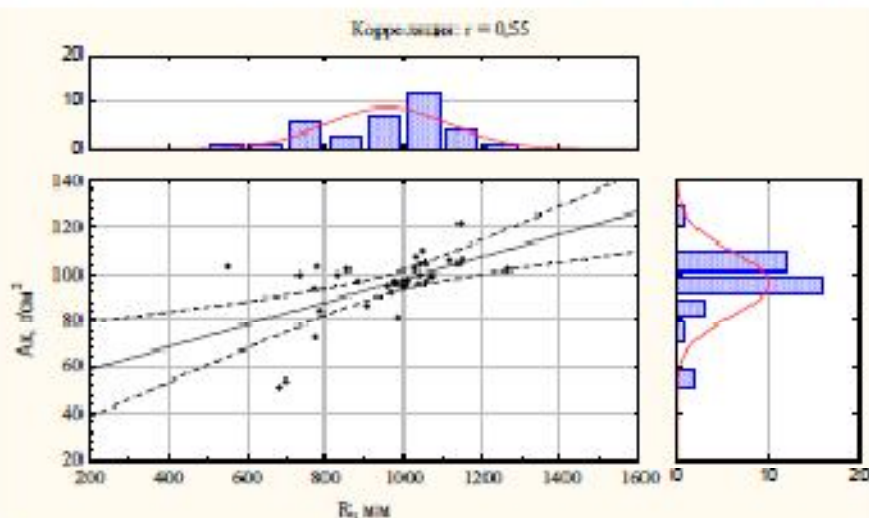


Рисунок 7 – Корреляционная зависимость между суммарным годовым количеством осадков и годовой аккумуляцией ледника Туокусу

Очевидно, что такая корреляционная связь ($r = 0,55$) объясняется тем, что осадки рассматриваются без учета их фазового состава. Известно, что твердые осадки благоприятствуют оледенению. В то же время жидкие осадки поглощаются снежной толщей и прогревают ее, и таким образом неблагоприятны для аккумуляции ледника. Тем не менее, установлено, что в условиях холодных вторжений влажных циклонических масс идет пополнение области аккумуляции выпадающими осадками в любом фазовом состоянии.

При анализе средней летней температуры

воздуха, приведенной на среднюю высоту границы питания ледника, и высотой снеговой границы коэффициент корреляции составил $r = 0,46$, то есть при увеличении температуры прослеживается увеличение высоты границы питания (рис. 8).

При рассмотрении средней летней температуры воздуха, приведенной к средней снеговой границы ледника, и годового баланса массы коэффициент корреляции с $t_{\text{л}}$ составил $r = -0,5$, т.е. чем выше температура, тем больше абляция и, соответственно, тем меньше баланс массы.

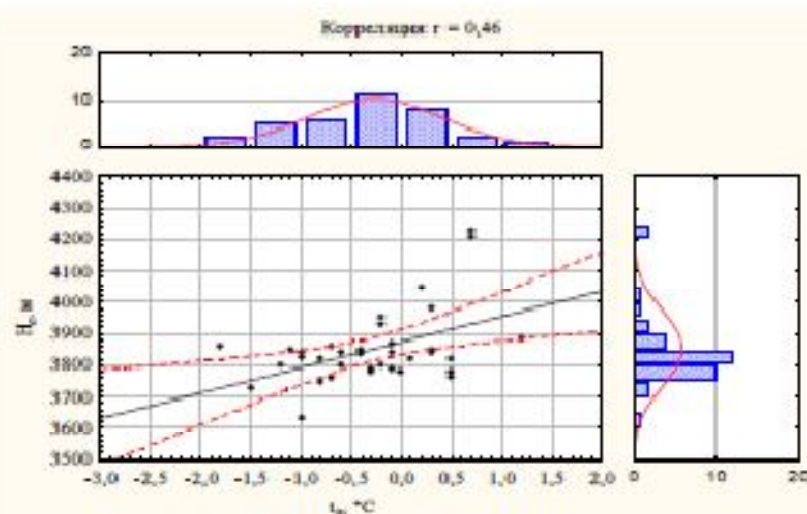


Рисунок 8 – Корреляционная зависимость высоты границы питания от средней летней температуры воздуха $t_{\text{л}}$, приведенной к средней высоте границы питания ледника Тузуксу

Коэффициент корреляции годового баланса массы от средней летней температуры воздуха,

приведенной к средней границе питания ледника, составил $r = -0,5$ (рис. 9).

