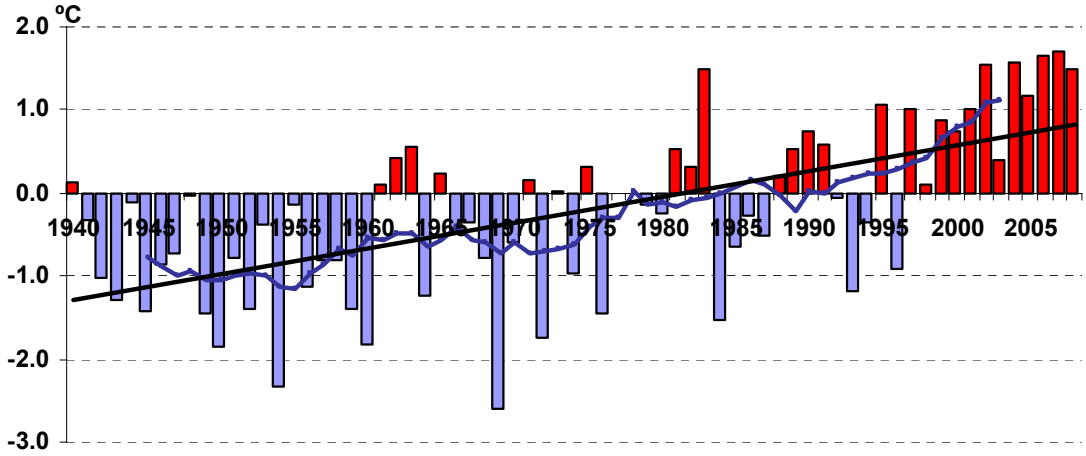
Министерство охраны окружающей среды
Республики Казахстан

Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»

ЕЖЕГОДНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА КАЗАХСТАНА:

2008 год



Астана, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	3
1	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	5
1.1	Наблюдаемые изменения глобальной температуры воздуха у поверхности Земли	5
1.2	Наблюдаемые изменения температуры воздуха на территории Казахстана	6
1.3	Аномалии температуры воздуха на территории Казахстана в 2008 году	10
1.4	Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха	13
2	АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	17
2.1	Наблюдаемые изменения количества осадков на территории Казахстана	17
2.2	Аномалии количества осадков на территории Казахстана в 2008 году	19
2.3	Тенденции в экстремумах количества атмосферных осадков	22
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24

ВВЕДЕНИЕ

Климат является основой для формирования, развития и существования природной среды и человека. Поэтому изучение климата и проведение ежегодного мониторинга изменения климата Казахстана является одной из приоритетных задач национальной гидрометслужбы РГП «Казгидромет».

С 2009 года национальная гидрометслужба начинает выпуск ежегодных бюллетеней о состоянии климата Казахстана для предоставления достоверной научной информации о климате, его изменчивости и изменении. Данный бюллетень описывает климатические условия, наблюдавшиеся в 2008 г., включая оценку экстремальности метеорологических элементов, и предоставляет исторические перспективы относительно изменчивости и тенденций, которые имели место, начиная с 40-ых годов прошлого столетия. Принимая во внимание географическое положение Казахстана и его большую территорию, наблюдаемые изменения климатических условий в различных регионах Республики могут оказать как негативное, так и позитивное воздействие на биофизические системы, на экономическую деятельность и социальную сферу. В этой связи обеспечение устойчивого развития также требует лучшего понимания климатической системы, что дает возможность перспективной оценки будущих климатических изменений и их потенциальных последствий.

Исходные данные. Для подготовки бюллетеня использовались базы данных архива РГП «Казгидромет», а именно:

1) ряды среднемесячных температур воздуха и сумм осадков с 1940 по 2008 гг. (более 60 метеостанций).

2) ряды среднемесячных температур воздуха и сумм осадков за более короткий период – с 1971 по 2008 гг. (более 140 метеостанций).

3) ряды суточных максимальных, минимальных температур воздуха и суточного количества осадков с 1936 по 2008 гг. (более 50 метеостанций).

Основные подходы и методы. Под «нормой» в бюллетене понимается среднемноголетнее значение рассматриваемой климатической переменной за период 1971-2000 гг. Аномалии температуры рассчитываются как отклонения наблюдённого значения от нормы. Аномалии количества осадков принято рассматривать как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения характеризует частоту (в %) появления аномалии соответствующей величины в ряду наблюдений.

Оценка изменения температуры приземного воздуха и количества осадков проведена для 8-ми водохозяйственных бассейнов Казахстана путем аппроксимации рядов наблюдений линейной функцией с использованием метода наименьших квадратов. Средние величины аномалий метеорологических переменных по бассейнам рассчитываются с использованием алгоритма осреднения станционных данных. Границы водохозяйственных бассейнов представлены на карте-схеме ниже.

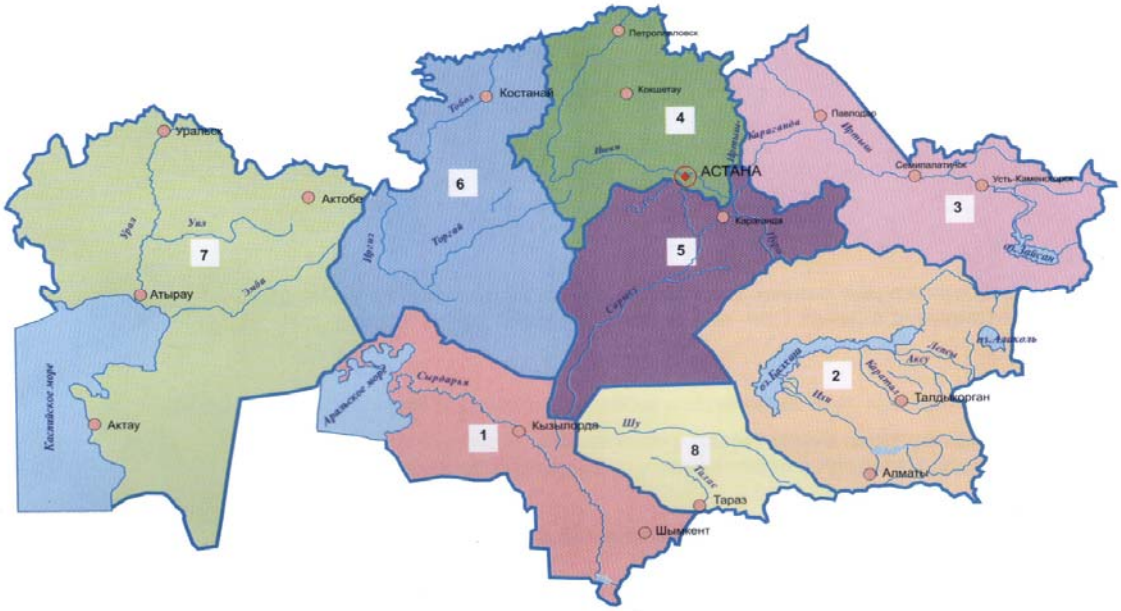


Схема водохозяйственного районирования республики Казахстан

1 – Арало-Сырдарьинский бассейн
2 – Балкаш-Алакольский бассейн
3 – Иртышский бассейн
4 – Ишимский бассейн
5 – Нура-Сарысуйский бассейн
6 – Тобол-Тургайский бассейн
7 – Урало-Каспийский бассейн
8 – Шу-Таласский бассейн

Ответственный за выпуск:

СНС Петрова Е.Е.

1 ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

1.1 Наблюдаемые изменения глобальной температуры воздуха у поверхности Земли

По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), начиная с середины 20 века в большинстве регионов Земного шара наблюдается повышение приземной температуры воздуха. Современные оценки показывают, что среднегодовая глобальная температура приземного слоя воздуха с начала 20 века увеличилась на 0,74 °С, хотя потепление за этот период не было постоянным. Потепление продолжалось с начала 20 в. до 40-х годов, затем до 70-х годов наблюдалось небольшое похолодание, и с середины 70-х по настоящее время отмечается более интенсивное потепление (за последние 50 лет температура воздуха увеличивалась на 0,13 ºС каждые 10 лет в среднем по земному шару).

