



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра _____ Гидрологии суши _____

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Пространственно-временная**
изменчивость температурного
режима озера Балхаш

Исполнитель _____ Гуришкина Надежда Валерьевна *Гуришкина*
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ д. г. н., профессор
(ученая степень, ученое звание)

Науменко Михаил Арсеньевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

В.И.И.

(подпись)

к. т. н. *Гусева*
(ученая степень, ученое звание)

Александр Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«26» 06 2017 г.

Санкт-Петербург
2017

Оглавление

	ВВЕДЕНИЕ	3
1	Физико-географическое описание озера Балхаш	7
1.1	Краткий гидрологический очерк озера Балхаш	11
1.2	Морфометрические характеристики озера Балхаш	15
1.3	Уровенный режим	16
1.4	Ледовый режим	16
1.5	Рельеф	19
1.6	Геологическое строение	23
1.7	Гидрография	26
1.8	Речная сеть	27
1.9	Озера и водохранилища бассейна озера Балхаш	30
1.10	Болота	31
1.11	Подземные воды	31
1.12	Климат	32
2	Исходные данные и методы исследования	37
3	Анализ полученных данных	38
4	Выводы	57
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	63
	ПРИЛОЖЕНИЯ	65
	Приложение А.1 Географическая карта оз. Балхаш 1977 года	65
	Приложение А.2 Спутниковый снимок Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна	66

Введение

Современные изменения климата различных регионов Земли оказывают значимые воздействия на водные объекты. Озеро Балхаш, третий после Каспийского моря и высыхающего Арала бессточный, внутриконтинентальный водоем Земли. Исследования пространственно-временных изменений гидрометеорологических параметров, такого крупного водоёма, как озеро Балхаш, имеющего народное водохозяйственное значение, представляет актуальную задачу.

Площадь озера Балхаш составляет около 16.4 тыс.км², что делает его самым крупным из озер, целиком расположенных на территории Казахстана. Его длина составляет 600 км, ширина изменяется от 9 до 19 км в восточной части и до 74 км – в западной. Уровень Балхаша подвержен внутригодовым колебаниям, размах составляет от 39 до 44 см. Полуостров Сарыесик, расположенный посередине озера, гидрографически делит его на две сильно отличающиеся части. Западная часть относительно мелководная и почти пресная, а восточная имеет большую глубину и соленую воду.

Озеро расположено в аридной, засушливой зоне Центральной Азии на юго-востоке Казахстана. Распределение озера на исследуемой территории обусловлено характером рельефа, геологическим строением местности. Котловина озера Балхаш реликтового происхождения. Озеро является низкогорным, то есть располагается до 500 метров над уровнем моря.

Климатические и антропогенные факторы влияют на характеристики озер, в том числе и на озеро Балхаш.

Резко-континентальный климат, который является преобладающим многолетним погодным режимом для данной местности – высокие температуры воздуха в летний период, малое количество осадков в течение всего года, значительный водозабор для водопользования населения и

технических нужд с поверхностных водоемов и подземных горизонтов – неблагоприятно влияет на сохранение баланса между расходом и притоком речных вод.

Нарушение этого равновесия привело к постепенной деградации Или-Балхашского бассейна [8].

Цель работы:

Проведение исследования пространственно-временной изменчивости температурного режима озера Балхаш, Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна.

Задачи:

- 1) сбор данных гидрометеорологических наблюдений;
- 2) построение статистических и хронологических графиков гидрометеорологических характеристик;
- 3) выявление изменчивости статистических характеристик и наличия трендов;
- 4) анализ полученных результатов.

Исходные материалы получены в филиале Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Казгидромет» Министерства Энергетики Республики Казахстан по Акмолинской области в объеме:

- 1) по гидрологическим постам таблица 1.
- 2) по метеорологической станции таблица 2.

Таблица 1 – Данные гидрологических постов

Пост	Период	Количество лет	Вид информации	Количество показателей
г. Балхаш	1937 – 2008	72	Среднемесячные уровни воды	864
			Среднегодовые уровни воды	72
ГМО Балхаш	1960 – 1986	27	Среднемесячные уровни воды	324
			Среднегодовые уровни воды	27
залив Карашиган	1942 – 1984	43	Среднемесячные уровни воды	516
			Среднегодовые уровни воды	43
жд. ст. Чиганак	1953 – 1984	32	Среднемесячные уровни воды	384
			Среднегодовые уровни воды	32
жд. ст. Мынарал	1961 – 1997 1999 – 2003	42	Среднемесячные уровни воды	504
			Среднегодовые уровни воды	42
жд. ст. Сарышаган	1960 – 1997	38	Среднемесячные уровни воды	456
			Среднегодовые уровни воды	38

Таблица 2 – Данные метеорологической станции

Пост	Период	Количество лет	Вид информации	Количество показателей
о. Алгазы	1935 – 2014 гг.	80	Среднемесячные температуры воздуха	864
			Среднегодовые температуры воздуха	72
			Среднемесячные осадки	864

1 Физико-географическое описание озера



Рисунок 1.1 – Озеро Балхаш (аэрокосмический снимок)

Озеро (таблица 1.1) расположено в Балхаш-Алакольской котловине на юго-востоке Казахстана (рисунок 1.2). Границы озера проходят по четырем областям, и включает территории Алматинской, юго-восточную часть Карагандинской области, юго-западную часть Восточно-Казахстанской и восточную – Жамбылской областей, а так же северо-западную часть провинции Синьцзян в пределах КНР. К северу от озера раскинулся обширный Казахский мелкосопочник, к западу простирается Бетпак-Дала, а к югу располагаются Чу-Илийские горы, пески Таукум и Сарыесик-Атырау (рисунок 1.3).

Алматинская область – область, расположенная на юго-востоке Казахстана. Алматинская область граничит с Жамбылской на западе, Карагандинской на северо-западе (водная граница проходит по озеру Балхаш), на северо-востоке расположена Восточно-Казахстанская область. Область

расположена между хребтами Северного Тянь-Шаня на юге, озеро Балхаш – на северо-западе и река Или – на северо-востоке; на востоке граничит с КНР.

Жамбылская область – расположена на юге Казахстана. В географическом отношении территория области в основном равнинная. Климат области (как и других регионов Южного Казахстана) засушливый и резко-континентальный.

Карагандинская область – расположена в центральной части Казахстана, находится в самом центре континента Евразия, почти равноудалена от Северного Ледовитого и Индийского, Атлантического и Тихого океанов. Климат резкоконтинентальный и крайне засушливый. Область занимает наиболее возвышенную часть Казахского мелкосопочника – Сарыарки.

Таблица 1.1 – Координаты гидрологического поста исследуемого озера

Водный объект	Координаты гидрологического поста		
	абс. отметка (мБС)	широта (N)	долгота (E)
оз. Балхаш – г. Балхаш	340.00	46°50'34"	74°58'39"



Рисунок 1.2 – Карта областей Республики Казахстан



Рисунок 1.3 – Физическая карта Казахстана

1.1 Краткий гидрологический очерк озера Балхаш

Площадь озера Балхаш (рисунок 1.4) составляет около 16.4 тыс.км², что делает его самым крупным из озер, целиком расположенных на территории Казахстана. Озеро Балкаш находится на высоте 340 м над уровнем моря, имеет форму полумесяца.



Рисунок 1.4 – Озеро Балхаш (аэрофотоснимок)

Его длина составляет 600 км, ширина изменяется от 9 до 19 км в восточной части и до 74 км – в западной. Полуостров Сарыесик, расположенный посередине озера, гидрографически делит его на две сильно отличающиеся части. Западная часть относительно мелководная и почти пресная, а восточная имеет большую глубину и соленую воду. Через формируемый полуостровом пролив Узын-Арал, что в переводе с казахского языка означает «длинный остров», шириной 3.5 км вода из западной части пополняет восточную. Глубина пролива составляет около 6 м [8].

Котловина озера состоит из нескольких маленьких впадин. В западной части Балхаша имеются две впадины глубиной от 7 до 11 м – одна из них протянулась с западного побережья от острова Тасарал до мыса Коржынтубек, вторая тянется на юге от залива Бертыс, который является самым глубоким местом Западного Балхаша. Глубина впадины Западного Балхаша достигает 11 м, наибольшая глубина всей восточной части – 27 м. Средняя глубина всего озера составляет 5.8 м, общий объем воды – около 106 км³.

Западные и северные берега Балхаша высокие (от 20 до 30 м) и скалистые, сложены палеозойскими породами (порфиры, туфы, граниты, сланцы, известняки) имеют следы древних террас. Южные берега, от залива Карашиган до дельты реки Или, низкие (от 1 до 2 м) и песчаные, периодически затапливаются в высокую воду (из-за чего испещрены многочисленными мелкими озерами), местами встречаются прибрежные холмы высотой от 5 до 10 м. Береговая линия очень извилистая и расчленена многочисленными заливами.

Балхаш имеет множество крупных заливов, мысов, полуостровов. Крупные заливы западной части: Сарышаган, Кашкантиз, Каракамыс, Шемпек (южная конечность озера), Балакашкан и Ахметсу. В восточной части выделяются заливы Гузколь, Балыктыколь, Кукун и Карашиган, там же расположены полуострова Байгабыл, Балай, Шаукар и Кентубек и Коржинтобе (рисунок 1.5).

Балхаш-Алакольский бассейн расположен на площади 512 тыс.км², его суммарный поверхностный сток в средний по водности год составляет 27.76 км³, включая 11.5 км³, поступающие с территории КНР.

Площадь водосборного бассейна только озера Балхаш составляет около 413 тыс. км², причем 15 % его территории лежит на северо-западе Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая, небольшая часть – в Киргизии. Из суммарного стока Балхаш-Алакольского бассейна 86 % приходится на озеро Балхаш, сток реки Или составляет до 12.3 км³/год [9]. Река Или, впадающая в

западную часть озера, дает от 73 до 80 % всего притока воды в озеро. Река начинается в горах Тянь-Шаня и питается в основном ледниками, что обуславливает дневные и сезонные колебания уровня воды – период таяния горных ледников приходится на июнь-июль. При впадении в озеро р. Или образует дельту площадью около 8000 км². Вершина дельты находится в 70 км ниже селения Баканас, в районе 6-го Рыбпункта, где река разделяется на три системы рукавов: Топар, Или и Жидели.

Дельта реки Или играет роль природного регулятора, отдавая в засушливые годы часть накопленной воды озеру. Выше по течению реки недалеко от поселка Баканас, от Или справа отходит сухое русло Баканас - один из древних рукавов Или, впадающий в озеро восточнее полуострова Сарыесик.

В восточную часть озера впадают реки Каратал, Аксу, Лепсы и Аягуз, кроме того, озеро подпитывается грунтовыми водами. Берущая начало на склонах Жетысуского Алатау (Джунгарского Алатау) река Каратал является вторым по значимости притоком озера Балхаш. Воды реки Аягуз, питавшие восточную часть озера до 1950-х годов, в настоящее время практически не достигают его.

Уникальной особенностью озера является то, что узким проливом Узун-Арал озеро Балхаш делится на две обособленные части: западную – большую по площади (более 10 тыс. км²), но более мелководную (до 11 м) и восточную – площадью более 7 тыс. км² и глубиной до 26 м. Вторая особенность озера Балкаш заключается в том, что почти вся поступающая в озеро вода расходуется на испарение, а в условиях затрудненного водообмена между западной и восточной частями Балкаша через пролив Узун-Арал в них создается различный солевой режим и разная степень минерализации воды. В восточной части озера минерализация воды превышает 4 г/л. Западная же часть, под влиянием обильного притока сравнительно слабо минерализованных вод р. Или, сильно опреснена. Минерализация воды в этой части не превышает 0.5 – 1.5 г/л. Ежегодно через пролив Узун-Арал из Западного Балкаша в

Восточный перетекает значительный объем воды. Но в проливе нет постоянного течения с запада на восток, однако баланс разнонаправленных течений таков, что перемещаемый при этом объем воды с запада на восток больше, чем с востока на запад. В среднем за год разность этих притоков равна $1.15 \text{ км}^3/\text{год}$. Интенсивность водообмена (объем перетока) имеет динамичный характер в зависимости от приточности и влияет на состояние минерализации западной части озера.

Озеро Балхаш относят к полупресноводным озерам – химический состав воды зависит от гидрографических особенностей водоема. Вода западной части озера почти пресная (средняя минерализация составляет 0.74 г/л) и более мутная (прозрачность – 1 м), используется для питьевого и промышленного значения. Восточная часть имеет большую соленость (от 3.5 до 6 г/л) и прозрачность (5.5 м). Общая средняя минерализация оз. Балхаш – 2.94 г/л . Многолетний (1931 – 1970 гг.) средний осадок солей в оз. Балхаш составляет 7.53 млн. т. , запасы растворенной соли в озере – около 312 млн. т. Вода в западной части имеет желтовато-серый оттенок, а в восточной – цвет меняется от голубоватого до изумрудно-голубого [8].



Рисунок 1.5 – Вид озера Балхаш из космоса: 1 – полуостров Сарыесик, разделяющий озеро на две части, и пролив Узун-Арал; 2 – полуострова Байгабыл и Балай; 3 – полуостров Шаукар; 4 – полуостров Кентубек; 5 – острова Басарал и Ортаарал; 6 – остров Тасарал; 7 – залив Шемпек; 8 – залив Сарышаган

1.2 Морфометрические характеристики озера Балхаш

Морфометрические характеристики западной и восточной частей оз. Балхаш при современном уровне 342 м приведены в таблицах 1.2 и 1.3 [8,9].

Таблица 1.2 – Морфометрические характеристики оз. Балхаш при уровне воды 342 м

Характеристика	Единица измерения	Величина
Длина озера	км	614
Наибольшая ширина	км	70
Средняя ширина	км	30
Длина береговой линии	км	2383
Площадь водного зеркала	км ²	18200
Наибольшая глубина	м	26.5
Средняя глубина	м	5.8
Объем воды	км ³	106

Таблица 1.3 – Основные морфометрические характеристики Западного и Восточного Балхаша при уровне воды 342 м

Часть озера	Длина, км	Наибольшая ширина, км	Средняя ширина, км	Площадь зеркала, км ²	Наибольшая глубина, м	Средняя глубина, м	Объем воды, км ³
Западный Балхаш	296	70	36	10600	11.0	4.6	48.5
Восточный Балхаш	318	47.5	24	7600	26.5	7.6	57.5

1.3 Уровенный режим

В связи с обширными размерами и расчлененностью озерной котловины, различием в водном балансе отдельных частей озера и воздействием ветра, различия в уровнях воды на отдельных участках побережья проявляются не только в среднесуточном, и в среднемесечном, среднегодовом и даже среднемноголетнем разрезе.

Над Восточным Балхашом преобладают ветры восточного направления, над Западным Балхашом – ветры северо-восточного направления, то есть в целом преобладающие ветры направлены вдоль оси озера от его восточной оконечности к юго-западной. Этот фактор определяет превышение в безледоставный период среднего уровня Западного Балхаша над средним уровнем Восточного Балхаша, уровней воды у южных и западных берегов Западного Балхаша над северными и северо-восточными берегами Западного Балхаша.

В настоящее время наблюдения за уровнем воды ведутся по 4 опорным постам жд.ст. Мынарал, о. Алгазы, жд.ст. Сарышаган, г. Балхаш, по которым рассчитывается средний уровень озера.

1.4 Ледовый режим

Ледовый и термический режим оз. Балхаш имеет важное народнохозяйственное значение для обслуживания рыбного хозяйства в зимнее время, продления навигации в опасный ледообразовательный период. Озеро Балхаш как отмечалось ранее расположено на территории трех областей – Алматинской, Карагандинской и Жамбылской. Климат этого региона резко континентальный вследствие его удаленности на тысячи километров от морей. Резкая континентальность климата наиболее ярко выражена в термическом режиме атмосферы. Теплое полугодие охватывает период с апреля по октябрь.

Наиболее холодным месяцем является январь, в отдельные годы морозы достигают от минус 40 до минус 44 °С. Потепление отмечается от февраля к марту. Ход температуры воздуха неравномерен. Высокие значения температуры обусловлены выносом теплых масс из Средней Азии. Часто интервал во времени между абсолютным минимумом и максимумом температур данного месяца составляет всего от 1 до 5 дней. Переход температуры воздуха через 0 °С к отрицательным значениям неустойчивый. Морозы часто сменяются длительными оттепелями. За дату устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С принята дата, после которой сумма положительных значений температур меньше суммы отрицательных предшествующего холодного периода.

Режим ветра в районе оз. Балхаш в холодное время года складывается в основном под влиянием сибирского антициклона. Особенностью данного района является преобладание в течение всего года устойчивых направлений ветра. Равнинный характер западной части Прибалхашья благоприятствует свободному переносу воздушных масс с запада. Возвышенности Центрального Казахстана также не являются препятствием для проникновения сюда воздушных масс с севера. Горные массивы, окружающие озеро с юго-востока, создают преграду для перемещения воздуха в этих направлениях. В данном районе преобладают северо-восточные ветры.

Большая широтная протяженность озера и различные гидрометеорологические условия отдельных его районов обуславливают сложный характер процессов образования и разрушения льда по акватории. Основными факторами ледообразования являются запас тепла в озере к моменту наступления холодного периода, его морфометрические характеристики, соленость, ветровой режим и т.д., но, прежде всего, оно зависит от температуры воздуха. Процесс установления ледостава на оз. Балхаш довольно сложен. Вначале сплошным льдом покрываются небольшие заливы, затем юго-западная и восточная оконечности озера. В

остальных районах в это время наблюдается интенсивное нарастание заберегов, а иногда появление больших и малых ледяных полей. Западная часть озера, как правило, замерзает в среднем на 2 – 3 дня раньше восточной. Это связано с различной их соленостью и глубиной. Содержание растворенных солей в воде восточной части озера почти в два раза больше западной, что так же задерживает начало ледостава. Самая южная часть озера замерзает обычно раньше других его участков иногда на 15 – 28 дней. Это самая мелкая и узкая часть озера, кроме того, впадение р. Или обуславливает наличие на данном участке наиболее опресненной воды. Сочетание этих факторов способствует раннему установлению ледостава озера. Замерзание здесь происходит при сравнительно высокой температуре воздуха.