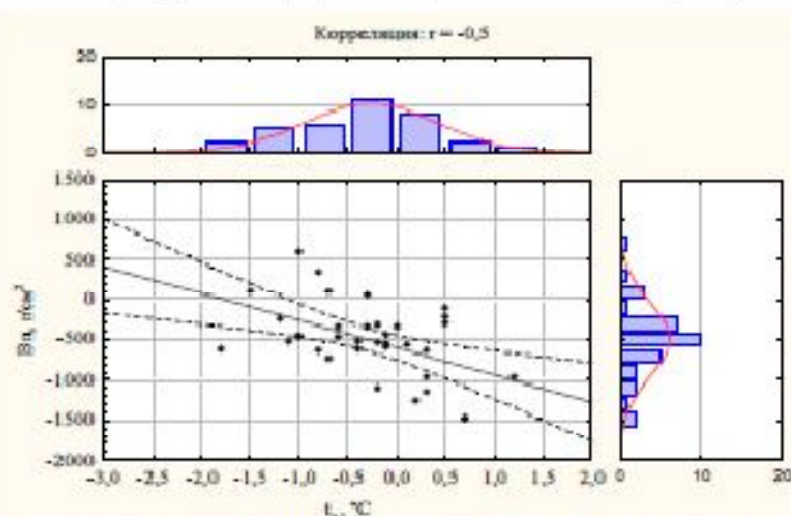


Рисунок 9 – Корреляционная зависимость годового баланса массы ледника от средней летней температуры воздуха на средней высоте снеговой границы

В соответствии с рисунком 9 наблюдается разброс значений относительно регрессионной кривой, которая направлена вниз и тем самым показывает обратную связь, т.е. при увеличении средней летней температуры воздуха баланс массы уменьшается. Это очевидно, так как температура является одной из основных причин таяния (абляции) ледника. Баланс массы же складывается из аккумуляции и абляции. Таким образом, температура воздуха, повышаясь, увеличивает абляцию и

уменьшается общий баланс массы ледника.

Полученные результаты и выводы могут быть использованы при рассмотрении вопроса изменения основных метеорологических величин за последние годы в районе ледника, при анализе изменчивости данных величин с высотой, а также при исследовании их взаимосвязи с гляциологическими параметрами ледника Тууюксу. Данные вопросы являются важными и актуальными в изучении современного изменения климата.

Литература

1. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Колебания горных ледников как индикатор изменения климата // Гидрометеорология и экология. – 1997. – №3. – С. 165-173.
2. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция оледенения Заилийского Алатау в 20 века. – Алматы: Казах университети, 2001. – С. 38-40.
3. Ерисковская Л.А. Влияние климатических изменений на оледенение в высокогорной зоне Заилийского Алатау на примере ледника Тууюксу // Гидрометеорология и экология. – 2003. – №4. – С. 31-34.
4. Пивень Е.Н. Современные изменения климата гляциально-нивальнoй зоны Юго-Восточного Казахстана // Научный журнал «Терра». – 2007. – №2. – С. 52-60.
5. Вилесов Е.Н. Изменение климата высокогорья Иле-Алатау в условиях глобального потепления // Гидрометеорология и экология. – 2007. – №1. – С. 29-36.
6. Макаревич К.Г. Ледник Центральный Тууюкский от Международного Геофизического года до настоящего времени // Материалы научно-практической конференции «Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика». – Алматы, 2008. – С. 81-88.
7. Макаревич К.Г., Касаткин Н.Е. Полувековые исследования баланса массы Центрального Тууюкского ледника в Заилийском Алатау // Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика. Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института Географии АО ЦНЗМО РК. – Алматы, 2008. – С. 99-111.
8. Андреев А.О., Дуэльская М.В., Фролов С.В. Из истории Международного полярного года // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2007. – №75. – С. 7-10.
9. Макаревич К.Г. Организация и проведение научно-исследовательских работ по программе МГТ на Малоалтаинских ледниках в Заилийском Алатау // Гляциологические исследования в период МГТ. Заилийский и Даунгарский Алатау. – 1961. – №1. – С. 5-13.
10. Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. – Алматы, 2004. – Вып. 14. – Раздел 1. Температура воздуха. Раздел 2. Атмосферные осадки. – 563 с.
11. Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара // Известия АН СССР Серия геогр. и геофиз. – 1941. – №3. – С. 261-288.
12. Пальгов Н.Н. Современное оледенение в Заилийском Алатау. – Алма-Ата: АН КазССР, 1958. – 312 с.
13. Макаревич К.Г., Вилесов Е.Н. и др. Ледники Тууюксу (Северный Тянь-Шань). Водно-ледниковый и тепловой баланс горноледниковых бассейнов. – Л.: Гидрометеонадлг, 1984. – 174 с.
14. Физическая география Казахстана / под ред. А.А. Нгуменко. – Алматы: Казах университети, 2009. – 362 с.