По данным ВМО (Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2008 г.) 2008 год вошёл в десятку самых тёплых лет за период инструментальных наблюдений (1850-2008 гг.) и занял 10 место (после 1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006, 2007, 2001, 1997 годов, приведенных в порядке уменьшения аномалии, рисунок 1.1). В 2008 г. аномалия среднегодовой температуры приземного воздуха и температуры поверхности океана, осреднённая в целом по земному шару, составила +0,31 ºС относительно базового периода 1961-1990 гг. (14,0 ºС по данным Метеобюро Центра Гадлея, СК Великобритании), что несколько меньше, чем в другие года текущего столетия (рисунок 1.2, а). Для Северного полушария (совместно для суши и моря) аномалия составила +0,50 ºС – это 8-я по величине положительная аномалия в ранжированном ряду наблюдений.

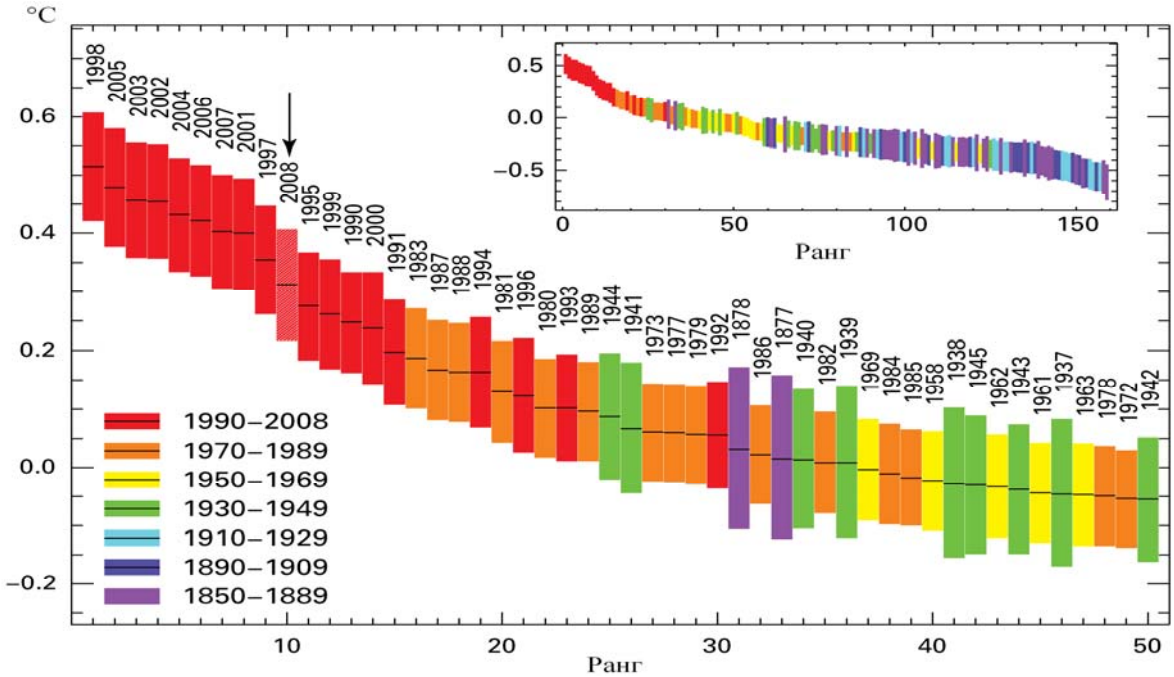


Рисунок 1.1 – Ранжированный ряд аномалий глобальной комбинированной температуры приземного воздуха и температуры поверхности океана, представленный для 50 самых тёплых лет. Во вставке представлен ранжированный ряд аномалий глобальной температуры приземного воздуха, начиная с 1850 г. Длина полос указывает на 95 % доверительный интервал для каждого года (Источник: Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2008 г.).

а) б)

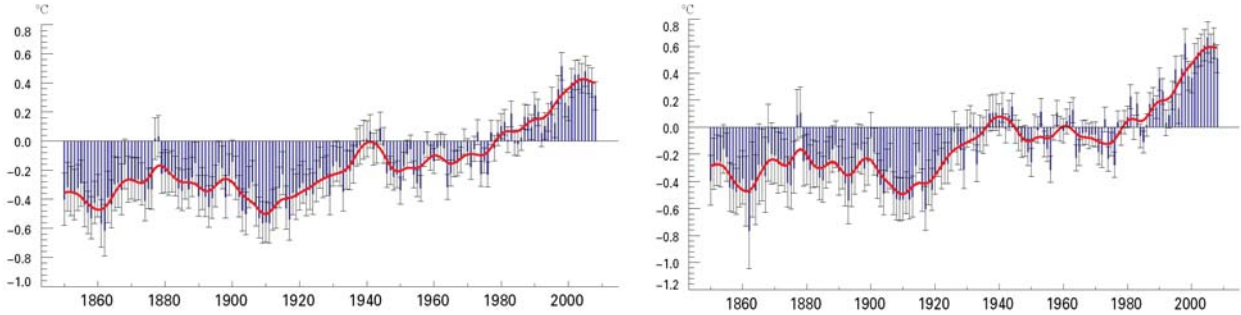


Рисунок 1.2 – Средневзвешенные аномалии среднегодовых температур приземного воздуха и температур поверхности океана, осредненных по Земному шару (а) и Северному полушарию (б). Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961-1990 гг. Красная линия представляет аномалии, сглаженные биноминальным фильтром с периодом 10 лет. (Источники: Метеобюро Центра Гадлея и Отдел исследования климата Университета Восточной Англии, СК).

1.2 Наблюдаемые изменения температуры воздуха на территории Казахстана

Для сравнения в таблице 1.1 представлены самые тёплые годы в целом для Земного шара, Северного полушария, России и Казахстана (данные наземной сети). На территории Казахстана распределение во времени экстремально тёплых лет несколько отличается от ранжированного ряда средней глобальной температуры приземного воздуха. Каждому из десяти самых теплых лет для Земного шара присвоен свой цвет, что позволяет легко судить, находится ли этот год в числе самых теплых лет для отдельных регионов Земного шара.

Для Земного шара самым тёплым был 1998 год, для Северного полушария он на 2-ом, для России – на 51-ом, а для Казахстана – на 27-ом месте в ранжированных по убыванию рядах наблюдений. Видно, что среди десяти самых тёплых лет для Земного шара, девять были самыми тёплыми и для Северного полушария. Восемь самых тёплых лет в Казахстане совпали с десяткой самых тёплых лет в целом по Земному шару. В десятку самых тёплых лет в Казахстане вошли следующие годы: 2004, 2002, 1983, 2007, 2005, 2008, 1995, 2001, 1997, 2006. В этот список попали практически все года текущего столетия, начиная с 2001, за исключением 2003 г.

На рисунке 1.3 представлен ранжированный ряд аномалий среднегодовых температур приземного воздуха относительно базового периода 1971-2000 гг, осреднённых по территории Казахстана с 1940 по 2008 гг. (по данным 64 метеостанций). За исследованные 69 лет самым холодным для Казахстана был 1969 год, когда среднеплощадная аномалия среднегодовой температуры воздуха составила минус 2,59 ºС, а самым тёплым стал 2004 год, когда аномалия среднегодовой температуры воздуха, осредненной по Казахстану, составила 1,56 ºС.

Таблица 1.1 – Ранги самых тёплых лет для Земного шара, Северного полушария, России и Казахстана и соответствующие аномалии среднегодовой температуры приземного воздуха, осредненной по территории Казахстана.