Между датами появления первого льда и началом ледостава период времени изменяется от 0 до 29 дней. Значительную роль играет волнение. Механическое его воздействие задерживает наступление ледовых явлений и начало ледостава. Первый лед, как правило, появляется в конце октября и в первой половине ноября и даже в первой половине декабря.

Начало ледостава начинается со второй декад ноября по 15 – 20 декабря. В начале ледостава лед тонкий, с многочисленными полыньями и трещинами. Ледяной покров иногда нарушается под сильным воздействием ветра. В наиболее мелких местах озера вода промерзает до дна. При сильных морозах на ледяном поле появляются трещины, через которые выступает вода, образуя наледи. После установления ледяного покрова толщина льда начинает увеличиваться, так как приток тепла к нижней его поверхности меньше теплоотдачи через лед в атмосферу. Нарастание ледяного покрова происходит постепенно и прекращается в конце февраля – первой половине марта. В начале марта, до наступления устойчивых положительных температур воздуха, лед начинает подтаивать с связи с увеличением притока тепла за счет солнечной радиации. Ежегодные колебания толщины льда имеют амплитуду от 20 до 70 см.

Разрушение льда или окончание ледостава начинается в марте. Перед вскрытием на озере появляются закраины, резко увеличивается число трещин, промоин, разводий, достигающих значительных размеров. Перед разрушением ледяного покрова наблюдается подвижка льда. Вскрытие происходит не одновременно, но в том же порядке, что и замерзание: вначале вскрываются мелкие заливы и бухты, затем юго-западная часть озера, затем Западный Балхаш и в последнюю очередь – Восточный. Крайние сроки вскрытия колеблются между 20 марта по 15 апреля. Полностью озеро очищается ото льда в конце третьей декады апреля месяца.

1.5 Рельеф

По характеру рельефа на рассматриваемой территории выделяются следующие физико-географические области: мелкосопочник и низкогорья Казахской складчатой страны, равнины Балхаш-Алакольской впадины, системы Казахстано-Джунгарской горной области, Чу-Илийские горы и восточная часть Северного Тянь-Шаня Тянь-Шаньской горной области.

Мелкосопочник Казахской складчатой страны, занимающий большую часть Северного Прибалхашья – это остаток некогда мощной горной системы, превратившейся в результате длительных денудационных процессов в пенеппен – равнины с останцевыми горами и холмами (сопками). Сопки с куполовидными вершинами и увалы поднимаются на высоту от 30 до 40, иногда от 100 до 200 м над прилегающей равниной.

В северо-западной части территории расположен низкогорный массив широтного направления Каркаралы-Актау, состоящий из обширного нагорья и многочисленных горных хребтов. Продолжением Каркаралы-Актауского массива на востоке является Чингиз-Тау.

Хребет Чингиз-Тау, представляет собой складчато-горстовое поднятие Казахской складчатой страны, простирается с севера-запада на юго-восток

более чем на 200 км и возвышается над окружающей местностью на 500 – 600 м. Хребет Тарбагатай простирается почти в широтном направлении и входит в пределы рассматриваемой территории своими юго-западными и частично северо-западными склонами. Высота хребта Тарбагатай 200 – 2500 м и только в центральной части возрастает до 3000 м. Водоразделы хребтов в большинстве случаев слабо расчленены, вершины гор плоские. Рельеф северо-западной части несколько иной. Здесь преобладают сопки, поднимающиеся в виде отдельных куполов, иногда с отходящими от них отрогами.

Равнины Балхаш-Алакольской впадины занимают центральную часть рассматриваемой территории и подразделяются на плато Северного Прибалхашья и песчаные пустыни Южного Прибалхашья, которые окаймляют котловину оз. Балхаш. Средняя высота его от 400 до 450 м. Рельеф побережья Северного Прибалхашья в нескольких местах представлен обособленными холмами и короткими невысокими горными цепями. К отрицательным формам поверхности относятся широкие (до 10 – 20 км) долины рек, к которым кое-где приурочены озера, такыры и хаки.

Песчаные пустыни Южного Прибалхашья расположены между озером Балхаш и отрогами гор Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау. Поверхность наклона с юго-востока на северо-запад. Южное Прибалхашье разделяется на две части: западную и восточную. В левобережной части бассейна р. Или тянутся пустыни Таукум и Моинкум, а в междуречье Или и Каратал – пустыни Сары-Есик-Атырау. В восточной части между реками Каратал и Аксу расположены пески Жаманжал и Люккум, а между низовьями рек Аксу и Лепса – Аралкум.

В предгорьях Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау окружающих Балхашскую котловину амфитеатром с запада, юга и востока, располагаются ровные или слабо расчлененные подгорные, степные и пустынные, суглинистые и щебневые равнины, иногда прорезанные сухими долинами и частично прикрытые шлейфами делювия и конусами выноса. Ближе к озеру

проходит полоса барханных, бугристых и ячеистых песков, сменяемых типичными грядовыми песками, а в прибрежной полосе преобладают кучевые пески и глинистые солончаки.

Песчаные пустыни Южного Прибалхашья (Таукум, Сары-Есик-Атырау и Люккум) представляют собой аллювиальные и флювиогляциальные отложения, перевеянные с поверхности ветром, создавшим комплекс эоловых форм рельефа. О масштабах переноса и аккумуляции флювиогляциального и аллювиального материала свидетельствует так называемая Баканасская равнина, занимающая около половины пустыни Сары-Есик-Атырау. Она представляет собой древнюю дельту р. Или, сложенную дельтовыми и озерными песчано-глинистыми отложениями. Вся равнина пересекается веерообразно расходящимися старыми руслами р. Или, «баканасами», шириной до нескольких сотен метров.

Алакольская впадина расположена между горными системами Тарбагатая на севере и Джунгарского Алатау на юге, на западе открыта широким проходом в сторону Балхашской котловины. На востоке, за пределами СНГ, впадина ограничена склонами возвышенностей Уркашар и Джаир, Барлык и Майли, а на юго-востоке через Джунгарские ворота соединяется с впадиной оз. Эби-Нур, расположенного в Китае.

Дно Алакольской впадины ровное, местами занято солеными и горько-солеными озерами и топкими солончаками. Абсолютные отметки от 340 до 450 м. Алакольская впадина – это пустынная и пустынно-степная страна. Общий наклон поверхности котловины направлен к ее центральной части.

Джунгарский Алатау состоит из нескольких параллельных хребтов, протянувшихся с северо-востока на юго-запад и разделенных межгорными впадинами. Наиболее глубокая из межгорных впадин, по которой протекает р. Коксу, разделяет Джунгарский Алатау на северный и южный центральные хребты. Северо-западные отроги хребта уходят далеко вглубь Прибалхашской

равнины. В восточной части (к востоку от р. Усек) горы понижаются к Илийской равнине широкими ступенями.

Для Джунгарского Алатау характерны платообразные пространства – «сырты». В предгорных районах горы, постепенно снижаясь, обычно переходят в низкогорные массивы со скалистым рельефом хребтов и плоскими или волнистыми поверхностями речных долин. Юго-восточным продолжением Джунгарского Алатау является хребет Борохоро, северный склон которого ограничивает Эби-Нурскую котловину с юга, а южный – Илийскую впадину с севера.

Илийская впадина, разделяющая системы гор Джунгарского Алатау и Борохоро с восточной частью Северного Тянь-Шаня, протянулась на сотни километров от Кульджинского оазиса в Синьцзяне до Капшагайского ущелья в районе ГЭС на р. Или. Абсолютная высота ее меняется от 600 м у китайской границы до 500 м в районе створа плотины. Примерно в середине этот участок Илийской впадины (долины) возвышенностями Кату и Калкан в правобережье и горами Богуты по левому берегу разделяются на две самостоятельные котловины. В западной части Илийская впадина замыкается возвышенностями плато Карой и Ит-Жон. Дно котловин заполнено рыхлыми наносами, переходящими ближе к реке в бугристые пески или заболоченные тугаи.

Заилийский Алатау является наиболее северной цепью Тянь-Шаня. Он образует полого-вогнутую к югу дугу широтного простирания. Длина его около 250 км, ширина от 30 до 40 км. В центральной, наиболее возвышенной части высота хребта достигает 4000 м и более с наивысшей отметкой 4951 м (пик Талгарский). К востоку и западу, высоты хребта понижаются. Северный склон хребта, дренируемой реками бассейна оз. Балхаш, крутой: на расстоянии от 20 до 30 км от водораздела находятся подножия предгорий с высотами от 800 до 1000 м, а далее простирается полого наклоненная на северо-запад Илийская котловина. Ответвления от основного хребта в восточной части образуют низкогорья.

Вдоль центральной и западной частей северного склона Заилийского Алатау широкой полосой тянутся низкие террасированные предгорья, у подножия которых в местах выхода рек из гор часто встречаются широкие конусы выноса, сложенные пролювиальными отложениями, являющимися результатом селевых потоков. Наиболее характерен для среднегорий и высокогорий Заилийского Алатау крутосклонный глубоко расчлененный рельеф.

Выше водораздельных возвышенностей расположены здесь приблизительно на одном и том же высотном уровне, вследствие чего междуречные пространства местами имеют облик поверхностей выравнивания.

В Джунгарском Алатау, на северных и западных его склонах нижняя граница высокогорного пояса приходится на высоты от 2750 до 2800 м, а на южном склоне до 3000 м.

Нижняя граница среднегорного пояса приходится соответственно на 1000 и 1500 м. На северном склоне Заилийского Алатау за нижнюю границу высокогорного рельефа условно может быть принята высота от 2800 до 3000 м, а в Кунгей Алатау и Терской Алатау от 3000 до 3200 м.

Нижняя граница среднего пояса в Заилийском Алатау расположена на высоте от 1000 до 1500 м. В Тарбагатае и хребте Кетмень можно выделить только среднегорный и низкогорно-предгорный пояса. Чу-Илийские горы, юго-западные отроги Джунгарского Алатау, западные и восточные отроги Заилийского целиком относятся к низкогорьям.

1.6 Геологическое строение

Территория бассейна оз. Балхаш характеризуется большим разнообразием и сложностью геологического строения. Докембрические отложения (гнейсы, амфиболиты, кристаллические сланцы) встречаются на ограниченной площади в осевых частях антиклинорий в Чу-Илийских горах, в

Заилийском и Терской Алатау. Кембрийские отложения (сероцветные песчаники, спиллиты, диабазы, мраморы, мраморированные известняки, кремнистые сланцы, яшмы) занимают значительные площади в Чу-Илийских горах, известны в Заилийском Алатау и на северном склоне Терской Алатау. На северном склоне Джунгарского Алатау и северо-восточном Прибалхашье карбонатные отложения представлены спиллитами, диабазами, яшмами, известняками, эффузивами, песчаниками.

Отложения ордовика (песчаники, конгломераты, сланцы, эффузивы и их туфы, кремнистые и углистые сланцы) занимают значительные площади в Северном Прибалхашье, Тарбагатае, Чингиз-Тау, Чу-Илийских горах, встречаются в Заилийском и Джунгарском Алатау, в Кетмене, Кунгей Алатау.

Отложения силура (песчаники, известняки, кремнистые сланцы, эффузивы и их туфы) известны только в Чу-Илийских горах, Южной Джунгарии, Кетмене, Тарбагатае, Чингиз-Тау. В северном Прибалхашье силурийские отложения представлены зеленоцветными терригенными образованиями (песчаниками, алевролитами, яшмами).

Отложения девона в области каледонской консолидации представлены орогенными формациями – красноцветными конгломератами, песчаниками, основными, средними внизу и кислыми вверху разрезами эффузивами и их туфами. Они широко распространены на северо-западном Прибалхашье. В Чу-Илийских горах отложения девона прорваны крупными интрузиями девонских гранитоидов. Девонские породы в области герцинской консолидации очень широко развиты в северном Прибалхашье, в отличие от области каледонской консолидации.

Нижнекаменноугольные отложения в области каледонской консолидации занимают обширные территории, образуя крупный Илийский синклинорий на юге. Широко распространены в Северном Прибалхашье, Тарбагатае, известны в Кетмене, в предгорьях Терской и Кунгей Алатау. Небольшие карбоновые мульды встречаются в Чу-Илийских горах. В северо-западном Прибалхашье,

Чу-Илийских горах широко распространены известняки, особенно визейского яруса. Каменноугольные отложения области герционской консолидации почти повсюду представлены близкими к девонским по составу и облику породами – алевролитами, песчаниками, туффитами, яшмами, в краевых частях области – эффузивами и их туфами (участки Ишим-Балхашского водораздела).

Верхнепалеозойские отложения (средний, верхний карбон, пермь) известны в Северном Прибалхашье, где они занимают обе области – каледонской и герцинской консолидации.

Отложения триаса и юры представлены преимущественно красноцветными континентальными осадочными формациями и развиты в восточной части Илийской впадины, выходя на поверхность у северного склона хребта Кетмень. Общая мощность отложений триаса достигает 450 м, юры – 290 м.

Отложения мела, представленные речными и дельтовыми формациями (мелкогалечными, конгломератами, гравелитами, песчаниками, обычно сильно лимонитированными и гематизированными, охристо-желтыми и серыми кварцевыми песками с включениями местами костей динозавров и стволов окремненных деревьев), распространены в восточной части Илийской впадины. Залегают на глубине до 2700 м и выходят на поверхность у северного хребта Кетмень, у юго-западных отрогов Джунгарского Алатау и на плато Карой, мощность их колеблется от 70 до 220 м.

Отложения палеогена и нижнего неогена известны во впадинах Илийской, Балхашской и северной Джунгарии. Они представлены преимущественно озерными глинами, аргиллитами со слоями песчаников и мергелей с увеличенным содержанием крупнообломочных фракций по бортам впадин. Отложения верхнего неогена весьма различны по фациальному и литологическому составу. В центральных частях впадин в нижних слоях преобладают озерные голубоватые и зеленоватые глины с прослоями мергелей, песчаников, загипсованные и засоленные, а по бортам – аллювиально-

пролювиальные красноцветные щебенистые глины с большим количеством грубообломочного материала.

Среди четвертичных отложений выделяются четыре стратиграфических комплекса отложений. Нижние четвертичные отложения (котурбулакская свита), сложенные валунно-галечниками и лессовидными суглинками, развиты в предгорьях, на водоразделах и слагают высокие террасы. Мощность их колеблется от 10 до 290 м.

Среднечетвертичные отложения, представленные лессовидными суглинками и валунно-галечниками, слагают древние конусы выноса в предгорьях и вторые надпойменные террасы на предгорных аллювиально-пролювиальных равнинах. Мощность их колеблется от нескольких метров до 250 м.

Верхнечетвертичные отложения представлены валунно-гравийно-галечниками, песками, супесями, суглинками, они слагают современные конусы выноса и первые надпойменные террасы рек на равнинах. Мощность колеблется от нескольких метров до 150 м.

Современные отложения представлены щебенистыми осыпями, галечниками, песками, супесями; они слагают русла и поймы рек и покрывают склоны гор. Мощность их очень непостоянна, обычно не превышает нескольких метров.

1.7 Гидрография

Наличие высокогорных хребтов на юге, юго-востоке и востоке территории и низкогорного рельефа на севере и западе определяет основное направление стока от окраинных районов к его центру. Большинство рек течет с юго-востока на северо-запад. Более 90 % всего количества рек относятся к бассейну оз. Балхаш, остальные – к бассейну Алакольской группы озер. Многие реки, не доходя до озер, теряются в песках. Все большие озера (Балхаш,

Алаколь, Сасыкколь), а так же большинство мелких озер расположены в центральной пониженной части территории. Наряду с озерами в низкогорно-предгорных районах в последние годы построено большое количество прудов и водохранилищ (Куртинское водохранилище, пруды на притоках р. Каскелен и д.р.). Крупнейшее в Юго-Восточном Казахстане Капшагайское водохранилище с площадью поверхностного зеркала около 1800 км² построили на р. Или.

Характерной чертой гидрографии является редкая речная сеть в Северном Прибалхашье (от 0.20 до 0.50 км/км²) и особенно в центральной равнинной части территории (до 0.01 км/км² и большая густота речной сети в горных районах, где она в среднем изменяется от 0.60 до 1.20 (иногда от 2.5 до 3.0 км/км²), обычно увеличиваясь с возрастанием высоты местности. Однако закономерность нередко нарушается, а в высокогорных районах, как правила, густота гидрографической сети уменьшается до 0.40 местами до 0,20 км/км². В предгорных районах гидрографическая сеть представлена транзитными участками русел гор «карасу» и многочисленными каналами ирригационных сооружений.

1.8 Речная сеть

На описываемой территории насчитывается более 52600 рек и временных водотоков, общая протяженность которых равна 137218 км. По территориально-бассейновой принадлежности и строению гидрографической сети рассматриваемая территория подразделяется на 8 районов. Из общего количества рек 2492 водотока имеют длину более 10 км. Их общая протяженность равна 59947 км, что в процентном отношении составляет соответственно 4.7 % общего количества рек и 43.7 % общей их длины. Наиболее значительными реками региона являются: Или, Каратал, Аксу, Лепсы, Тентек, Эмель, Аягуз, Баканас. Самая большая из них – р. Или, а так же река Эмель.