Reference

1. Vilesov E.N., Uvarov V.N. Kolebanija gornyh lednikov kak indikator izmenenija klimata // Gidrometeorologija i jekologija. – 1997. – №3. – S. 165-173.
2. Vilesov E.N., Uvarov V.N. Jevojucija oledenenija Zailijskogo Alatau v 20 veke. – Almaty: Kazak universiteti, 2001. – S. 38-40.
3. Erisovskaja L.A. Vlijanie klimaticheskikh izmenenij na oledenenie v vysokogornoj zone Zailijskogo Alatau na primere lednika Tujuksu // Gidrometeorologija i jekologija. – 2003. – №4. – S. 31-34.
4. Piven' E.N. Sovremennye izmenenija klimata glijacial'no-nival'noj zony Jugo-Vostochnogo Kazahstana // Nauchnyj zhurnal «Terra». – 2007. – №2. – S. 52-60.
5. Vilesov E.N. Izmenenie klimata vysokogor'ja Iejского Alatau v uslovijah global'nogo poteplenija // Gidrometeorologija i jekologija. – 2007. – №1. – S. 29-36.
6. Makarevich K.G. Lednik Central'nyj Tujuksujskij ot Mezhdunarodnogo Geofizicheskogo goda do nastojashhego vremeni // Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii «Geograficheskie problemy ustojchivogo razvitija: teorija i praktika». – Almaty, 2008. – S. 81-88.
7. Makarevich K.G., Kasatkin N.E. Poluvekovye issledovanija balansa massy Central'nogo Tujuksujskogo lednika v

Зайлиском Алатау // Географические проблемы устойчивого развития: теория и практика. Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию Института Географии АО ЦНЗМО РК. – Алматы, 2008. – С. 99-111.

8. Andreev A.O., Dukal'skaja M.V., Frolov S.V. Iz istorii Mezhduнародного poljarnogo goda // Problemy Arktiki i Antarktiki. – 2007. – №75. – С. 7-10.

9. Makarevich K.G. Organizacija i provedenie nauchno-issledovatel'skix rabot po programme MG-G na Maloalmatinskih lednikah v Zailijskom Alatau // Gljaciologičeskie issledovanija v period MG-G. Zailijskij i Dzhungarskij Alatau. – 1961. – №1. – С. 5-13.

10. Spravočnik po klimatu Kazahstana. Mnogoletnie dannye. – Almaty, 2004. – Vyp. 14. – Razdel 1. Temperatura vozduha. Razdel 2. Atmosfernye osadki. – 563 s.

11. Ivanov N.N. Zony uvlažnenija zemnogo shara // Izvestija An SSSR. Serija geogr. i geofiz. – 1941. – №3. – С. 261-288.

12. Pal'gov N.N. Sovremennoe oledenie v Zailijskom Alatau. – Alma-Ata: AN KazSSR, 1958. – 312 s.

13. Makarevich K.G., Vilesov E.N. i dr. Ledniki Tjujksu (Severnij Tjan'-Shan'). Vodno-lednikovij i teplovoj balans gornollednikovyx bassejnov. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 174 s.

14. Fizičeskaja geografija Kazahstana / Pod red. A.A. Naumenko. – Almaty: Kazak universiteti, 2009. – 362 s.