Ранг	Земной шар	Северное полушарие	Россия	Казахстан	Аномалия среднегодовой температуры, осредненная по Казахстану
1	1998	2007	1995	2004	1,56
2	2005	1998	2007	2002	1,53
3	2003	2002	2008	1983	1,50
4	2002	2004	2005	2007	1,28
5	2004	2005	2002	2005	1,18
6	2006	2006	1983	2008	1,13
7	2007	2008	1989	1995	1,07
8	2001	2001	1991	2001	1,00
9	1997	1999	2004	1997	1,00
10	2008	2003	1981	2006	0,95

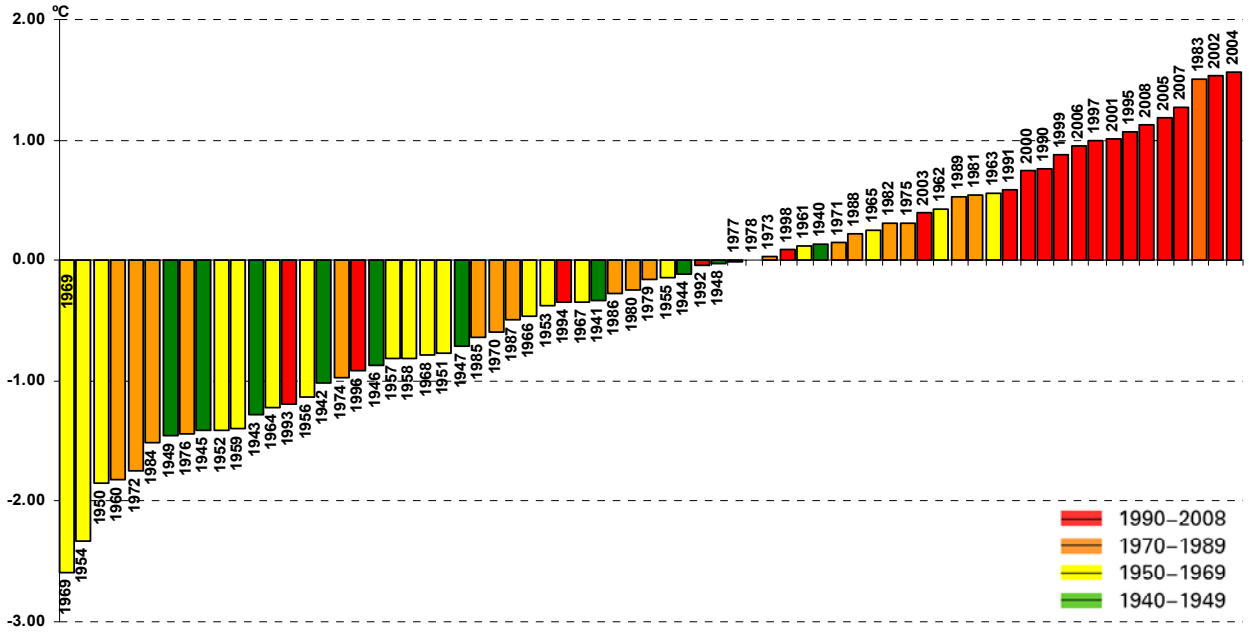
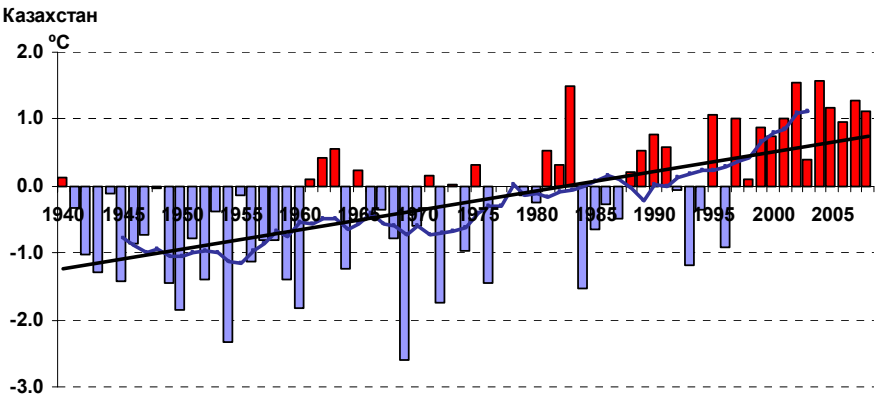


Рисунок 1.3 – Ранжированный ряд аномалий среднегодовых температур приземного воздуха, осреднённых по территории Казахстана за период 1940-2008 гг. (по данным 64 метеостанций). Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971-2000 гг.

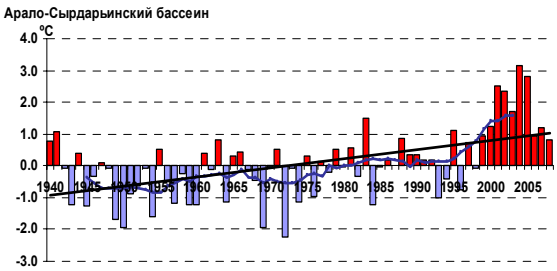
Оценка пространственно-временных изменений температуры воздуха за период 1940 г. по 2008 г. проводилась как в целом для Казахстана, так и для 8-ми водохозяйственных бассейнов (рисунок 1.4). Из графиков видно, что с 80-ых годов прошлого века преобладают положительные аномалии температуры приземного воздуха. В этот период в Казахстане отмечается заметный рост среднегодовых температур, тогда как в предшествующий период чаще наблюдались отрицательные аномалии, причем,

значительные по величине. Повышение температуры в различных регионах происходило различными темпами (таблица 1.2), но все тренды статистически значимы при уровне значимости 5 %, а вклад тренда в суммарную дисперсию среднегодовых температур превышает 20 %. Необходимо также отметить, что в последний 30-ти летний период потепление идет более высокими темпами. Например, если в период 1940-2008 гг. среднегодовая температура воздуха увеличивалась в среднем по Казахстану на 0,29 ºС/10 лет, то в период 1976-2008 гг. на 0,50 ºС/10 лет, при этом доля объяснённой трендом дисперсии более 35 %. Рост среднегодовых температур воздуха в отдельных регионах Казахстана (таблица 1.2) за период 1940-2008 гг. составлял от 0,29 ºС/10 лет (Арало-Сырдарьинский бассейн) до 0,39 ºС/10 лет (Тобол-Торгайский бассейн). В последнее тридцатилетие рост среднегодовых температур воздуха наиболее значительный – от 0,43 ºС/10 лет (Шу-Таласский бассейн) до 0,66 ºС/10 лет (Арало-Сырдарьинский бассейн).

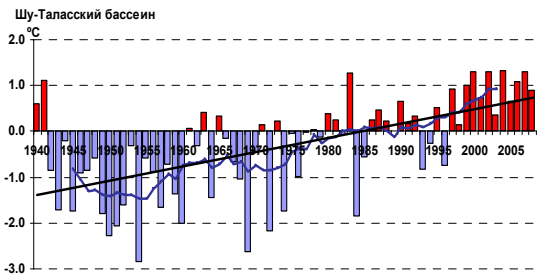
а)



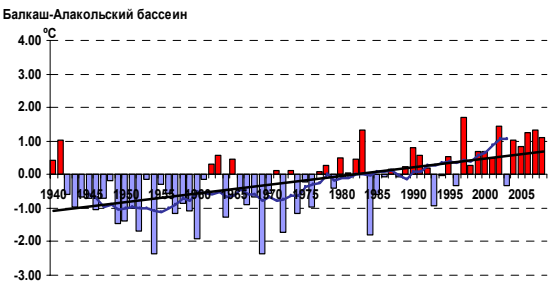
б)



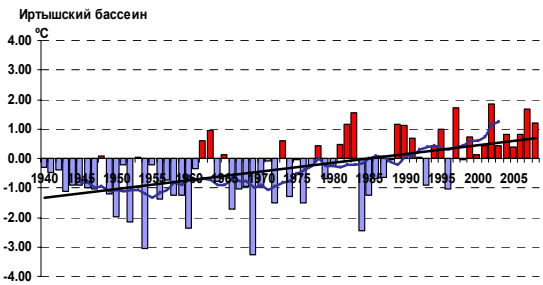
в)



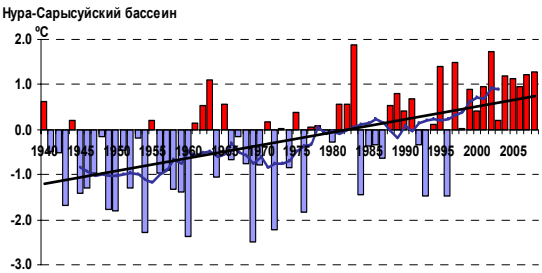
г)



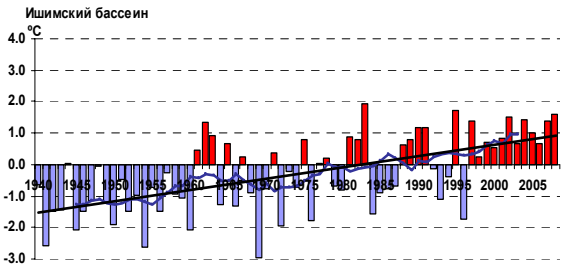
д)

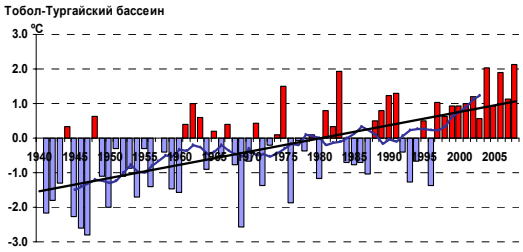


е)



ж)



з) 

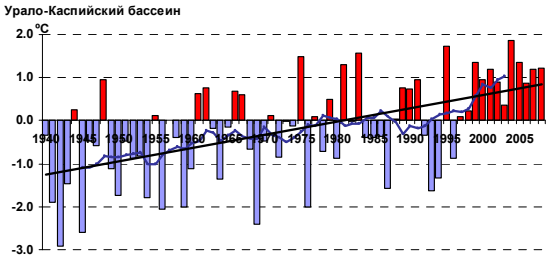
и) 

Рисунок 1.4 – Временные ряды аномалий пространственно осреднённой среднегодовой температуры воздуха относительно базового периода 1971-2000 гг., рассчитанных за период с 1940 по 2008 г. в среднем по Казахстану и по 8 водохозяйственным бассейнам. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведён по данным за 1940-2008 гг.