Река Или является основной водной артерией бассейна оз. Балхаш. Она берет начало на ледниках Музарт в Центральном Таниртау (Казахстан) истоком р. Текес. Затем течет по территории КНР, где сливается с реками Кунес и Каш, на 250-м км от слияния снова входит в пределы Республики Казахстан и на 1001-м км впадает в оз. Балхаш, общая длина реки 1439 км, в пределах Казахстана – 815 км. Общая площадь бассейна р. Или – 140 тыс. км² (примерно 75 % водосборной площади оз. Балхаш), из них 7740 км² – на территории Республики Казахстан. Стокоформирующая часть бассейна расположена в Китае, где гидрографическая сеть достаточно развита (от 0.6 до 3 км/км²). Густота ее убывает в средней и нижней частях бассейна (до 0.01 км/км²), имеются обширные пространства, полностью лишенные поверхностного стока, активной здесь является лишь левобережная зона. На территории Казахстана формируется порядка 30 % водных ресурсов р. Или. Кроме рек Чарын и Чилик, в левобережной части бассейна в среднем течении р. Или приминает еще ряд гор рек: Тургень, Иссык, Талгар, Каскелен с притоками Малая и Большая Алматинки, Курты, формирующих сток на северном склоне Заилийского Алатау. А в правобережной части наиболее крупными притоками р. Или являются реки Хоргос, Усек и Борохудзир, стекающие с южных склонов Джунгарского Алатау. Большинство притоков, в том числе Тургень, Талгар, Борохудзир, вследствие больших потерь стока в предгорьях на фильтрацию и из-за разбора на орошение не доносят свои воды до р. Или. К бассейну р. Или относятся еще множество мелких рек, стекающих со склонов хребта Кетмень и Чу-Илийских гор в левобережной части и низкогорных отрогов Джунгарского Алатау в правобережной, а так же целая система маловодных периодически действующих водотоков, образующих довольно густую сеть у подножия гор, где они берут начало. Большинство этих малых рек летом пересыхают, и ни один из водотоков не достигает русла р. Или. После выхода из Капшагайского ущелья р. Или несет свои воды по пустынной Прибалхашской равнине к

оз. Балхаш, где, разбившись на многочисленные рукава, заканчивается обширной дельтой.

Река Каратал – вторая по величине и водности река рассматриваемой территории, площадь бассейна 19100 км², длина 390 км. Берет начало на северо-западных склонах Центрального хребта Джунгарского Алатау и образуется от слияния рек Карой и Чиже.

Река Аксу берет начало на северных склонах хребта Джунгарского Алатау на высоте от 3700 до 3800 м абс. Длина ее 316 км, площадь водосбора 5040 км². На значительном протяжении в верхней части река пересекает межгорную котловину (Копальская долина), и прорезав цепь передовых хребтов, выходит на предгорную покатую равнину. В предгорьях р. Аксу разбивается на мелководные рукава и каналы оросительной системы. В равнинной части р. Аксу, сильно меандрируя по широкой пойменной террасе, пересекает песчаную Прибалхашскую равнину, разбиваясь в низовьях на многочисленные протоки и образуя ряд проточных озер (Камышевые озера). Эти протоки и озера заболачивают местность и приводят к образованию сложной дельты. До оз. Балхаш доходят только три рукава реки Аксу.

Река Лепсы в бассейне оз. Балхаш занимает по водности 3 место. Длина ее 417 км, площадь водосбора 8100 км². Истоки р. Лепсы находятся на высоте более 3000 м – в области ледников северного склона хребта Джунгарского Алатау. Основными притоками являются реки Сарымсакты, Аганакты (в верховьях) и левый приток Баскан (в низовьях).

С северных склонов Джунгарского Алатау в сторону оз. Балхаш текут реки Сарканд (правый приток р. Аксу), Баскан, Биен, Кызылагаш и ряд более мелких водотоков.

Река Аягуз образуется слиянием двух рек: Большой Аягуз и Малый Аягуз. Истоки этих рек берут свое начало в северных отрогах хребта Тарбагатай. Длина реки 492 км, площадь водосбора 15700 км. Река Аягуз впадает в оз. Балхаш в северо-восточной его части в виде одного русла.

Характерной особенностью бассейна р. Аягуз является его вытянутая (по длине реки) форма и резкое сужение от истока к устью.

Заболоченность не оказывает существенного влияния на режим рек. Заболоченные территории распространены преимущественно в низовьях рек (в дельте реки Или, болото Омба в низовьях р. Усек, в дельте р. Тентек). Несколько большее регулирующее влияние болот, расположенных в долинах рек Чарын и Текес.

1.9 Озера и водохранилища бассейна озера Балхаш

На рассматриваемой территории насчитывается более 24300 озер и искусственных водоемов. Большинство озер имеет площадь зеркала водной поверхности менее 1 км², 109 озер – от 1 до 50 км² и только 4 озера (Балхаш, Алаколь, Сасыкколь и Кошкарколь) – более 100 км². Суммарная акватория озер и водохранилищ, без озер Балхаш, Алаколь, Сасыкколь и Кошкарколь, равна 2797 км².

Самый большой водоем – оз. Балхаш относится к числу крупнейших бессточных озер Казахстана и СНГ, имеет важное народнохозяйственное значение. Большой размах внутривековых и вековых колебаний водного баланса и уровня озера существенно изменяет его морфометрические характеристики и соответственно условия эксплуатации водоема. Циклические колебания уровня воды и положения береговой линии, сгонно-нагонные явления, сильные ветры и волнения наносят существенный ущерб народному хозяйству и населению прибрежной полосы. Строительство Капшагайского ГЭС на р. Или и развитие орошаемого земледелия в бассейнах южных притоков Балхаша внесли огромное изменение в водный баланс и уровенный режим озера.

Мелки озера распределены по рассматриваемой территории весьма неравномерно. Большинство малых естественных водоемов расположено в

низовьях крупных рек и вдоль побережья больших озер. Более 20000 озер насчитывается в дельте реки Или. Очень мало озер в Северном Прибалхашье. Почти совсем нет озер в Южном Прибалхашье. Более 1000 озер насчитывается в северной части бассейна р. Или на участке от госграницы до дельты. Около 1400 озер расположено в бассейнах рек Лепсы и Аксу. В бассейне р. Каратал 334 озера, в бассейнах рек Алакольской впадины (Тентек, Урджар, Эмель, Каракол) около 530 озер. В предгорных районах наибольшее распространение имеют озера конечных речных разливов, пойменные озера и озера-плесы временных водотоков.

1.10 Болота

Болота в рассматриваемой территории имеют ограниченное распространение. Они встречаются на участках расширений речных долин и пересечений руслами рек межгорных котловин (болота Кеген-Каркаринской и Текесской впадин), а так же в приустьевых участках рек Или, Чарын, Чилик, Борохудзир, Учек, Аксу, Тентек, Урджар, Каракол, и др. Наиболее обширные заболоченные пространства расположены вдоль юго-западного побережья оз. Балхаш, по южному и северному побережью оз. Сасыкколь.

1.11 Подземные воды

Подземные воды распространены повсеместно, но условиях их формирования, транзита, разгрузки и химический состав весьма разнообразны. В горах на мелкосопочной равнине Северного Прибалхашья преимущественно распространением пользуются трещинные воды, приуроченные к различным литологическим комплексам жестких палеозойских пород. В пределах межгорных и предгорных впадин, заполненных рыхлыми мезозойскими и кайнозойскими отложениями, формируются поровые грунтовые и напорные

воды. К впадинам приурочены артезианские бассейны, наиболее крупными из которых являются Балхашский, Алакольский и Илийские, и мелкие, такие как Текесский, Кегено-Каркаринский, Джаналашский, Сюгатинский, Коскудукский, Басчий-Конуроленский, Кугалинский.

1.12 Климат

Республика Казахстан расположена в центральной части Евразии, ее значительная удаленность от океанов, отсутствие преград для свободного перемещения воздушных масс с севера на юг и с запада на восток определяют особенности континентального климата (резкие контрасты температуры воздуха зимы и лета, дня и ночи, засушливый характер).

Большая протяженность территории предопределяет существенные различия в климатических условиях северных и южных, а так же центральных, западных и восточных областей. Эта неоднородность более всего проявляется зимой, когда территория оказывается под влиянием западного отрога сибирского антициклона. Летом, в связи с прогреванием подстилающей поверхности, на территории Казахстана формируется термическая депрессия. Большую изменчивость погоды, особенно в переходные сезоны, обуславливают выходы южных циклонов, а так же северные и северо-западные вторжения [9].

Равнинный характер поверхности большей части территории страны определяет широтную географическую зональность ее климатов. Лишь в горных районах юго-востока и востока республики формируются климаты предгорных равнин и гор с вертикальной географической поясностью.

Распределение температуры воздуха на территории Казахстана в целом носит зональный характер и меняется с севера на юг. В равнинно-низкогорной части страны среднегодовые и среднемесячные температуры изменяются с севера на юг, а в высокогорных областях – с поднятие местности над уровнем моря. Среднегодовая температура воздуха на всей равнинно-низкогорной части

республики положительна. На севере она около плюс 1 плюс 2 °С, а на крайнем юге достигает от плюс 13 до плюс 14 °С. В высокогорных областях с поднятием вверх средняя температура воздуха понижается (до минус 1.5 °С на самой высокогорной станции Мынжилки, 3017 м над уровнем моря).

Самый холодный месяц в Казахстане – январь, средняя многолетняя температура воздуха колеблется от минус 22 до минус 27 °С в северо-восточной горной части республики и от минус 16 до минус 18 °С на севере, достигая минус 0.9 °С на юге. Абсолютные минимальные температуры воздуха на равнинах в отдельные дни могут достигать от минус 4 до минус 47 °С. Самое холодное место в республике Атбасар, здесь абсолютный минимум температуры воздуха равен минус 57 °С. В зимние месяцы на всей территории страны возможны оттепели [9].

Самым жарким месяцем в году является июль. Средняя многолетняя июльская температура воздуха равнинных районов на севере составляет плюс 19 °С, на юге плюс 29.7 °С, при этом в горных районах северо- и юго-востока она значительно ниже, чем в других районах. Абсолютные максимальные температуры воздуха на большей части территории республики достигают плюс 44 °С, а на крайнем юга возможна жара до плюс 51 °С.

Внутриконтинентальное положение территории Казахстана характеризуется большой амплитудой температуры воздуха, а так же значительными изменениями температуры в течение суток. Среднегодовая амплитуда температур воздуха на севере республики равна от 36 до 41 °С, на юге от 28 до 39 °С, причем в восточных районах республики она может достигать и 43 °С. Среднесуточная амплитуда температуры воздуха в январе на севере около 8 – 9 °С, на юге около 8 – 10 °С, тогда как в июле на севере около 12 °С, на юге до 19 °С. Наибольшие суточные колебания температуры воздуха наблюдаются в пустынных районах и могут достигать 30 °С.

Крупные водные объекты, такие, как Каспийское и Аральское моря, Балхаш, Жайсан, Тениз и ряд других озер, влияют на климат в основном в

теплое время года, определяя формирование местной бризовой циркуляции, приводящей к некоторому снижению максимальных и повышению минимальных суточных температур воздуха в близлежащих районах [9].

Термический режим предгорных и горных районов Казахстана резко отличается от такого прилегающих к ним равнин. Температура воздуха в горах обычно ниже, чем на равнинах, причем с высотой амплитуда температуры уменьшается. Здесь четко проявляются местные особенности климата – горно-долинная циркуляция, фены, которые вносят своеобразие в суточный режим температуры воздуха. Высота и экспозиция горных склонов, характер изрезанности рельефа, глубина и ширина горных долин, их взаимное расположение и ряд других факторов создают особые условия для формирования здесь разнообразных микроклиматов и своеобразие местных термических условий [9].

Среднегодовые значения относительной влажности воздуха по территории Казахстана увеличиваются от 50 до 55 % в пустынных районах на юге от 70 до 75 % на севере. В предгорных и горных районах Казахстана, а так же вблизи крупных водоемов (Каспийское и Аральское моря) относительная влажность воздуха несколько выше, чем в близлежащих районах.

Зимой поле значений относительной влажности практически однородно и колеблется от 70 до 80 %. Весной пространственное распределение относительной влажности приобретает зональный характер, сходный с распределением температуры воздуха. В северной половине Казахстана и в горных районах значения равны 60 – 70 %, на остальной территории лежат в пределах от 51 до 55 %. Летом общий зональный характер распределения влажности воздуха сохраняется, но значения значительно уменьшаются, достигая минимума (менее 40 %) в южных районах Казахстана. На севере Казахстана и в горных районах относительная влажность воздуха составляет от 50 до 65 %. Осенью поле относительной влажности воздуха практически полностью совпадает с полем распределения среднегодовых ее значений.

Для Казахстана характерно неравномерное распределение осадков по территории и недостаточное их количество. Если на севере в среднем за год выпадает от 300 до 400 мм осадков, то на юге их среднегодовое количество не превышает 100 – 150 мм, в горных и предгорных районах юга, юго-востока и востока республики годовая сумма осадков увеличивается до 400 – 600 мм, местами до 800 – 900 мм. На значительной части территории преобладают осадки теплового периода, количество которых составляет на севере от 190 до 290 мм (70 – 80 % их годового количества), на юге осадков выпадает мало от 50 до 100 мм, с увеличением в предгорных и горных районах до 300 – 600 мм (40 – 50 % годовой нормы). В холодный период года во время господства сибирского антициклона на большей части территории Казахстана осадков выпадает значительно меньше, всего от 60 до 100 мм (20 – 30 % годовой суммы), в предгорных и горных районах юго-востока и востока от 100 до 200 мм (30 – 40 %). На юге преобладают осадки холодного периода. Благодаря прохождению через эти районы южных циклонов здесь выпадает от 600 до 100 мм, что составляет 50 – 60 % годового количества осадков, в горных районах юга страны осадки возрастают до 450 мм (70 – 80%) [9].

Осадки повсеместно отличаются значительной изменчивостью из месяца в месяц и из года в год, так что количество их может значительно отличаться от среднего многолетнего значения. Количество осадков, выпадающих на равнинной части Казахстана, существенно меньше величины испаряемости. Так, на умеренно влажном севере может испариться за год от 500 до 600 мм, что в 2 – 2.5 раза превышает количество выпадающих здесь осадков. На засушливом юге величина годовой испаряемости достигает от 1000 до 1200 мм, т.е. в 9 – 10 раз больше годовой суммы осадков. Это свидетельствует о большой сухости климата Казахстана, которая выражается в широком распространении сухостепных и пустынных ландшафтов.

На территории Балхаш-Алакольского водохозяйственного бассейна годовые суммы осадков возрастают от 150 мм в Прибалхашье до 800 – 900 мм в

горах Илейского Алатау. В годовом ходе преобладают осадки теплого периода с двумя максимумами: весной (апрель – май) и осенью (октябрь – ноябрь) и одним минимумом (август – сентябрь). Так, годовая сумма осадков на метеостанции Баканас составляет 184 мм. Осадки теплого периода – 111 мм, холодного – 73 мм; май – 22 мм, август – 9 мм, ноябрь – 20 мм. Сумма осадков на метеостанции Алматы: годовая – 651 мм, теплый период – 422 мм, холодный период – 229 мм; апрель – 108 мм, август – 26 мм.

Среднее квадратичное отклонение изменяется от 10 до 35 мм в теплый период до 8 – 20 мм в холодный период. Минимальное значение составляет 6.9 мм в январе (метеостанция Баканас), максимальное значение – 44.4 мм в апреле (метеостанция Алматы) [9].

Коэффициент вариации количества осадков так же изменяется от месяца к месяцу и по сезонам года. Среднее значение C_v по бассейну за теплый период равно 0.7, за холодный – 0.5, а по станциям, входящим в бассейн, колеблется от 0.4 в январе до 1.3 в августе.

2 Исходные данные и методы исследования

Для исследования изменчивости уровня и термического режима озер Казахстана использовались данные наблюдений гидрометеорологической сети филиала Республиканского Государственного Предприятия на праве хозяйственной деятельности "Казгидромет" Министерства Энергетики Республики Казахстан по Акмолинской области :

1) по гидрологическим постам:

а) оз. Балхаш – г. Балхаш – среднемесячные и среднегодовые уровни воды с 1937 по 2008 гг.;

б) оз. Балхаш – ГМО Балхаш – среднемесячные и среднегодовые уровни воды с 1960 по 1986 гг.;

в) оз. Балхаш – залив Карашиган – среднемесячные и среднегодовые уровни воды с 1942 по 1984 гг.;

г) оз. Балхаш – жд.ст. Чиганак – среднемесячные и среднегодовые уровни воды с 1953 по 1984 гг.;

д) оз. Балхаш – жд.ст. Мынарал – среднемесячные и среднегодовые уровни воды с 1961 по 2003 гг., с дискретностью 1961 - 1997г., 1999 - 2003 гг.;

е) оз. Балхаш – жд.ст. Сарышаган – среднемесячные и среднегодовые уровни воды с 1960 по 1997 гг.;

ж) оз. Балхаш – о. Алгазы – среднемесячные и среднегодовые уровни воды с 1951 по 2008 гг., с дискретностью 1951-1997 гг.;

2) по метеорологической станции о. Алгазы – среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха и среднемесячные осадки с 1935 по 2014 гг.

Для обработки полученных данных использовалась программа GRAPHNER.

3. Анализ полученных данных

Для достижения цели и задач по выявлению изменчивости статистических характеристик и наличия трендов были построены совмещенные графики среднемесячных уровней и среднемесячных осадков, а так же статистические графики в программе GRAPHER.

Таблица 3.1 – Морфометрические характеристики оз. Балхаш при уровне воды 342 м

Характеристика	Единица измерения	Величина
Длина озера	км	614
Наибольшая ширина	км	70
Средняя ширина	км	30
Длина береговой линии	км	2383
Площадь водного зеркала	км ²	18200
Наибольшая глубина	м	26.5
Средняя глубина	м	5.8
Объем воды	км ³	106

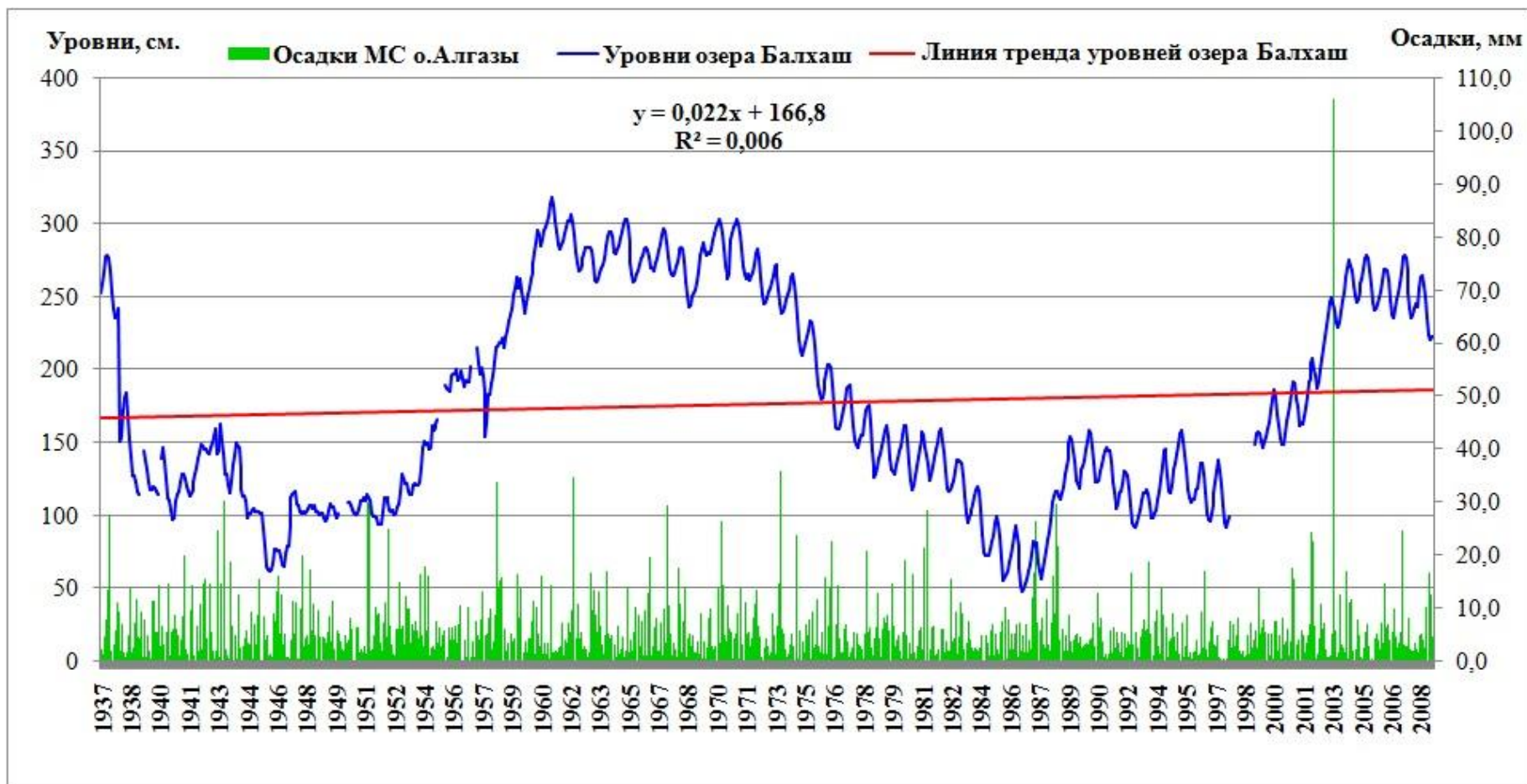


Рисунок 3.1 – График среднемесячных уровней воды озера Балхаш и среднемесячных осадков по МС о. Алгазы

за 1937 – 2008 гг.

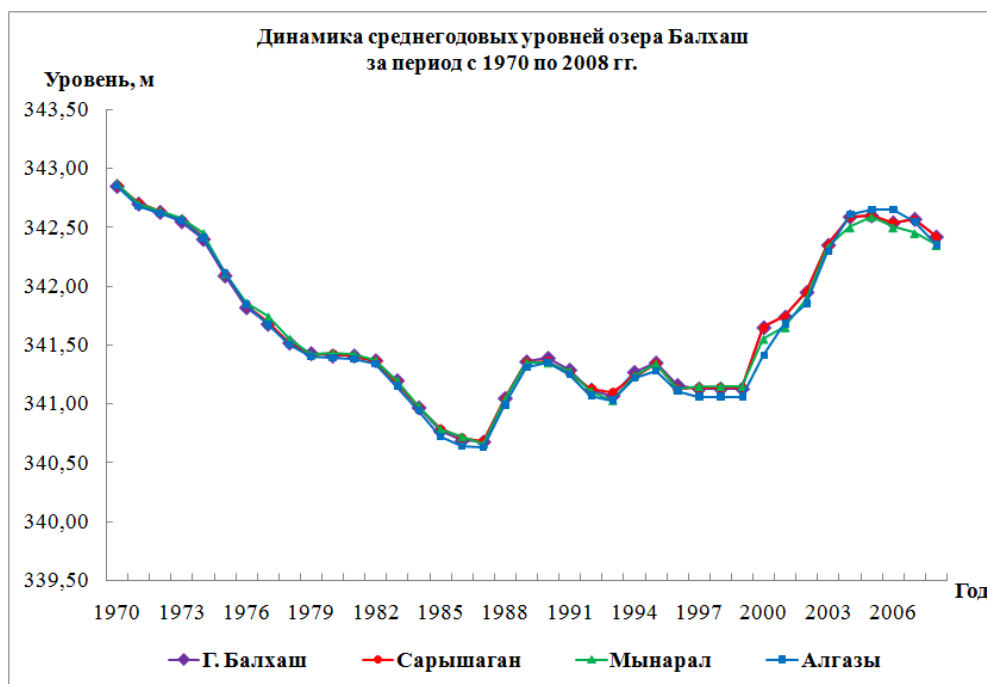


Рисунок 3.2 – Динамика среднегодовых уровней озера Балхаш за период с 1970 по 2008 гг.

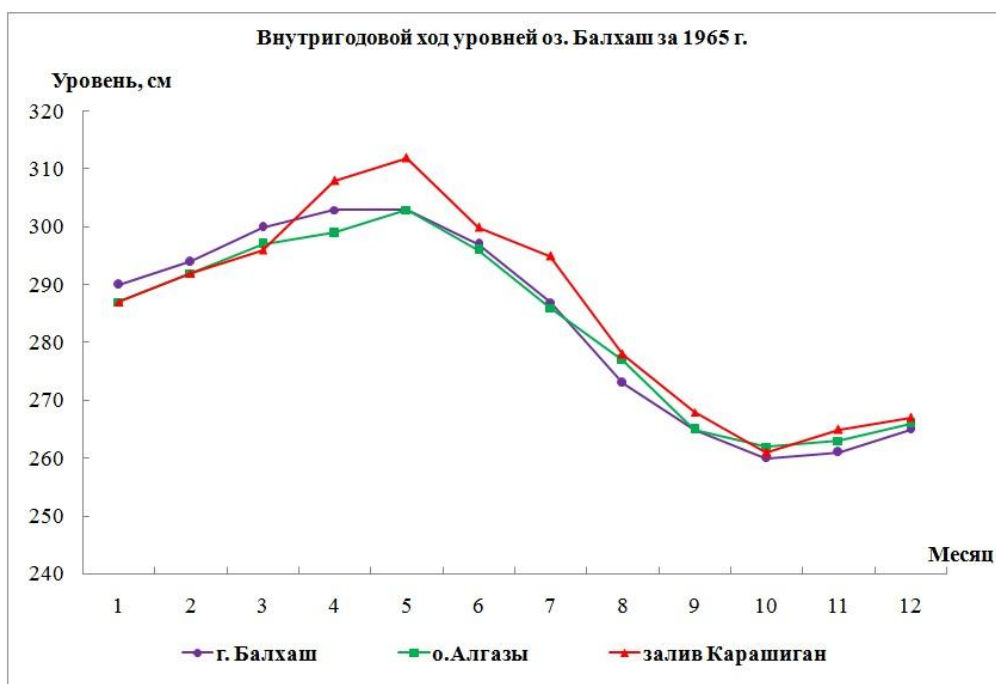


Рисунок 3.3 – Внутригодовой ход уровней оз. Балхаш за 1965 г.: 1 – г. Балхаш, 2 – о. Алгазы, 3 – ж.-д. ст. Карашиган



Рисунок 3.4 – Внутригодовой ход уровней оз. Балхаш за 1980 г.: 1 – г. Балхаш, 2 – о. Алгазы, 3 – ж.д. ст. Мынарал, 4 – ж.д. ст. Сарышаган.

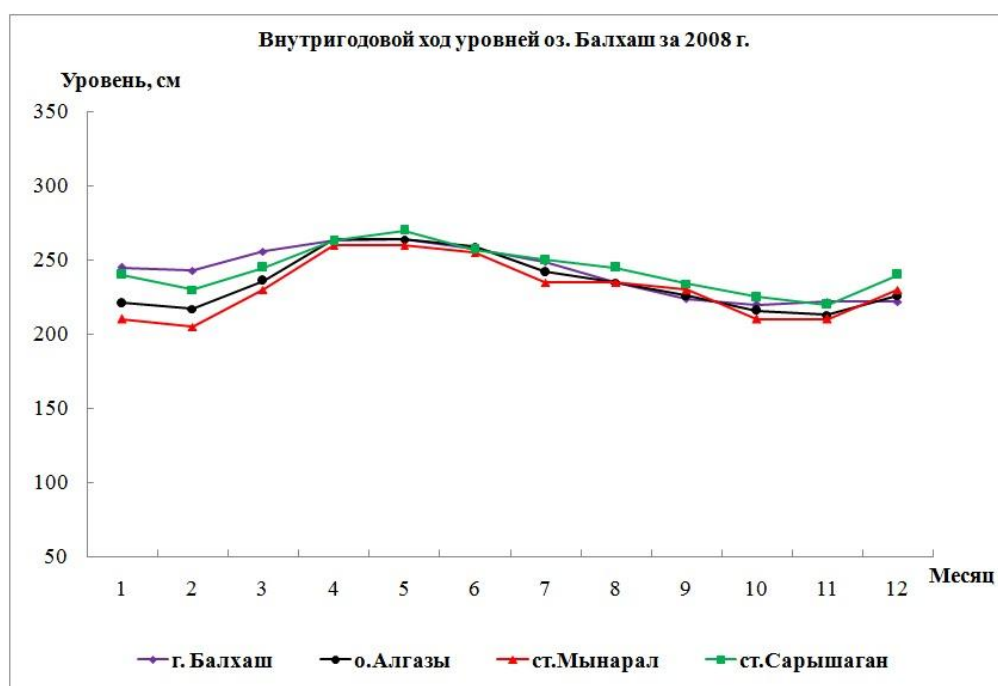


Рисунок 3.5 – Внутригодовой ход уровней оз. Балхаш за 2008 г.: 1 - г. Балхаш, 2 – о. Алгазы, 3 – ж.д. ст. Мынарал, 4 – ж.д. ст. Сарышаган

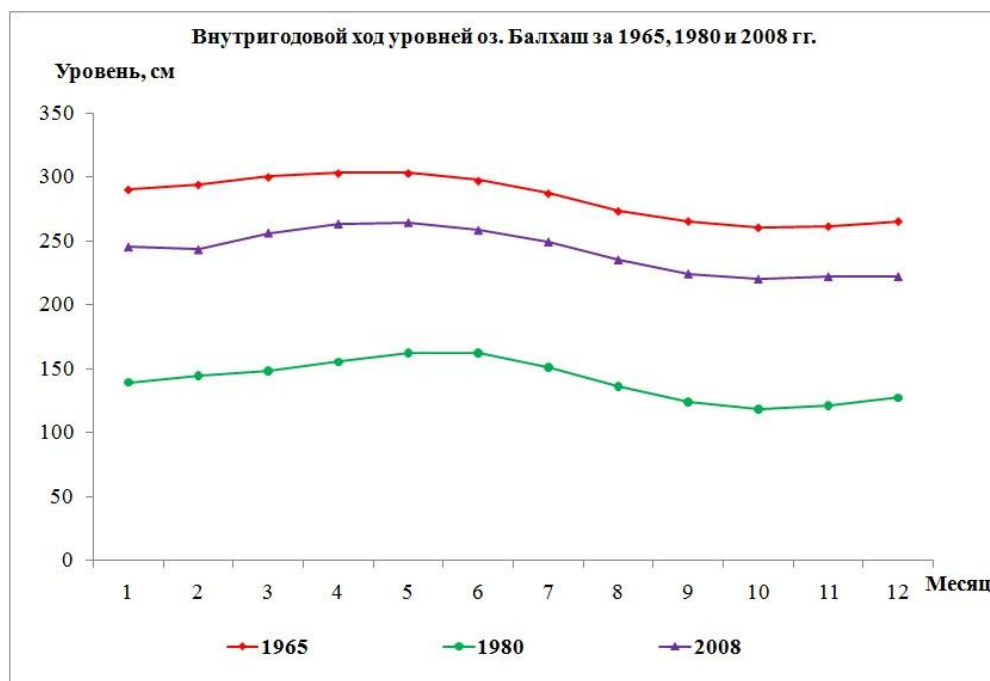


Рисунок 3.6 – Внутригодовой ход уровней оз. Балхаш за 1965, 1980 и 2008 гг.

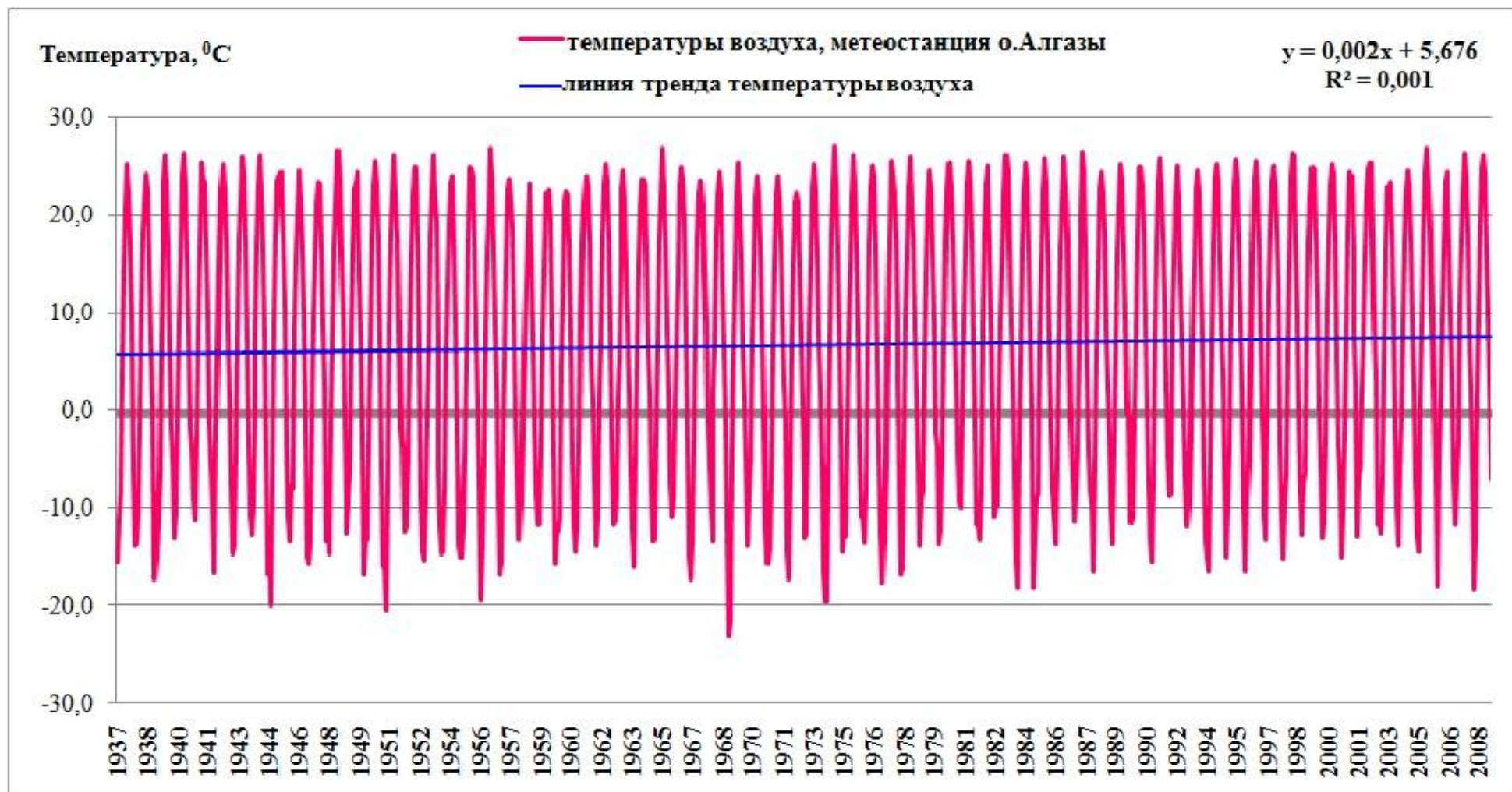


Рисунок 3.7 – График среднемесячных температур воздуха за 1937– 2008 гг., метеостанция о. Алгасы

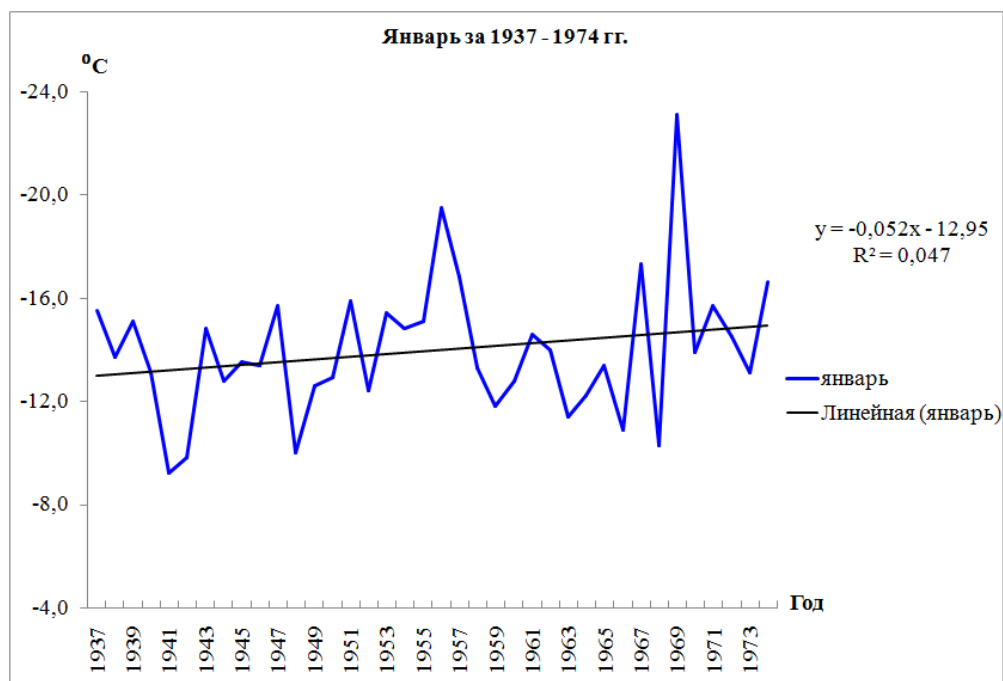


Рисунок 3.8 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за январь 1937 – 1974 гг.