Таблица 1.2 – Оценки линейного тренда регионально осреднённой температуры приземного воздуха в целом для Северного полушария и Казахстана, а также для 8-ми водохозяйственных бассейнов Казахстана за периоды 1940-2008 гг. и 1976-2008 гг.

Регион	Период лет	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
		*a	**R^2	a	R^2	a	R^2	a	R^2	a	R^2
Северное полушарие (суша)	1976-2008	0,34	75	0,36	53	0,34	68	0,31	73	0,32	58
Казахстан	1940-2008	0,29	37	0,39	10	0,26	11	0,19	24	0,30	22
	1976-2008	0,50	38	0,41	3	0,74	21	0,29	19	0,56	15
Арало-Сырдарьинский Б.	1940-2008	0,29	28	0,17	2	0,27	11	0,35	30	0,32	23
	1976-2008	0,66	36	0,22	1	0,94	25	0,76	28	0,70	24
Шу-Таласский Б.	1940-2008	0,31	35	0,32	5	0,19	7	0,32	41	0,42	33
	1976-2008	0,43	31	0,37	2	0,65	18	0,23	11	0,53	17
Балкаш-Алакольский Б.	1940-2008	0,26	31	0,36	9	0,19	7	0,15	13	0,30	21
	1976-2008	0,41	26	0,19	1	0,73	20	0,24	12	0,48	13
Иртышский Б.	1940-2008	0,30	29	0,48	13	0,27	10	0,14	10	0,28	12
	1976-2008	0,48	21	0,43	3	0,84	22	0,22	9	0,42	6
Нура-Сарысуйский Б.	1940-2008	0,29	29	0,37	8	0,27	8	0,15	8	0,31	16
	1976-2008	0,46	22	0,38	2	0,87	20	0,00	0	0,51	8
Ишимский Б.	1940-2008	0,36	36	0,54	14	0,36	12	0,20	12	0,32	14
	1976-2008	0,53	23	0,59	5	0,66	12	0,07	0	0,68	12
Тобол-Тургайский Б.	1940-2008	0,39	39	0,47	11	0,30	9	0,23	15	0,37	21
	1976-2008	0,63	32	0,76	7	0,63	9	0,25	4	0,82	20
Урало-Каспийский Б.	1940-2008	0,31	30	0,51	12	0,31	10	0,12	4	0,28	14
	1976-2008	0,52	24	0,70	6	0,51	8	0,22	4	0,60	14

*: a – коэффициент линейного тренда;
** R^2 – коэффициент детерминации

На рисунке 1.5 представлен межгодовой ход аномалий температур воздуха, осредненных за сезоны и по территории Казахстана в период 1940-2008 гг. Рост температуры воздуха наблюдается во все сезоны, однако имеются некоторые сезонные и региональные особенности (таблица 1.2). В среднем по Казахстану наибольшая скорость

потепления характерна для зимы и составляет 0,39 ºС/10 лет, осенью и весной температура росла на 0,30 и 0,26 ºС каждые 10 лет, соответственно, летом эти темпы были несколько ниже – 0,19 ºС/10 лет.

Если рассматривать последнее тридцатилетие (1976-2008 гг.), то наибольшими темпами рост температуры происходил весной – на 0,74 ºС/10 лет, немного ниже темпы потепления осенью – на 0,56 ºС/10 лет, и зимой – на 0,41 ºС/10 лет. Летом рост температуры воздуха составлял 0,29 ºС/10 лет.

Очень важным является тот факт, что хотя рост температуры воздуха летом происходит наименьшими темпами, но за счет того, что межгодовая изменчивость летних температур наименьшая по сравнению с другими сезонами, трендовая составляющая описывает более 20 % общей дисперсии ряда. Таким образом, повышение летних температур также статистически значимо.

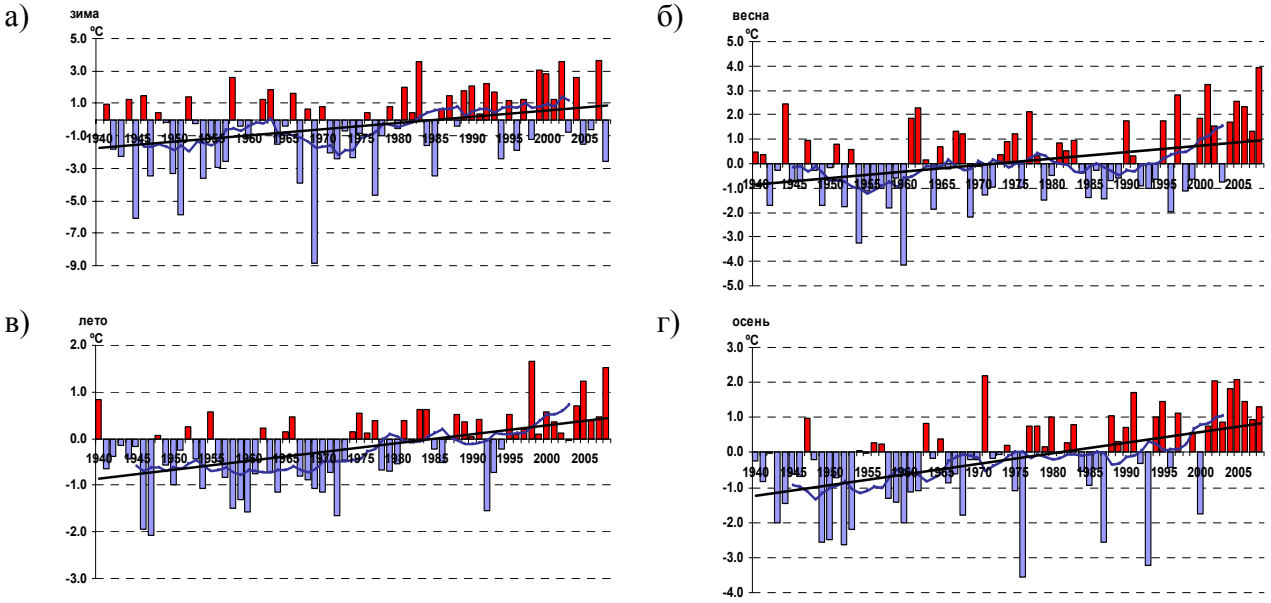


Рисунок 1.5 – Временные ряды аномалий сезонных температур воздуха, осреднённых по территории Казахстана за период 1940-2008 г. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971-2000 гг. *Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведён по данным за 1940-2008 гг.*

1.3 Аномалии температуры воздуха на территории Казахстана в 2008 году

2008 год в целом для территории Казахстана был тёплым и занял 6 место в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1940 года. Среднегодовая температура воздуха в 2008 году была выше нормы на 1…1,5 °С на большей части территории Казахстана и около нормы в юго-западной части республики (рисунки 1.6 и 1.7, а). Аномалия среднегодовой температуры воздуха, осреднённая по Казахстану, в 2008 году составила 1,1 °С.

В 2008 г. практически по всей территории Казахстана весна и лето были аномально тёплыми, а зима – аномально холодной (декабрь 2007-февраль 2008 года).

Географическое распределение областей тепла и холода по территории страны в среднем за год и по сезонам представлено на рисунках 1.6 и 1.7.

Особенности сезонного распределения температур описаны ниже.