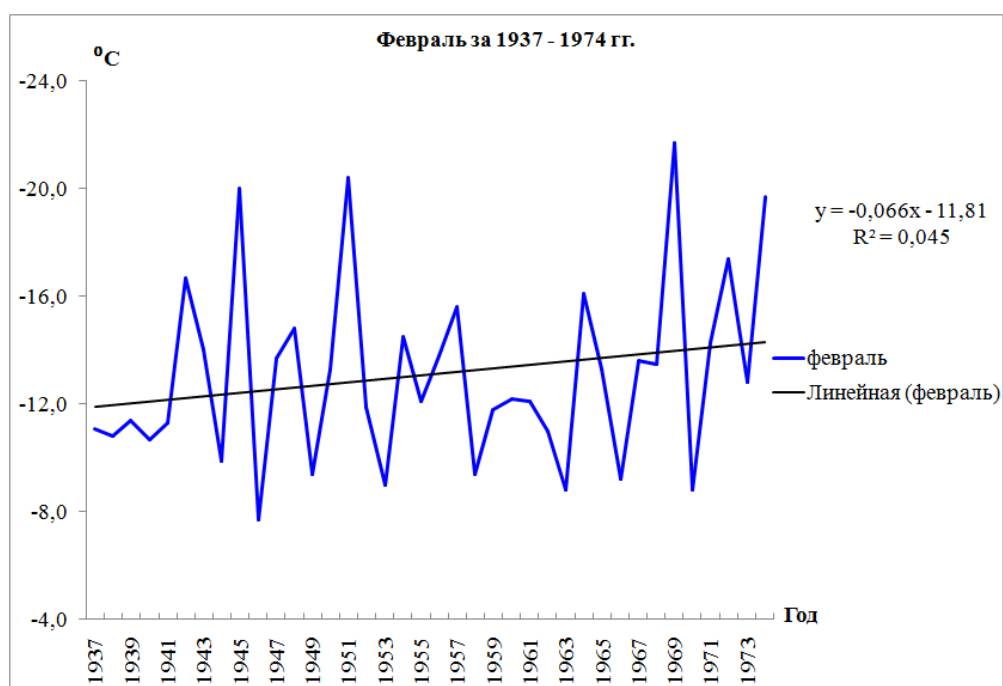


Рисунок 3.9 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за февраль 1937 – 1974 гг.

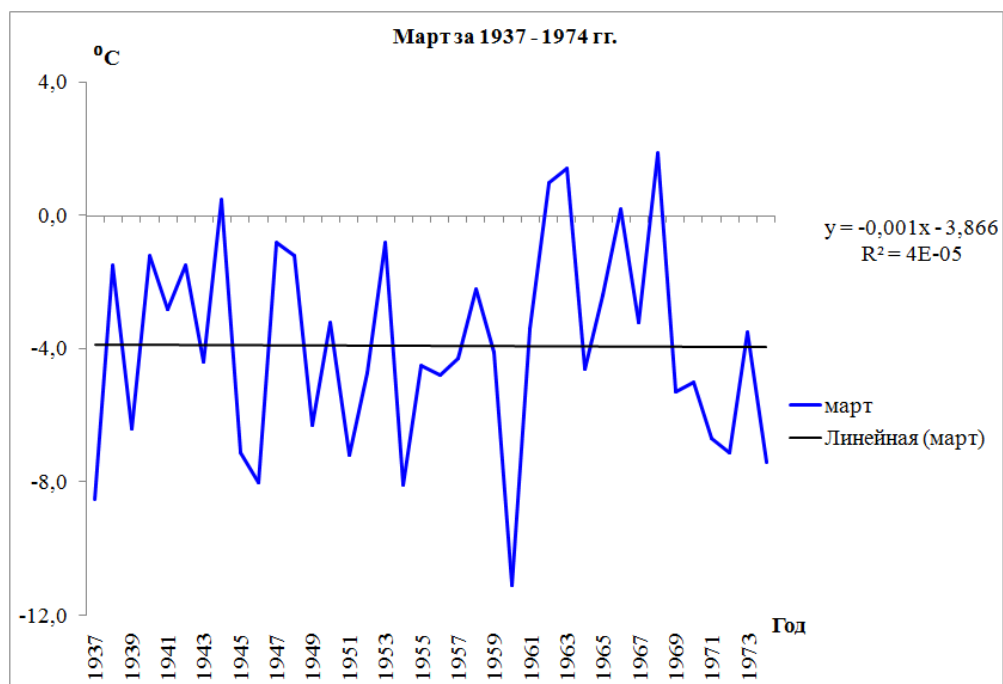


Рисунок 3.10 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за март 1937 – 1974 гг.

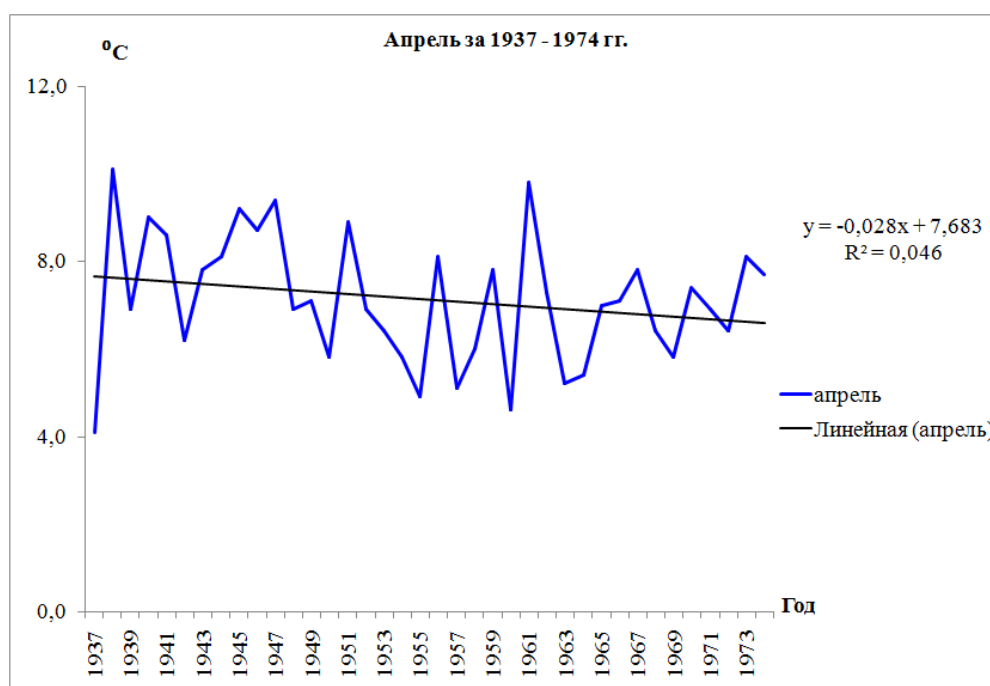


Рисунок 3.11 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за апрель 1937 – 1974 гг.

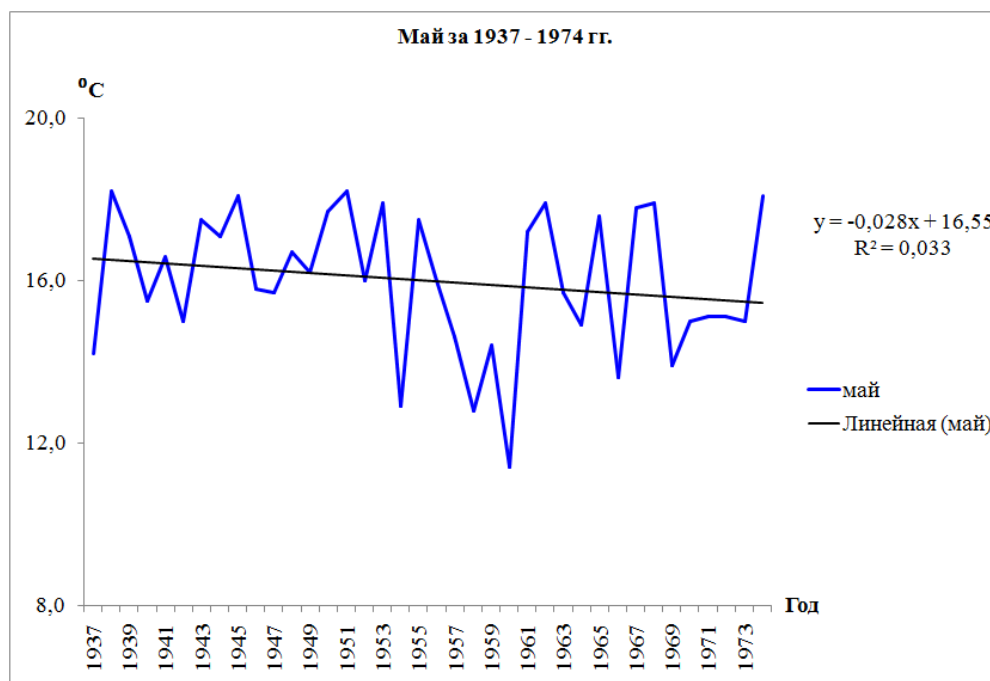


Рисунок 3.12 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха
МС о. Алгазы за май 1937 – 1974 гг.

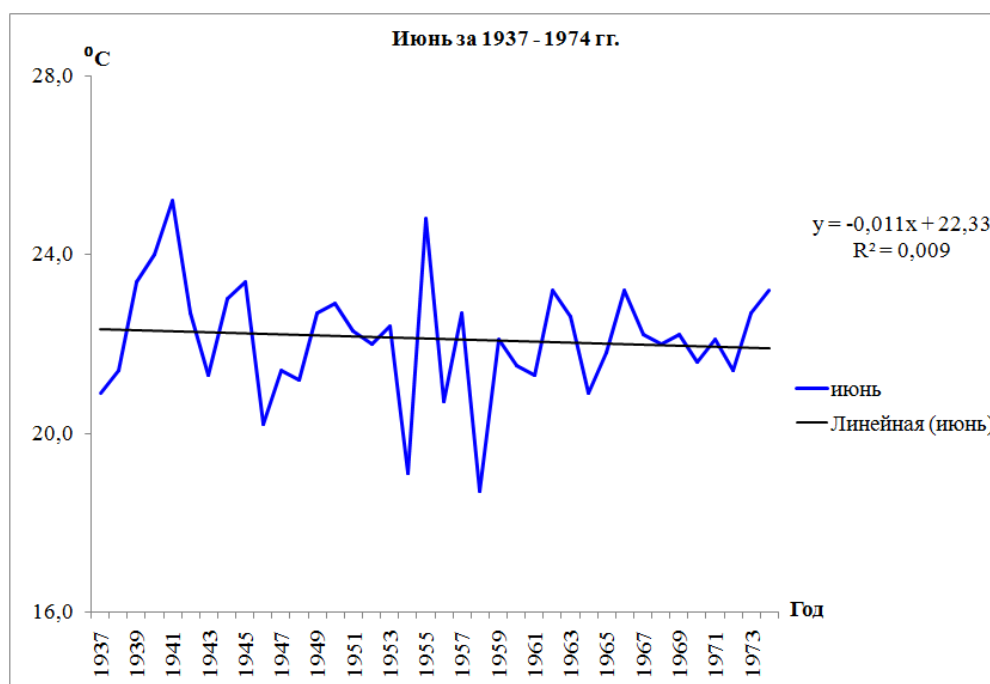


Рисунок 3.13 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха
МС о. Алгазы за июнь 1937 – 1974 гг.

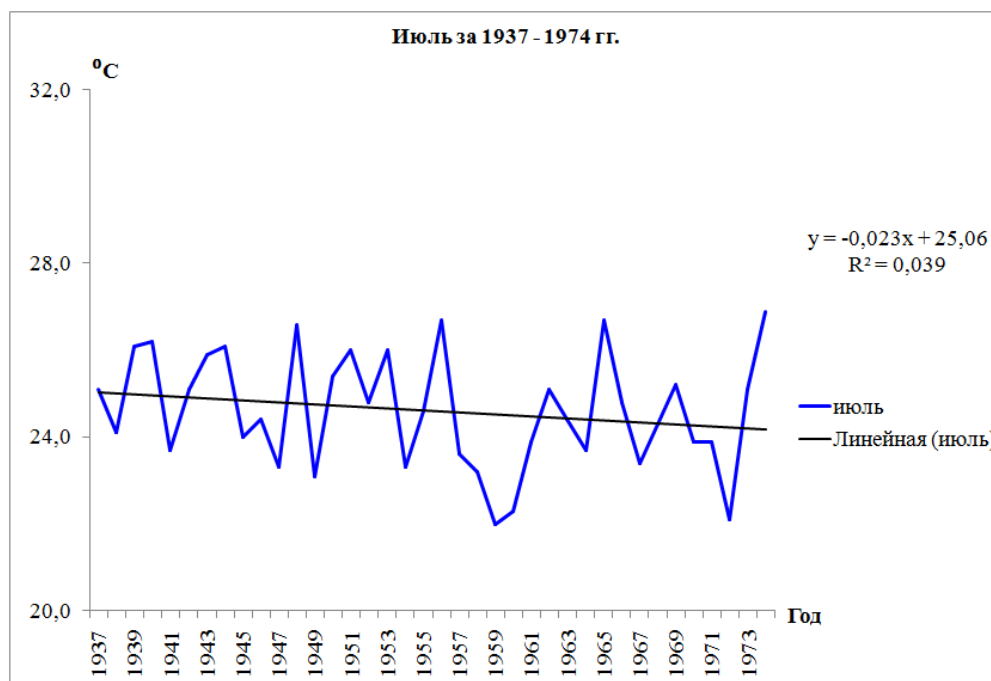


Рисунок 3.14 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за июль 1937 – 1974 гг.

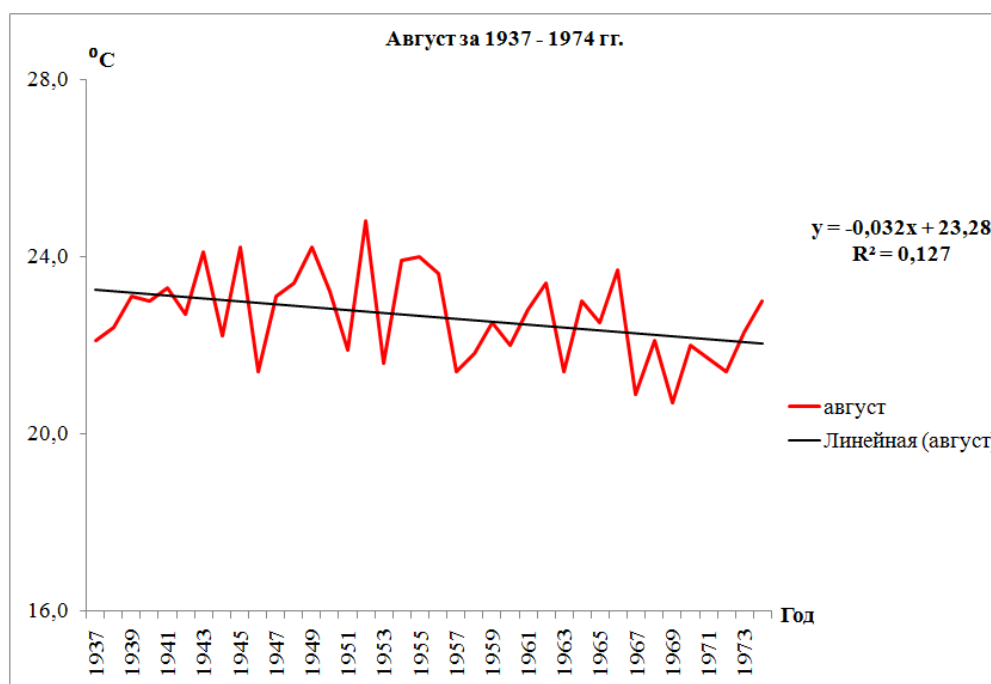


Рисунок 3.15 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за август 1937 – 1974 гг.

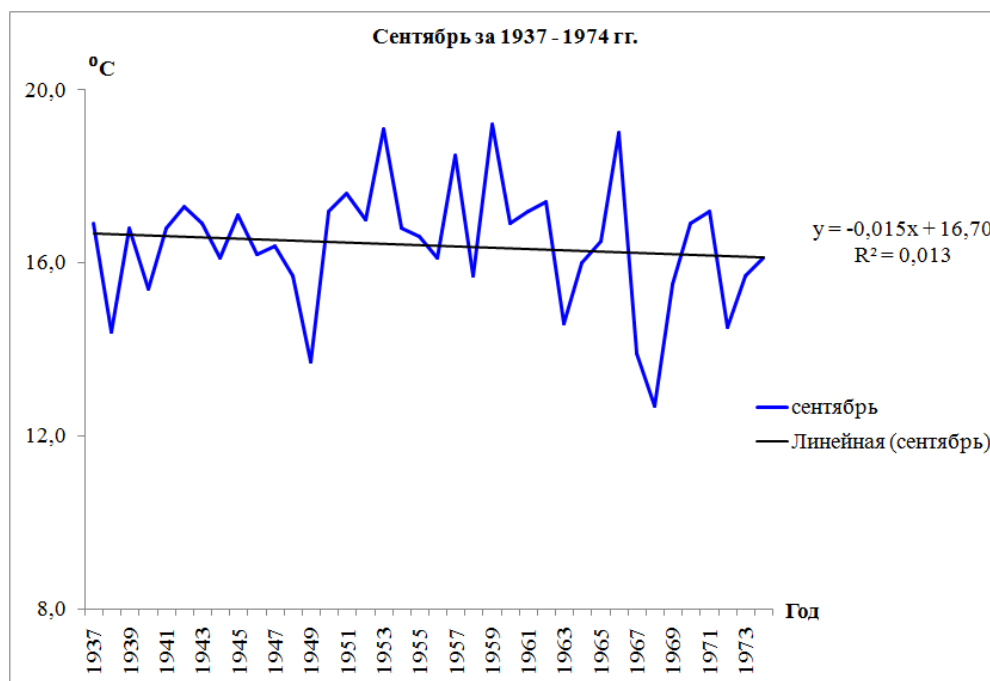


Рисунок 3.16 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за сентябрь 1937 – 1974 гг.

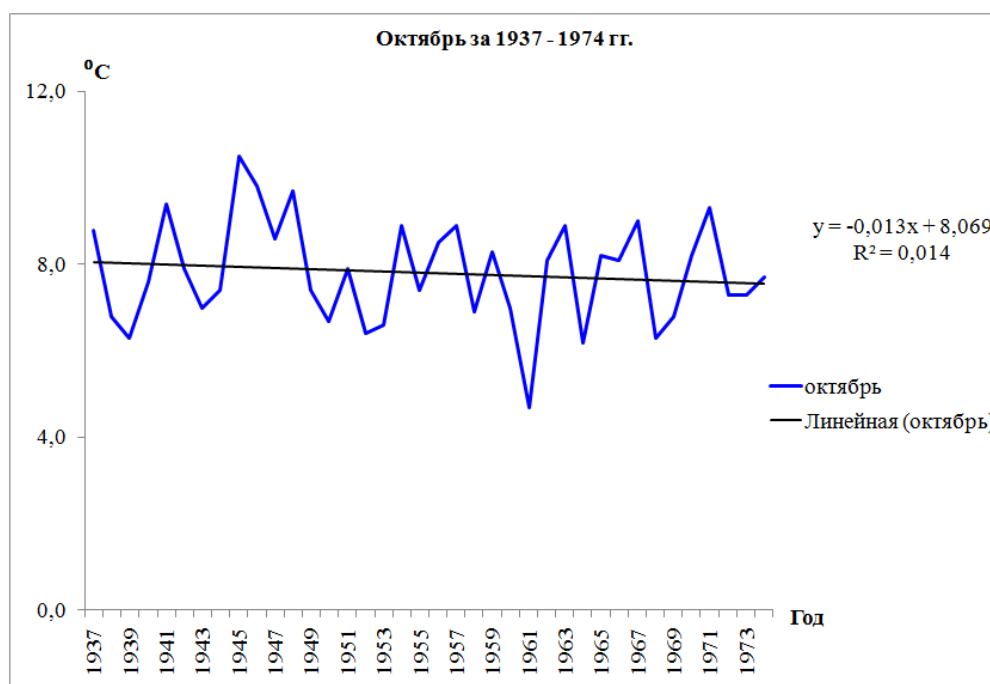


Рисунок 3.17 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за октябрь 1937 – 1974 гг.

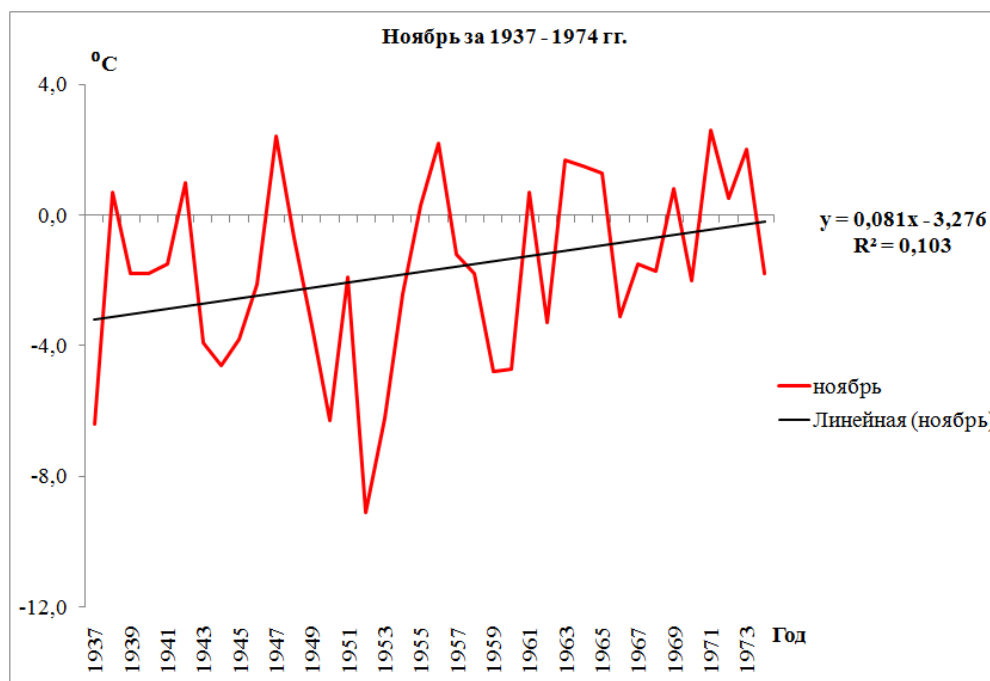


Рисунок 3.18 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за ноябрь 1937 – 1974 гг.

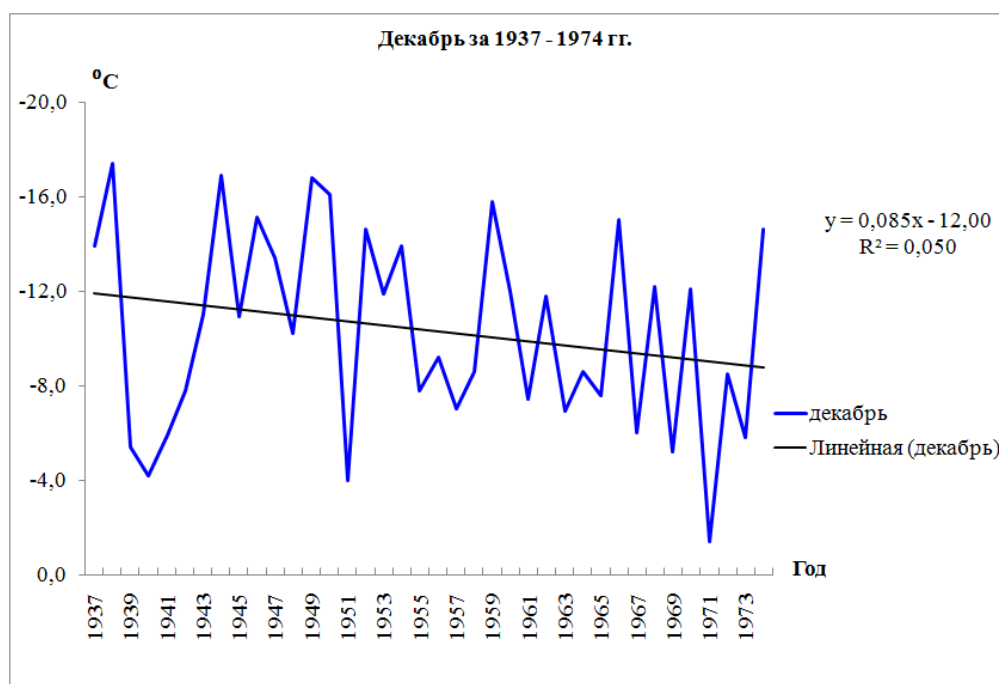


Рисунок 3.19 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за ноябрь 1937 – 1974 гг.

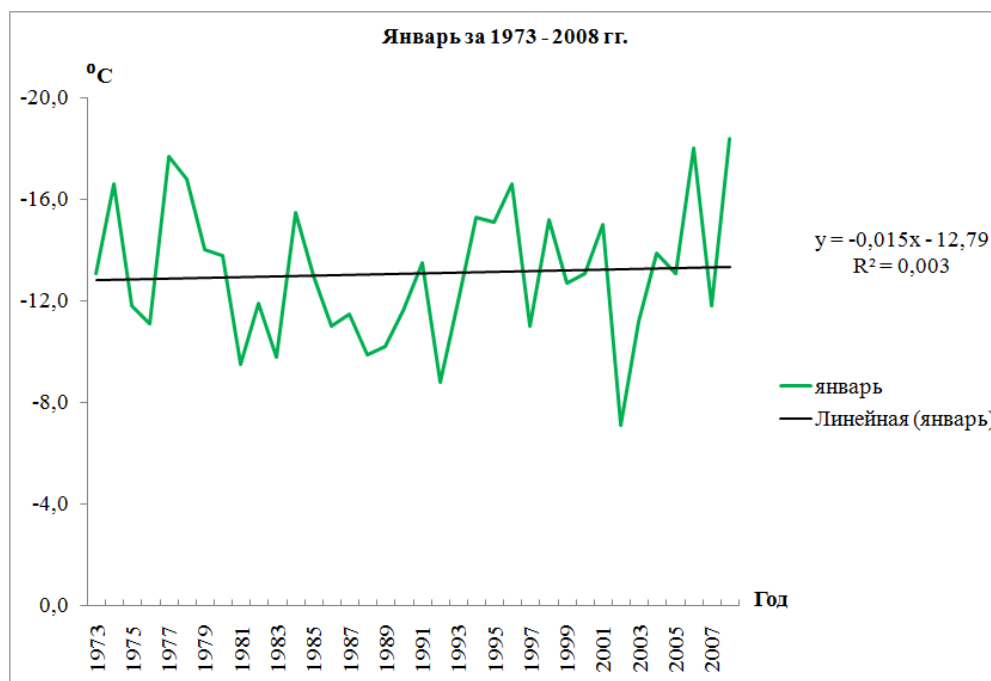


Рисунок 3.20 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха
МС о. Алгазы за январь 1973 – 2008 гг.

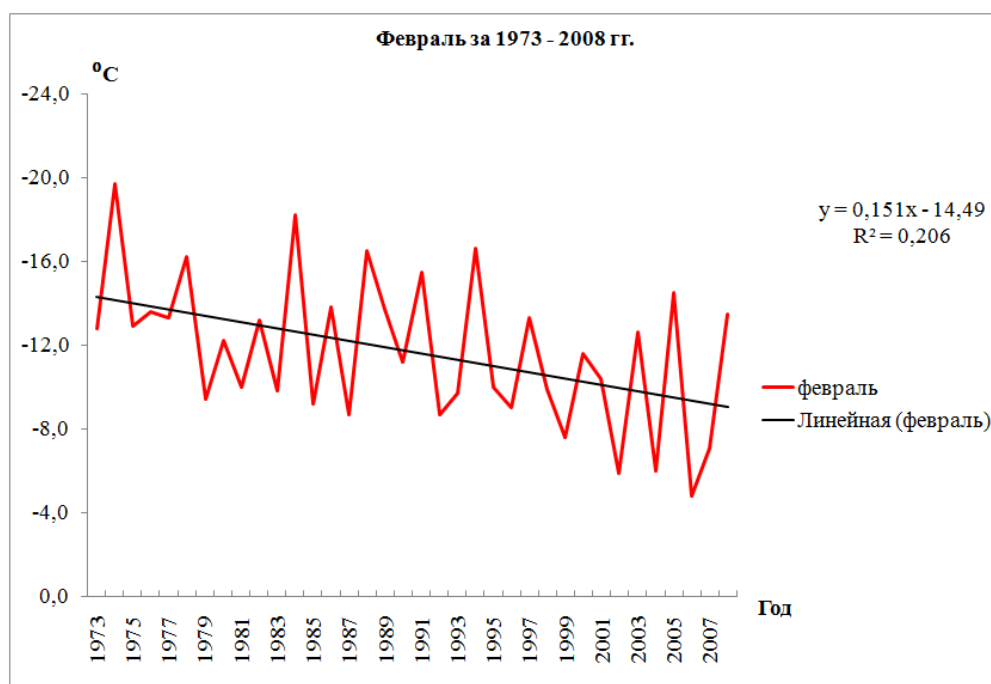


Рисунок 3.21 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха
МС о. Алгазы за февраль 1973 – 2008 гг.

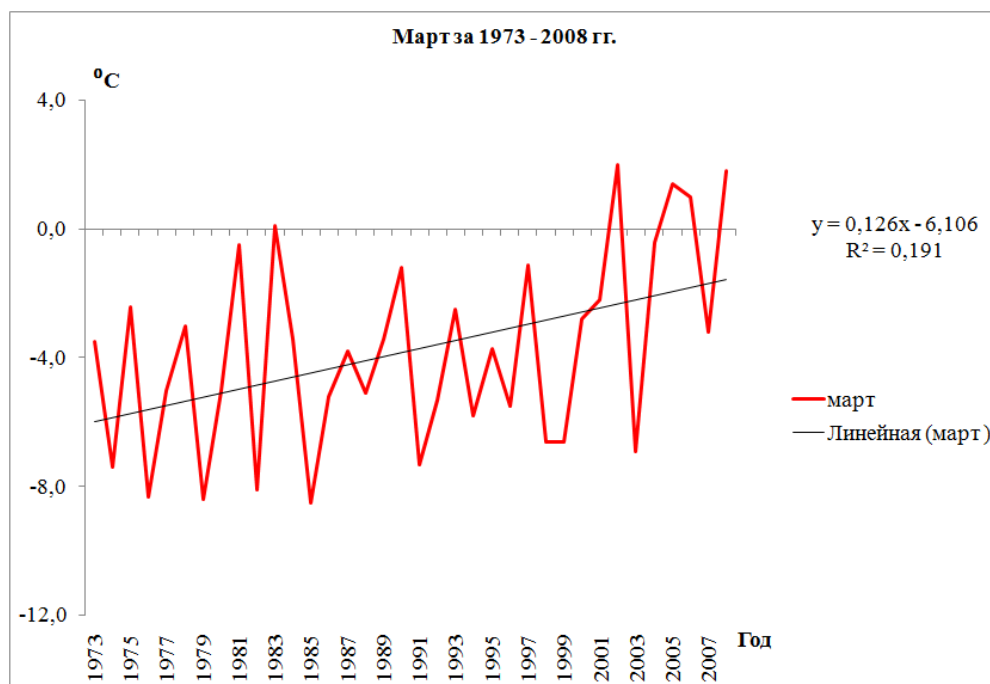


Рисунок 3.22 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха
МС о. Алгазы за март 1973 – 2008 гг.