Зима

Зима на большей части территории республики была холодной (рисунки 1.6 и 1.7, б), а местами экстремально холодной. Лишь на крайнем севере температура воздуха была около нормы. Экстремально холодная погода наблюдалась в южном и частично в центральном Казахстане, аномалия температуры воздуха была в пределах минус 3…минус 5 °С. На большинстве метеостанций, расположенных в южных областях Казахстана, зима была среди 10 % самых холодных зим в ряду наблюдений, начиная с 1940 года.

Весна

Весна была экстремально тёплой на всей территории Казахстана и вошла в 10 % самых тёплых весенних сезонов (рисунки 1.6, в и 1.7, в). Положительные аномалии температуры воздуха составляли 3…5 °С. Максимальные положительные аномалии температуры – выше 5 °С, наблюдались в Карагандинской и Мангистауской областях.

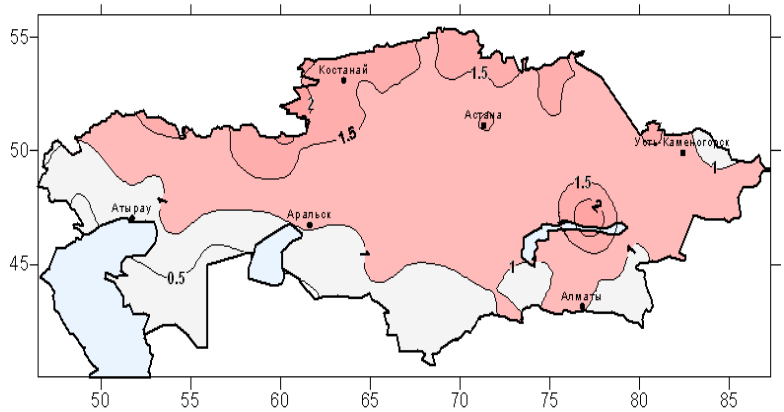
Лето

Лето на большей части территории Казахстана было экстремально тёплым и вошло в 10 % самых тёплых летних сезонов (рисунки 1.6, г и 1.7, г). Аномалия температуры была положительной и составила 1…2 °С. Области наибольших положительных аномалий занимали крайние юго-восточные районы – более 2 °С. В западном Казахстане температура воздуха была около нормы.

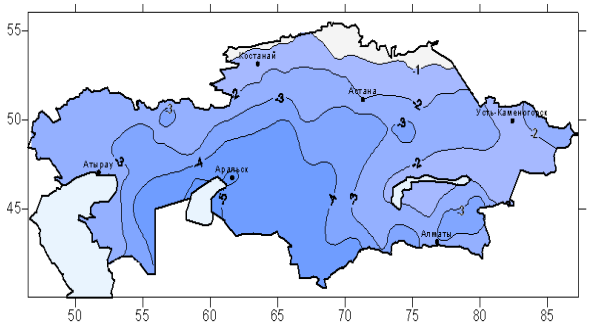
Осень

Осень была тёплой почти на всей территории Казахстана, за исключением северного Казахстана, где было экстремально тепло и аномалии температуры достигали 2…3 °С (рисунки 1.6 и 1.7, д). В Мангыстауской, Южно-Казахстанской, Жамбылской и частично в Алматинской областях температура воздуха была в пределах нормы.

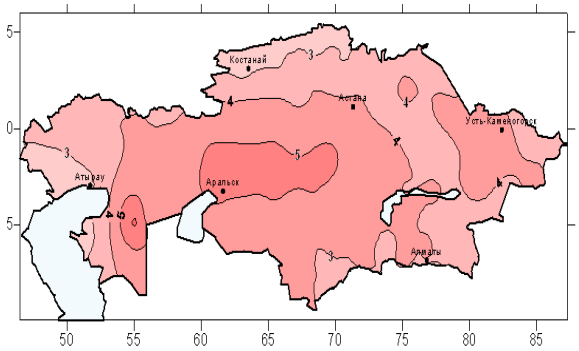
а)



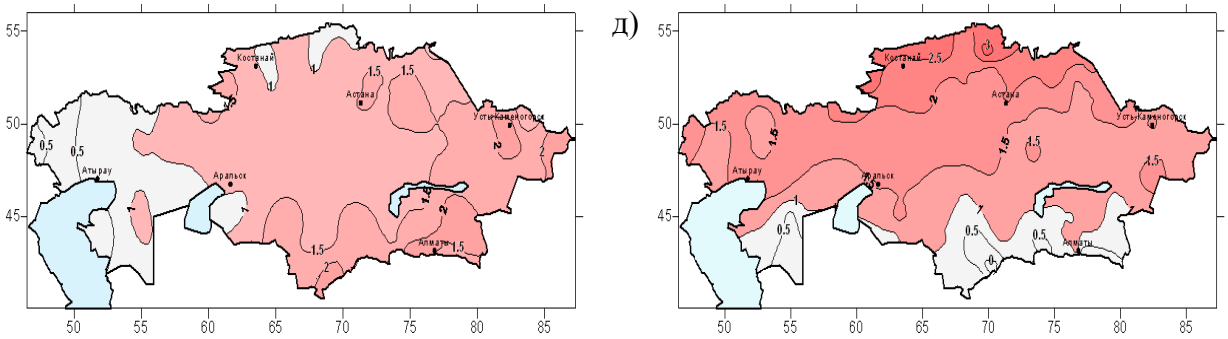
б)



в)



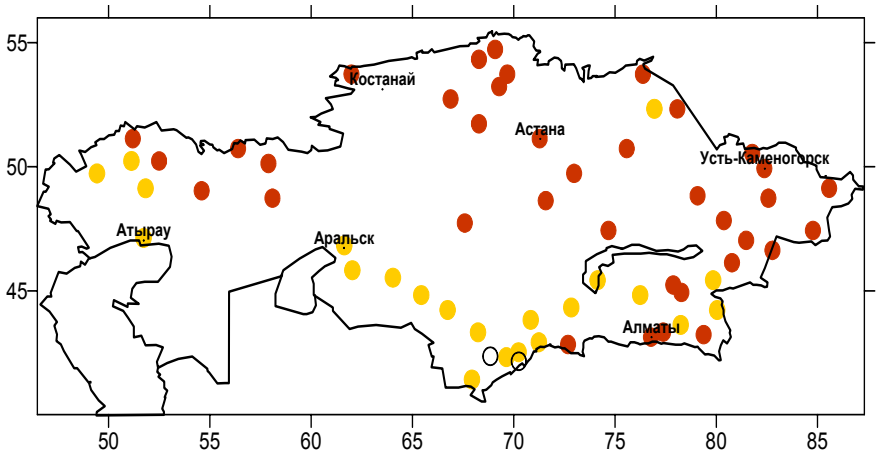
г) д)



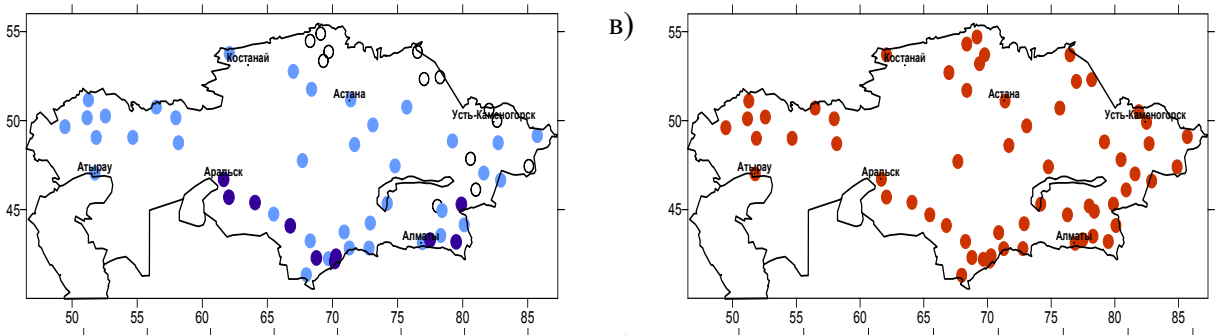
а) год; б) зима; в) весна; г) лето; д) осень

Рисунок 1.6 – Пространственное распределение аномалий температуры воздуха в 2008 г., рассчитанных относительно базового периода 1971-2000гг., °С