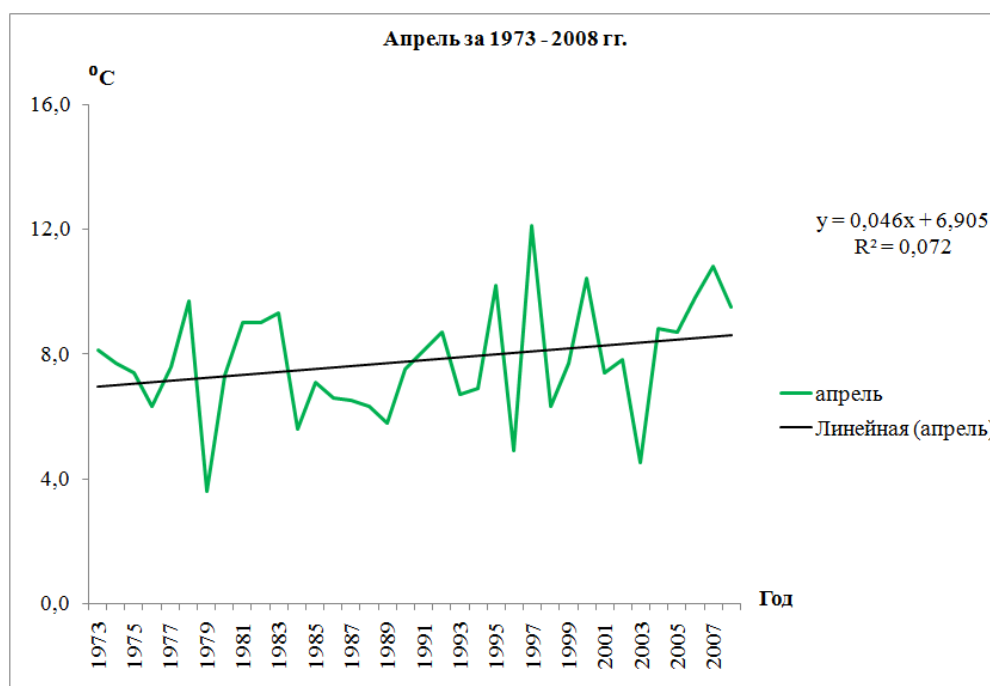


Рисунок 3.23 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха
МС о. Алгазы за апрель 1973 – 2008 гг.

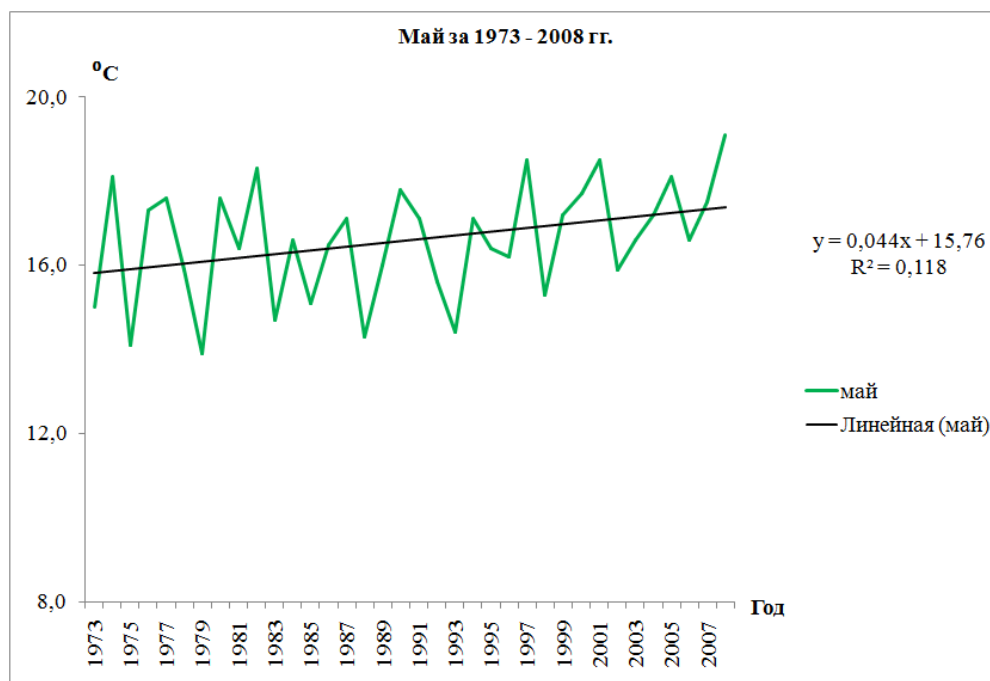


Рисунок 3.24 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха
МС о. Алгазы за май 1973 – 2008 гг.

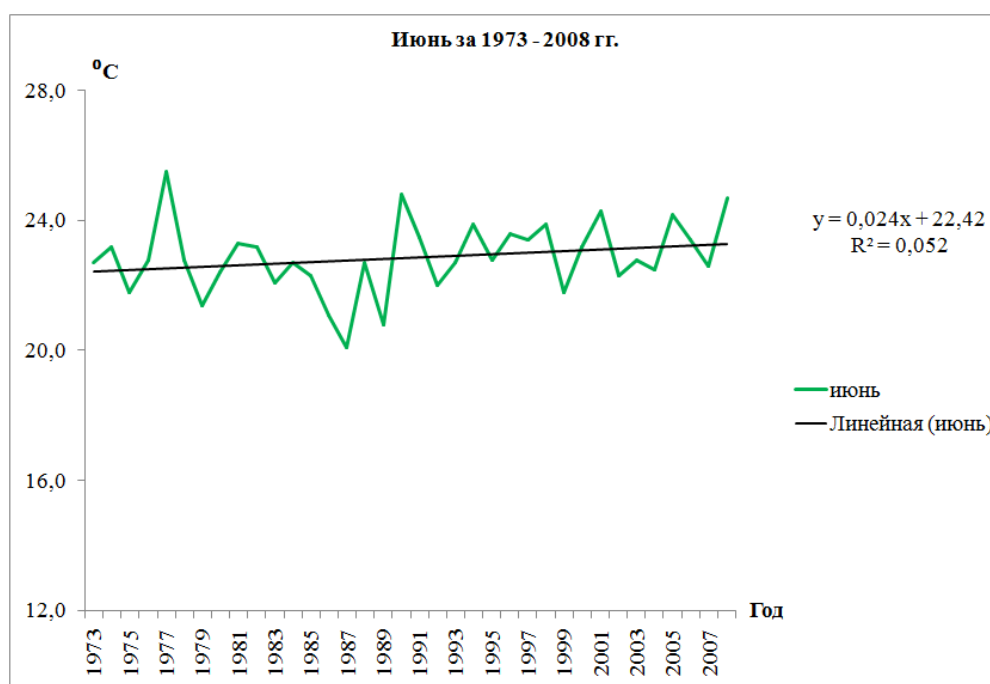


Рисунок 3.25 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха
МС о. Алгазы за июнь 1973 – 2008 гг.

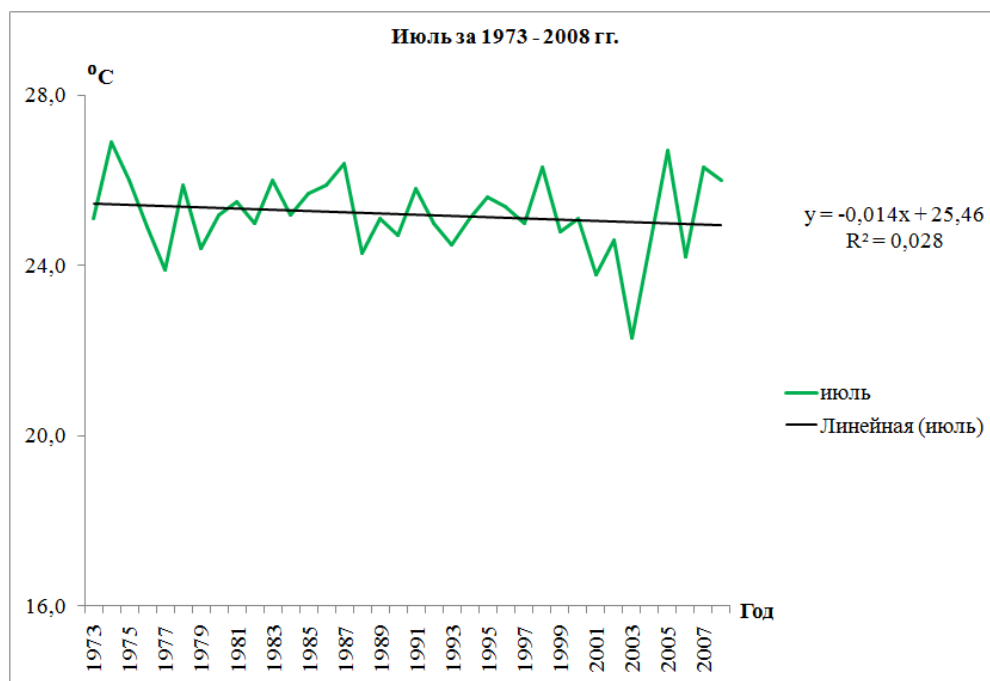


Рисунок 3.26 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за июль 1973 – 2008 гг.

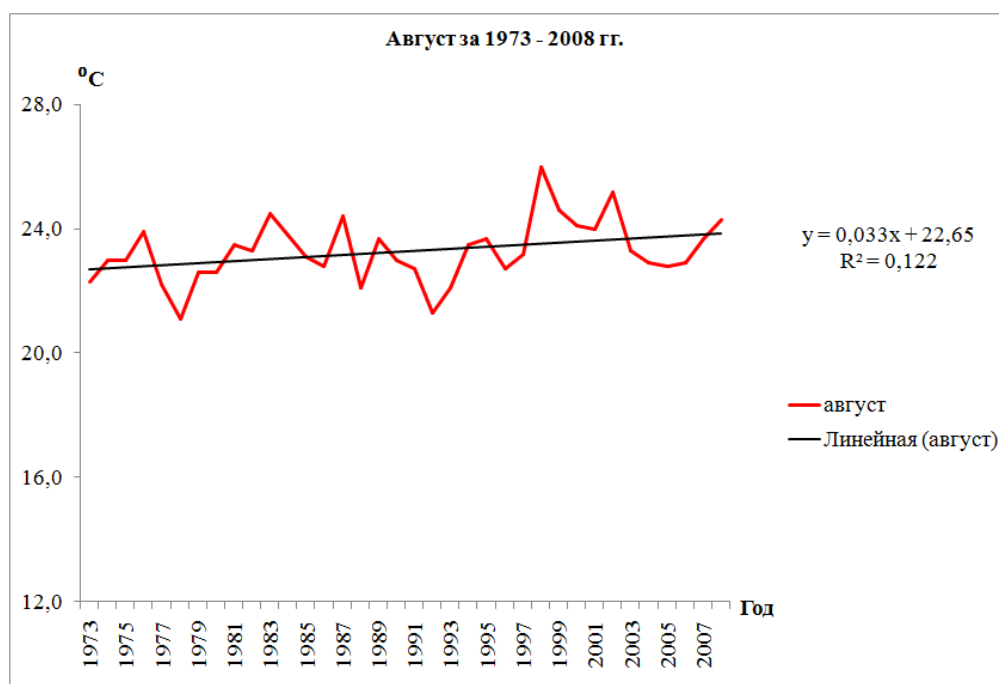


Рисунок 3.27 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за август 1973 – 2008 гг.

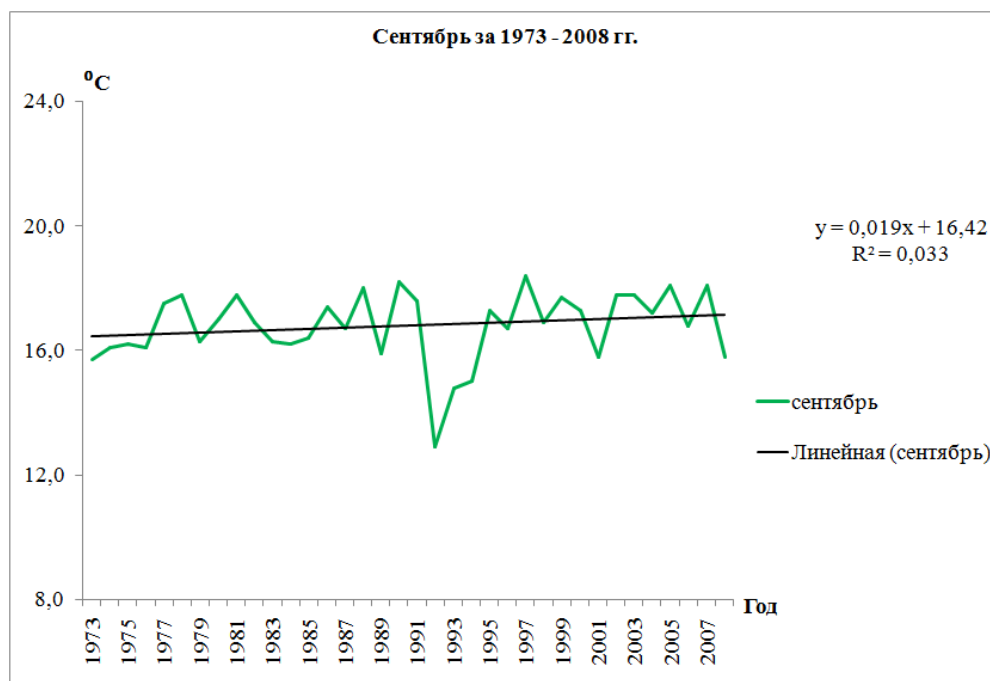


Рисунок 3.28 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за сентябрь 1973 – 2008 гг.

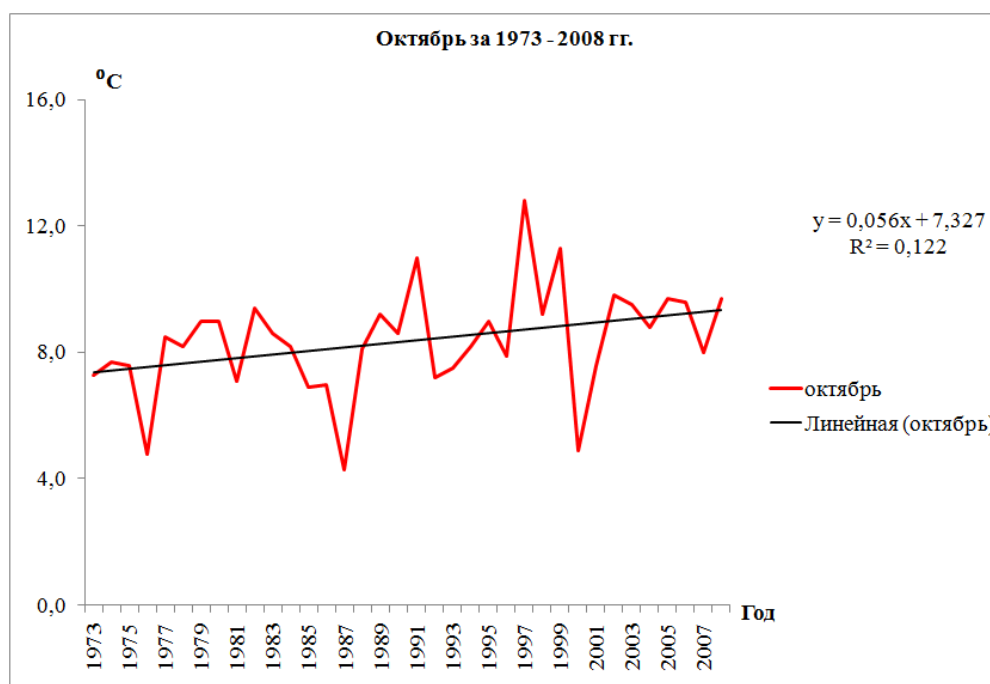


Рисунок 3.29 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за октябрь 1973 – 2008 гг.

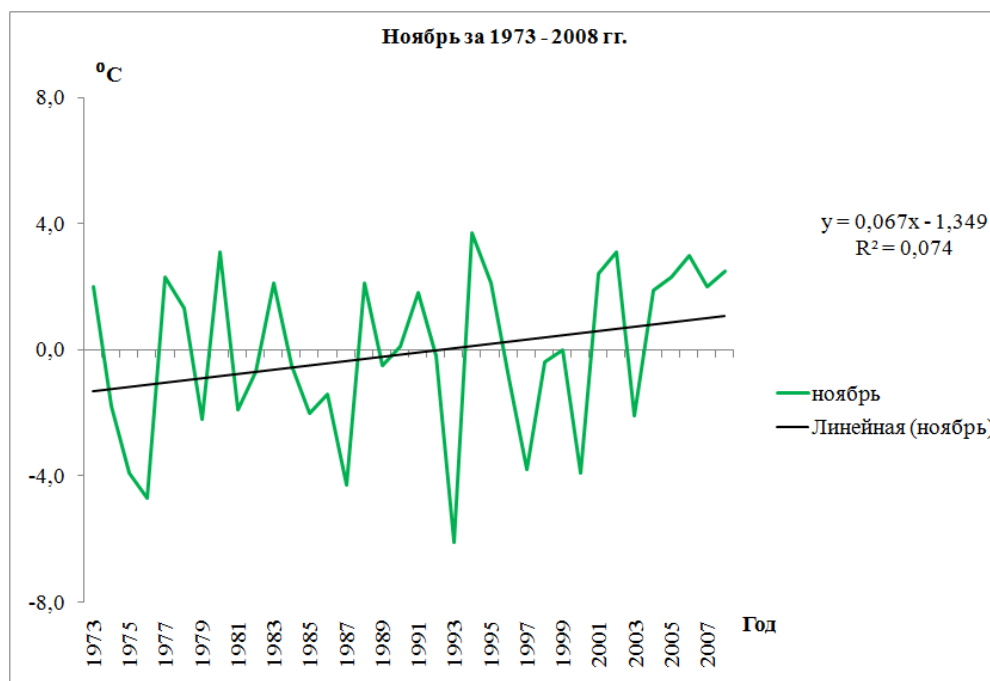


Рисунок 3.30 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за ноябрь 1973 – 2008 гг.