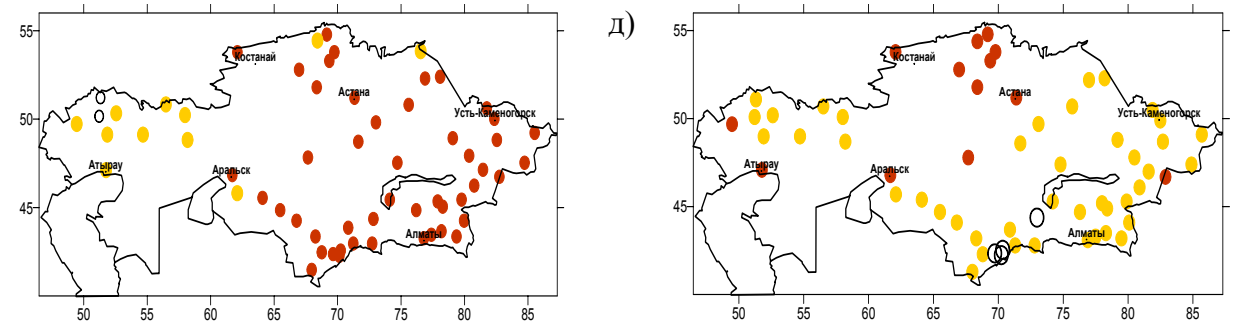
а)



б) в)



г) д)



а) год; б) зима; в) весна; г) лето; д) осень

Рисунок 1.7 – Вероятности непревышения среднегодовых и среднесезонных значений температуры воздуха, наблюдавшихся в 2008 году, рассчитанные относительно периода 1940-2008 гг.

- (0-9 %) – экстремально холодно;
- (10-29 %) – холодно;
- (30-69 %) –около нормы;
- (70-89 %) – тепло;
- (90-100 %) – экстремально тепло.

1.4 Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха

Для оценки тенденций в экстремумах температуры использовались индексы, рекомендованные Межправительственной группой экспертов по изменению климата. Ниже представлен анализ некоторых наиболее показательных индексов по температуре и особенности их распределения по территории Казахстана в 2008 году.

Суточный максимум температуры воздуха в 2008 г. На рисунке 1.8 представлена карта Казахстана, на которой красным цветом показаны значения абсолютных максимумов температуры воздуха, а синим цветом – значения суточных максимумов температуры воздуха, наблюдавшихся в 2008 году. В 2008 году абсолютный максимум температуры был перекрыт на метеостанции Павлодар и составил 41,1 °С. На метеостанциях Катон-Карагай и Бахты суточный максимум температуры воздуха 2008 года совпал с абсолютным максимумом, наблюденным в более ранние годы.

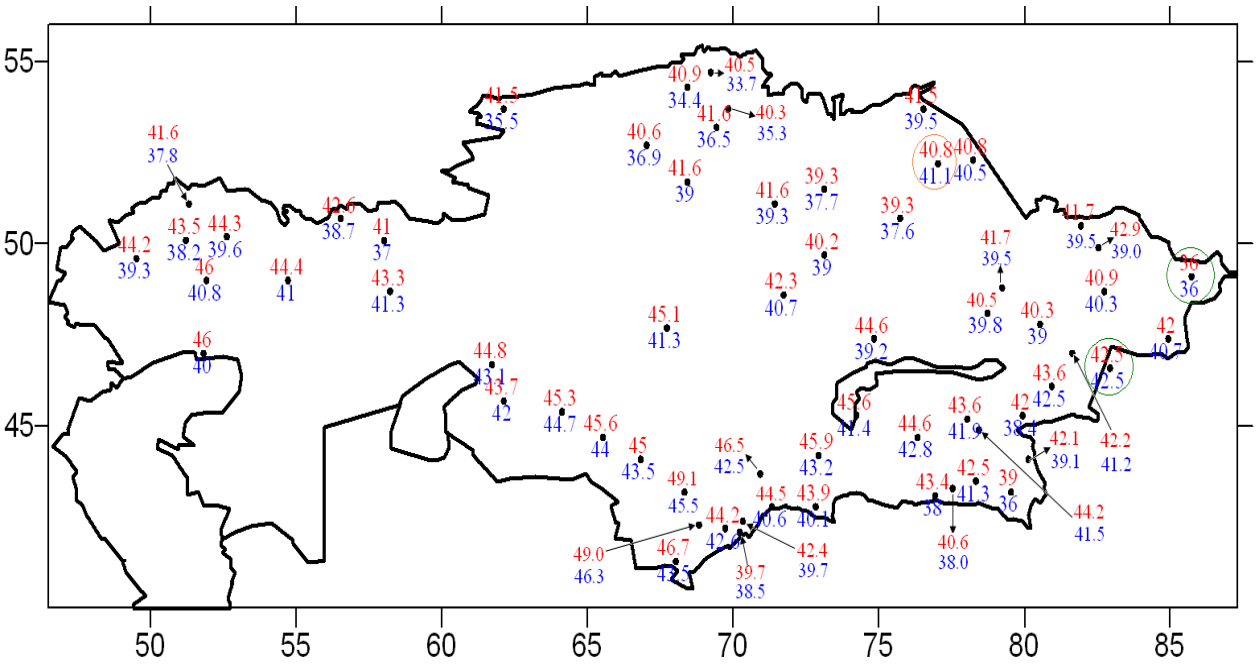


Рисунок 1.8 – Значения абсолютных максимумов температуры воздуха, зарегистрированные с начала открытия метеостанции и до 2007 года (*красным цветом*) и значения суточных максимумов температуры воздуха, наблюдавшихся в 2008 году (*синим цветом*), °С

Суточный минимум температуры воздуха в 2008 г. Абсолютные минимумы температуры воздуха ни на одной из метеостанций, вошедших в данный анализ, не были перекрыты в 2008 году (рисунок 1.9).

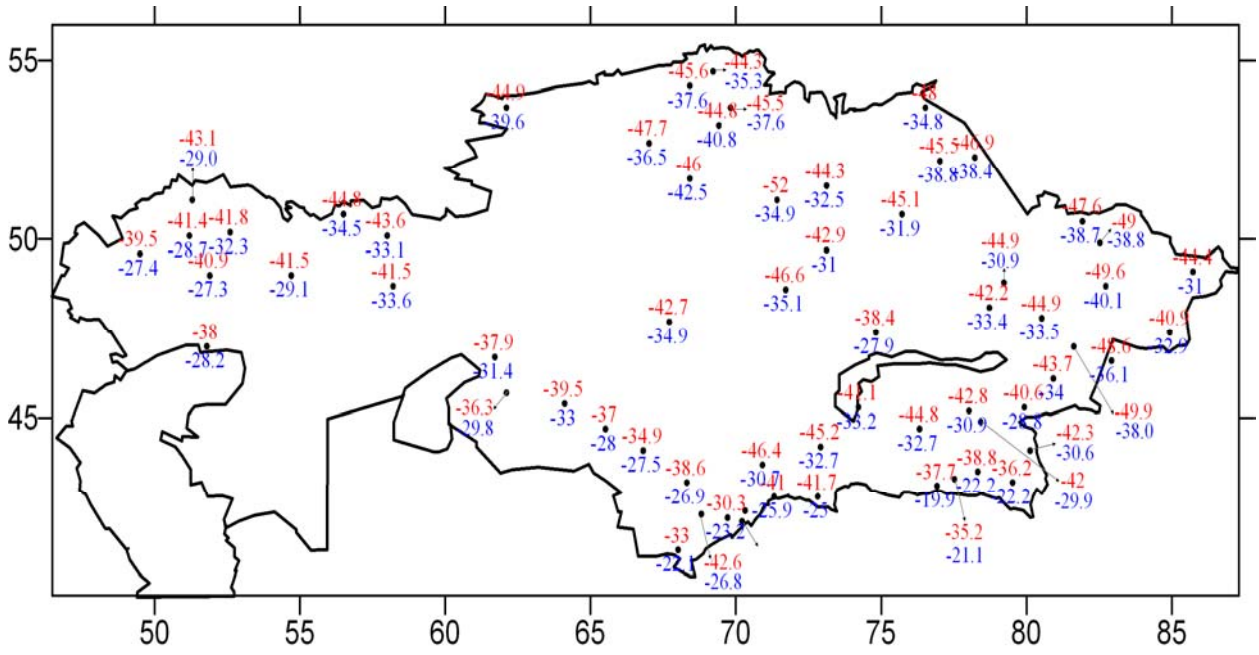


Рисунок 1.9 – Значения абсолютных минимумов температуры воздуха, зарегистрированные с начала открытия метеостанции и до 2007 года (*красным цветом*) и значения суточных минимумов, наблюдавшихся в 2008 году (*синим цветом*), °С

Количество дней с температурой воздуха выше 35 °С в 2008 г.. На рисунке 1.10, а представлено пространственное распределение количества дней с температурой воздуха выше 35 °С в 2008 году. Хорошо видно, что количество таких дней плавно возрастает с севера на юг, достигая максимума на крайнем юге Казахстана – более 70 дней. Вероятность непревышения количества дней с температурой воздуха выше 35 °С в 2008 г. на большинстве метеостанций на юге и востоке Казахстана была более 90 %, что указывает на экстремальное количество дней с высокой температурой воздуха в 2008 году (рисунок 1.10, б).

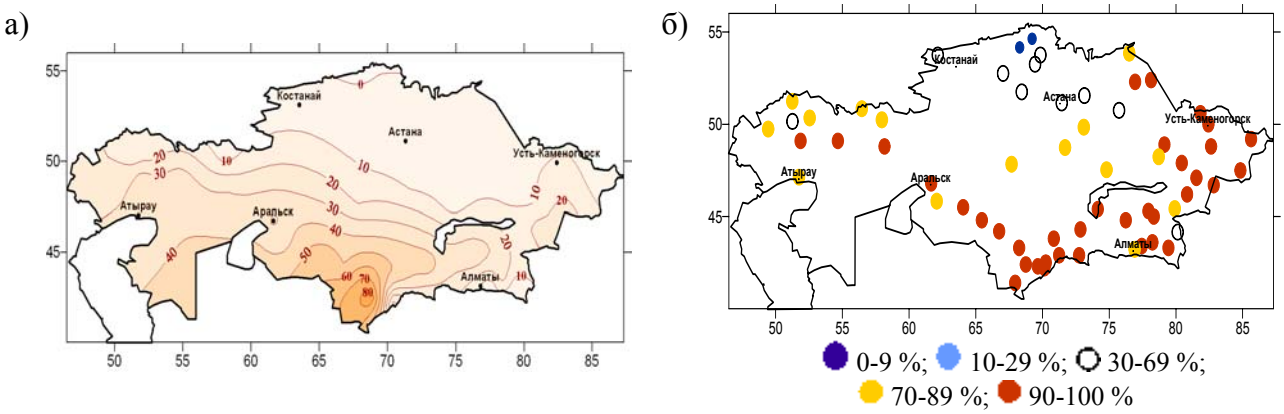


Рисунок 1.10 – Количество дней в 2008 году, когда суточный максимум температуры воздуха был выше 35 °С (а); вероятности непревышения количества дней в 2008 году с температурой воздуха выше 35 ºС, рассчитанные за период 1936-2008 гг. (б)

Процент дней с суточной максимальной температурой воздуха выше 90-го процентиля колебался от 16 до 28 % по территории Казахстана, что составляет в среднем четвёртую часть общего количества дней в году (рисунок 1.11, а). А ***процент дней с суточной минимальной температурой воздуха***

ниже 10-го процентиля составил 6-11 %, то есть примерно десятую часть общего количества дней (рисунок 1.11, б).

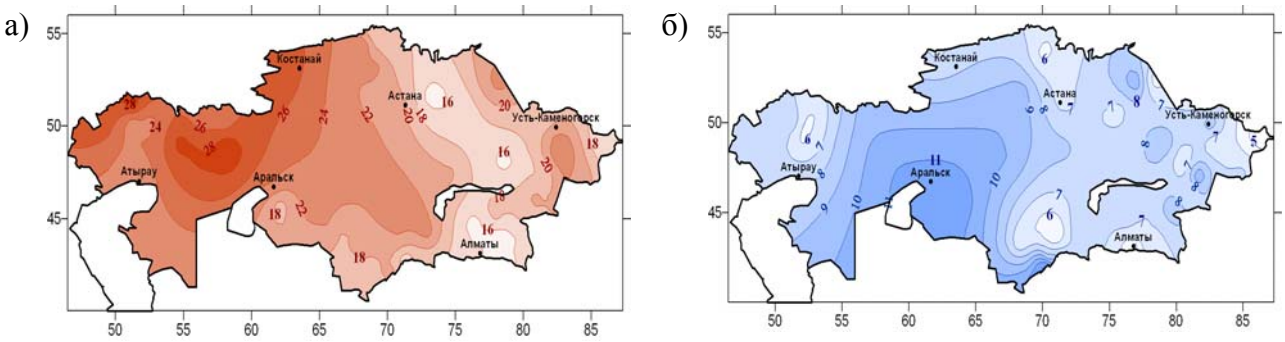


Рисунок 1.11 – Процент дней в 2008 году, когда суточная максимальная температура была выше 90-го процентиля (а) и суточная минимальная температура была ниже 10-го процентиля (б)

На рисунке 1.12, а представлена карта Казахстана с суммой дней в 2008 году, когда, ***как минимум, 6 последовательных дней суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го процентиля***. На территории западной половины Казахстана количество таких дней составило от 30 до 66 с максимумом на территории Актюбинской и Западно-Казахстанской областей. Общая сумма дней, когда, ***как минимум, 6 последовательных дней суточная минимальная температура воздуха была ниже 10-го процентиля,*** составила 0…12 дней по территории Казахстана в 2008 году (рисунок 1.12, б).

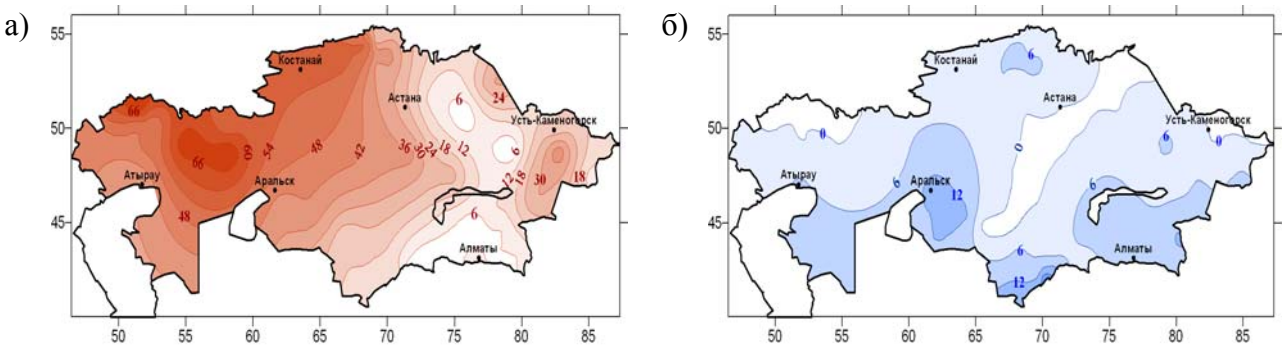


Рисунок 1.12 – Общая сумма дней в 2008 году, когда, как минимум, 6 последовательных дней суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го процентиля (а); общая сумма дней в 2008 году когда, как минимум, 6 последовательных дней суточная минимальная температура воздуха была ниже 10-го процентиля (б)

На большей части территории Казахстана на 1-2 дня каждые 10 лет (рассчитано за период 1936-2008 гг.) увеличивался ***вегетационный период*** – период между первой датой, когда дневная температура пятидневки ≥5 °С, и последней даты, когда дневная температура пятидневки ≤ 5 °С (рисунок 1.13). Изолинии указывают пространственное распределение продолжительности вегетационного периода в 2008 году.