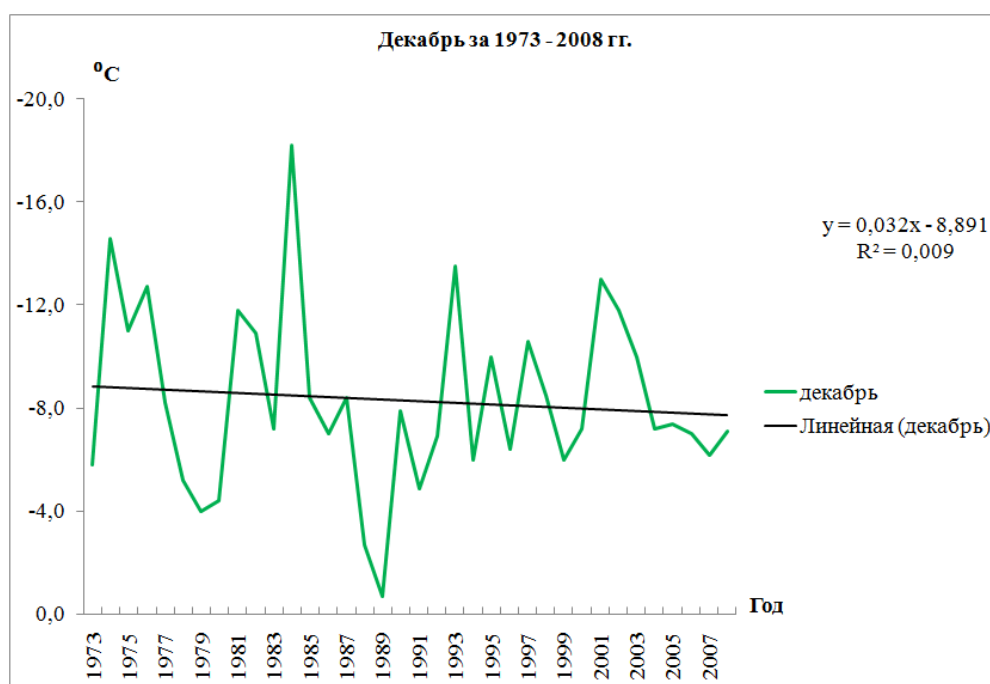


Рисунок 3.31 – Хронологический график среднемесячных температур воздуха МС о. Алгазы за декабрь 1973 – 2008 гг.

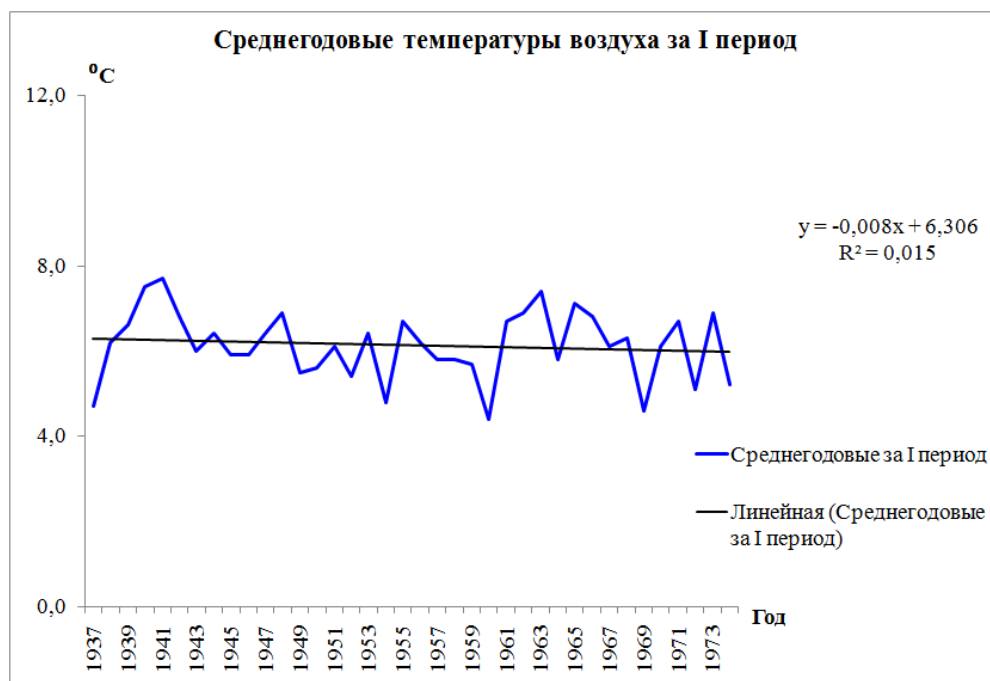


Рисунок 3.32 – Хронологический график среднегодовых температур воздуха
МС о. Алгазы за I период

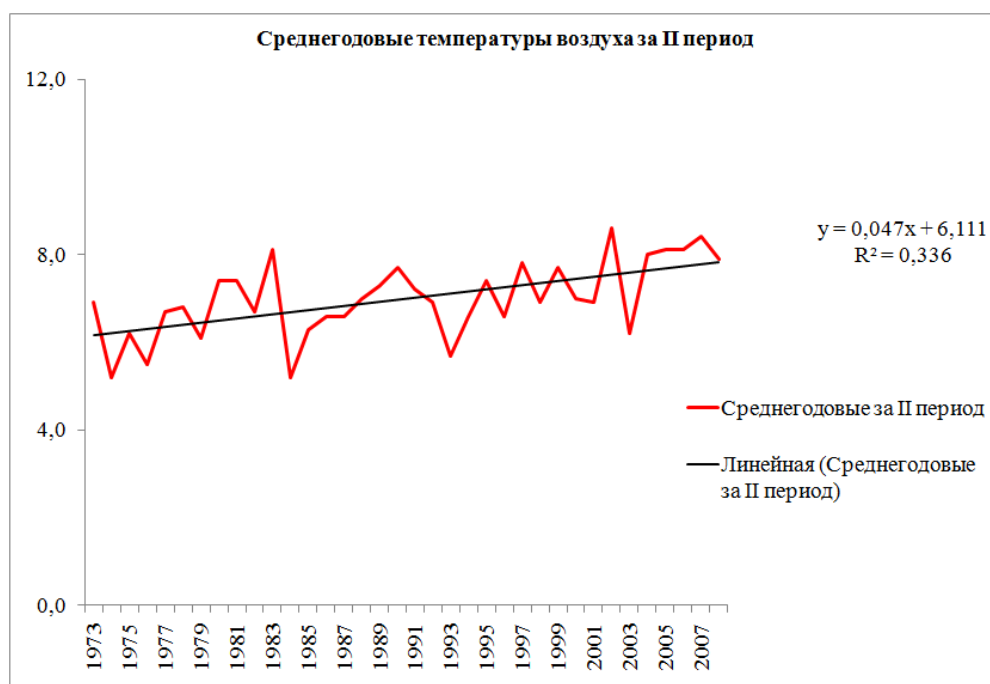


Рисунок 3.33– Хронологический график среднегодовых температур воздуха МС
о. Алгазы за II период

4 Выводы

Исходными материалами для изучения пространственно-временной изменчивости температурного режима оз. Балхаш послужили «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» за период с 1937 по 2008 гг.

В ходе проведения исследований были обработаны данные по 7 гидрологическим постам и 1 метеостанции. Проведя сравнительный анализ многолетних данных по уровню воды, построив корреляционную матрицу, были получены коэффициенты от 0.97 до 1.00, это говорит о том, что все имеющиеся данные сопоставимы. Исходя из этого, было принято решение о проведении анализа по данным одного пункта наблюдений: гидрологического поста Балхаш и метеорологической станции Алгазы. Гидрологический пост был выбран неслучайно, так как ряд наблюдений по этому пункту самый длинный с 1937 по 2008 год. Для выявления влияния на климатические характеристики оз. Балхаш использовались данные по температуре и осадкам метеорологической станции Алгазы за указанный выше период.

Анализ среднемесячных уровней воды озера Балхаш с 1937 по 2008 гг. (рисунок 3.1), выявил наличие незначимого тренда (коэффициент детерминации 0.006), а также отсутствие зависимости между изменением уровня и поступающими осадками на поверхность водосбора. При этом видно, что одной из главных особенностей озера является то, что общий фон многолетнего хода уровня определяется фазами подъема и спада внутригодовых циклов.

На рисунке 3.2 приведена динамика среднегодовых уровней воды оз. Балхаш по 4 постам. Как видно из рисунка, ход уровней воды по постам синхронный.

По многолетнему разрезу изменений уровня оз. Балхаш можно выделить два периода: условно-естественный (1937 – 1969 гг.) и с 1970 по 2008 гг.

период, в который проводилось возведение и заполнение Капшагайского водохранилища.

Многолетние колебания уровня оз. Балхаш за 1937 – 2008 гг. показывают, что с 1937 по 1947 г. среднегодовой уровень озера, понизившись примерно на 1 м, в течение последующих 6 лет находился почти в стабильном состоянии. Лишь в 1953 г. наступил перелом в сторону резкого повышения уровня, и к 1955 г. он достиг почти такого же наполнения, как в начале рассматриваемого периода. Максимальный уровень озера наблюдался в 1961 г. – 342.99 м. Начиная с 1962 по 1969 год, резких изменений уровня не наблюдалось, с 1970 г. уровень начал резко снижаться, в этот период ввели в эксплуатацию Капчагайское водохранилище.

В 1985 г по инициативе института географии Академии Наук Республики Казахстан было организована комплексная экспедиция «Мониторинг Балхаша». По результатам первичных исследований и полученных результатов были разработаны рекомендации для различных секторов экономики: отказ от выращивания риса в п. Бахбахты и г. Баканас, отказ от чековых поливов полей, арыки были забетонированы и т.п. При проведении мероприятий уровень оз.Балхаша в течении 1987 года повысился на 0,5м. К сожалению, в связи с сокращением финансирования экспедиционные наблюдения были прекращены в 1991 году. Минимальный ряд наблюдений получился неполным. Начиная с 1998 до 2005 гг. наблюдалось резкое повышение.

С 2006 г. уровень озера снова начал понижаться (рисунок 3.1), обусловленный, скорее всего возвращением к прежней практике чекового полива и возвращению к посадке риса в расширенных объемах.

Уровень Балхаша подвержен внутригодовым колебаниям, поэтому годовой ход уровня озера рассматривается на основе его среднемесячных значений. На рисунке 3.3 – 3.5 приведены графики среднемесячных уровней озера Балхаш до построения Капшагайского водохранилища за 1965 г., после построения и внедрения в эксплуатацию водохранилища за 1980 и 2008 гг.

Как видно на рисунке 3.3, где показано внутригодичное распределение уровня оз. Балхаш за 1965 г., максимальные значения уровня приходится на май (303 см), а минимальные значения уровня (259 см) на октябрь. Размах колебаний уровня составил 44 см.

Внутригодичное распределение уровня за 1980 г. (рисунок 3.4) показывает, что максимальные и минимальные уровни приходятся на те же месяцы, что и за 1965 год, но пики более сглажены, наблюдается незначительное повышение уровня в весенне-летний период, которое растянуто по времени. Это объясняется вводом в эксплуатацию Капшагайского водохранилища и зарегулированностью стока. Максимальные значения уровня, осредненные по 4 постам, составляют 162 см., а минимальные – 123 см. Размах колебаний уровня 39 см.

Проанализировав внутригодичное распределение уровня оз. Балхаш за 2008 г. (рисунок 3.5), можно отметить, что максимальные и минимальные пики уровня практически не наблюдаются.

На рисунке 3.6 представлен совмещенный внутригодичный ход уровня по посту Балхаш – г. Балхаш до построения Капшагайской ГЭС (1965 г.) и после (1980 и 2008 гг.). Из рисунка видно, что внутригодичное распределение, так же, как и на предыдущих рисунках, в современный период более сглаженное.

При анализе среднемесячных температур воздуха по метеостанции Алгазы (рисунок 3.7) за весь период наблюдений тренд незначим, что говорит о незначительном изменении температурного режима. Для более качественной оценки изменения климата рекомендуется анализировать ряды данных продолжительностью от 30 лет и более. В нашем случае общая продолжительность ряда составляет 72 года (1937 – 2008 гг.), поэтому для оценки временного ряда температуры воздуха, весь ряд наблюдений был разбит на две равные части с 1937 по 1974 гг (38 лет) и с 1973 по 2008 гг (36 лет). Для каждого периода были построены хронологические графики хода среднемесячных температур воздуха (рисунок 3.8 – 3.31).

В ходе анализа I периода в 2-х месяцах выявлены значимые тренды: август – тренд отрицательный, ноябрь – положительный.

В августе коэффициент детерминации 0.127, что указывает на значимость тренда. Из графика видно, что отмечается стабильное понижение температуры воздуха на -0.03 °C за месяц или -0.3 °C в год (рисунок 3.15).

В ноябре коэффициент детерминации 0.103 – тренд значим. Из графика видно, что отмечается стабильное повышение температуры воздуха на 0.08 °C за месяц или 0.96 °C в год (рисунок 3.18). Такое изменение температур в ноябре, возможно, способствовало смещению дат начала ледовых явлений.

Проанализировав весь период по среднегодовым значениям, получаем незначимый тренд (коэффициент детерминации 0.015), т.е. изменения в двух месяцах в целом не влияют на значения среднегодовых температур воздуха (рисунок 3.32).

Анализ II периода показал наличие положительного тренда в 4-х месяцах: февраль, март, август, октябрь.

В феврале коэффициент детерминации 0.209, т.е. отмечается стабильное повышение температуры воздуха на 0.15 °C за месяц или 1.8 °C в год (рисунок 3.21).

В марте коэффициент детерминации 0.191 – повышение температуры воздуха на 0.13 °C за месяц или 1.6 °C в год (рисунок 3.22).

В августе коэффициент детерминации 0.122 – повышение температуры воздуха на 0.03 °C за месяц или 0.4 °C в год (рисунок 3.27).

В октябре коэффициент детерминации 0.122, говорит о стабильном повышении температуры воздуха на 0.06 °C за месяц или 0.7 °C в год (рисунок 3.29).

Повышение среднемесячных температур воздуха в феврале, марте, возможно, способствовало раннему началу разрушения ледовых явлений, активному таянию снежного покрова, а так же ледников и снежников, расположенных на вершинах гор.

Проведя анализ II периода по среднегодовым данным, получили небольшой положительный тренд, что говорит о влиянии изменений в 4-х месяцах на среднегодовые значения (рисунок 3.33).

Заключение

Согласно сделанным выше оценкам пространственно-временного изменения температурного режима озеро Балхаш находится в предкризисном состоянии.

Пологие склоны котловины и малые глубины определяют быстрые изменения площади зеркала с изменением уровня воды озера. При незначительном подъеме (спаде) уровня урез воды в озере сдвигается на десятки-сотки километров, тем самым увеличивая (уменьшая) площади зеркала на тысячи км². Этот фактор способствует своего рода авторегулированию уровня озера. С ростом притока и уменьшением слоя видимого испарения происходит подъем уровня, что в свою очередь приводит к увеличению площади зеркала, а значит, происходит повышение объема испарения и замедление подъема уровня воды. Обратный процесс наблюдается при уменьшении притока и роста слоя видимого испарения.

В целом на водный баланс озера сильно влияет увеличение антропогенных нагрузок на водные ресурсы в бассейне, иррациональное использование воды озера двумя республиками - Казахстаном и Китаем.

Если не будут предприняты мероприятия, направленные на уменьшение антропогенных нагрузок, иррационального использования воды озера и т.д., озеро будет подвержено обмелению.

Комплекс мероприятий должен включать: прекращение строительства оросительных систем и экстенсивных форм орошаемого земледелия; прекращения попыток наполнения Капшагайского водохранилища; механическая очистка проток с последующей промывкой дельты р. Или; выделение прирусловых водоохранных зон у озера и ее притоков; усиление контроля за сбросом сточных вод в русло р. Или.

Этот перечень необходимо дополнить мероприятиями по созданию экологических и рекреационных зон, охране растительного и животного мира водоемов, а также по улучшению использования земель на водосборе.

Список использованной литературы

- 1 Сикан, А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. Специальность «Гидрология» направления подготовки «Гидрометеорология» [Текст] / А. В. Сикан – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 279 с.
- 2 Дружинин, В. С., Сикан, А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебное пособие. Направление «Гидрометеорология». Специальность «Гидрология» [Текст] / В. С. Дружинин, А. В. Сикан – СПб.: изд. РГГМУ, 2001.
- 3 Чеботарев, А. И. Гидрологический словарь [Текст] / А. И. Чеботарев – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 308 с.
- 4 Водные ресурсы Казахстана [Текст] / – Алматы: НИЦ Гылым, 2002. – 413 с.
- 5 КазНИИ под редакцией Клыковой, З. Д. Климатологический справочник СССР, выпуск 18, часть 1 [Текст] / под редакцией З. Д. Клыковой – Л.: Гидрометеиздат, 1955.
- 6 Давыдов, Л. К. Гидрография СССР. Т.2. [Текст] / Л. К. Давыдов – Л.: Изд-во ЛГУ, 1955. – 600 с.
- 7 Кудеков, Т. К. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш [Текст] / Т. К. Кудеков – Алматы: Издательство «Каганат», 2002. – 388 с.
- 8 Шиварева, С. П., Ли, В. И., Ивкина, Н. И. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: в 21-м томе. Том IX Внутренние и окраинные водоемы Казахстана (Арал, Балхаш, Каспий), Книга 1: Оценка современной и прогнозной динамики гидрологического режима озера Балхаш, Каспийского и Аральского морей [Текст] / С. П. Шиварева, В. И. Ли, Н. И. Ивкина – Алматы, 2012. – 456 с.

9 Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: в 21-м томе. Том V Климат Казахстана – основа формирования водных ресурсов [Текст] / Под научной редакцией В. Г. Сальникова – Алматы, 2012. – 427 с.

10 Гидрологический ежегодник 1941г. Том 5 Бассейны рек Средней Азии, выпуск 5 – 8 Бассейн оз. Балхаш и бассейны рек Центрального Казахстана [Текст] / под редакцией Т.Н. Кочуковой – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1949. – 378 с.

Приложения

Приложение А.1 Географическая карта оз. Балхаш 1977 года