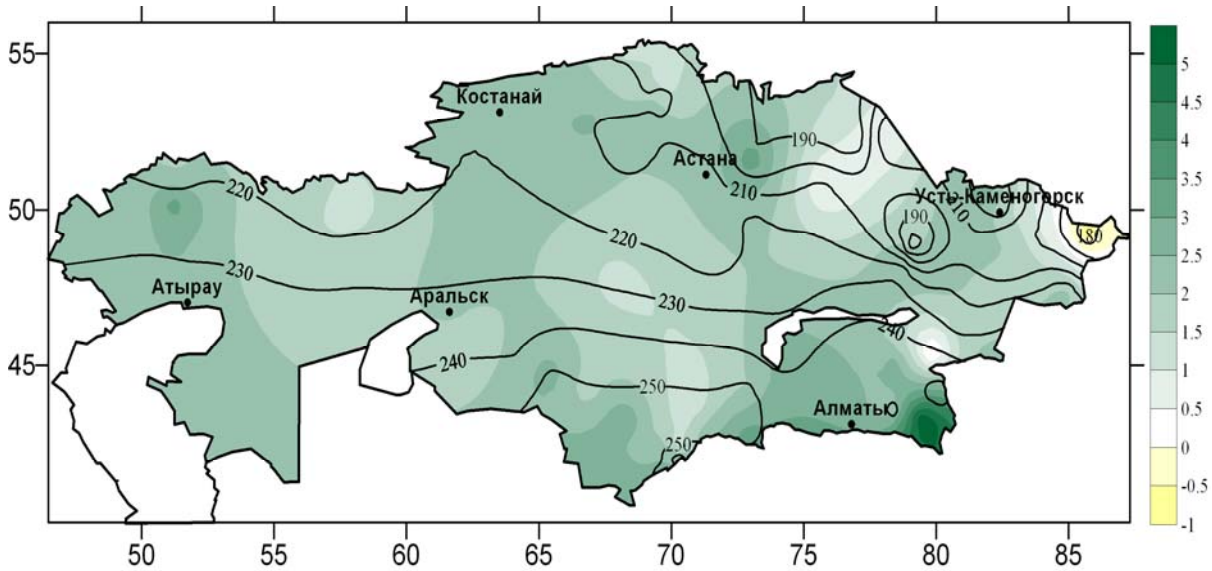


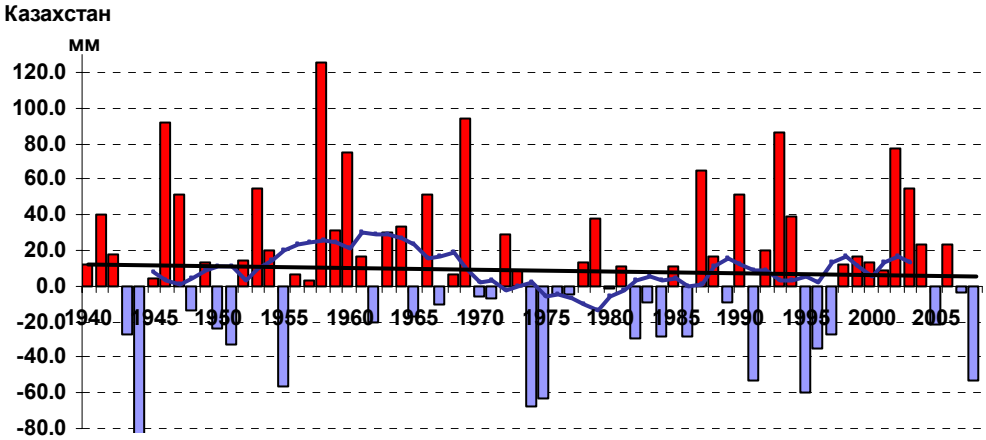
Рисунок 1.13 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда (дни/10 лет) продолжительности вегетационного периода, рассчитанного за период 1936-2008 гг. (*цветная заливка*) и продолжительности вегетационного периода (в днях, *черные изолинии*) в 2008 году.

2 АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

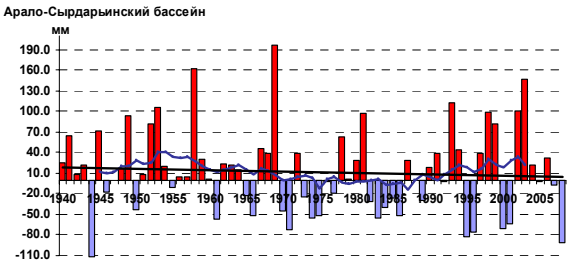
2.1 Наблюдаемые изменения количества осадков на территории Казахстана в период 1940-2008 гг.

На рисунке 2.1 представлены временные ряды аномалий пространственно осреднённых по Казахстану и по 8 водохозяйственным бассейнам годовых сумм осадков, рассчитанных относительно базового периода 1971-2000 гг. для периода 1940 по 2008 г. В целом по Казахстану годовая сумма осадков незначительно уменьшалась – на 1,1 мм/10 лет. В межбассейновом разрезе есть некоторые различия: в Ишимском, Тобол-Тургайском и Арало-Сырдарьинском бассейнах наблюдается слабая тенденция увеличения годового количества осадков – на 2…2,6 мм/10 лет, а на территории остальных бассейнов годовое количество осадков уменьшается (таблица 2.1). Все полученные тренды статистически незначимы.

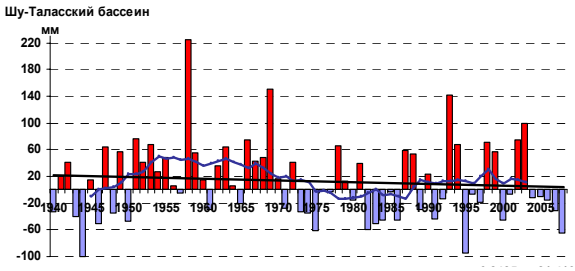
а)



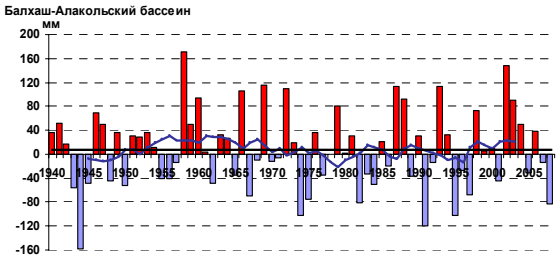
б)



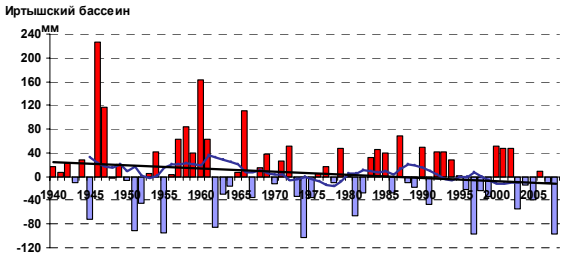
в)



г)



д)



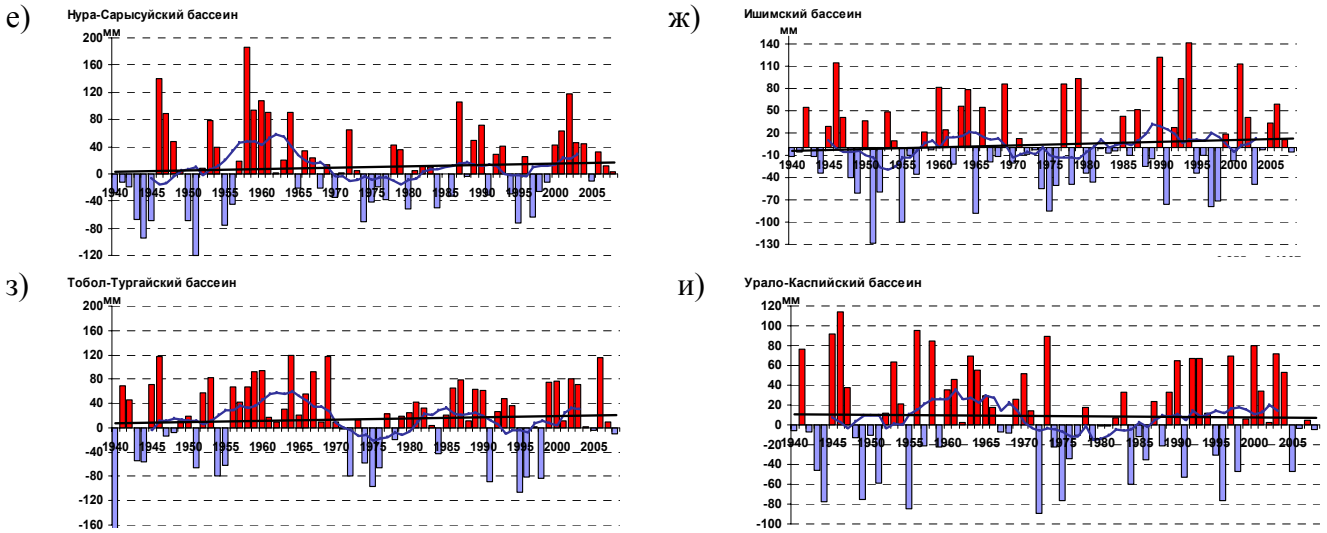


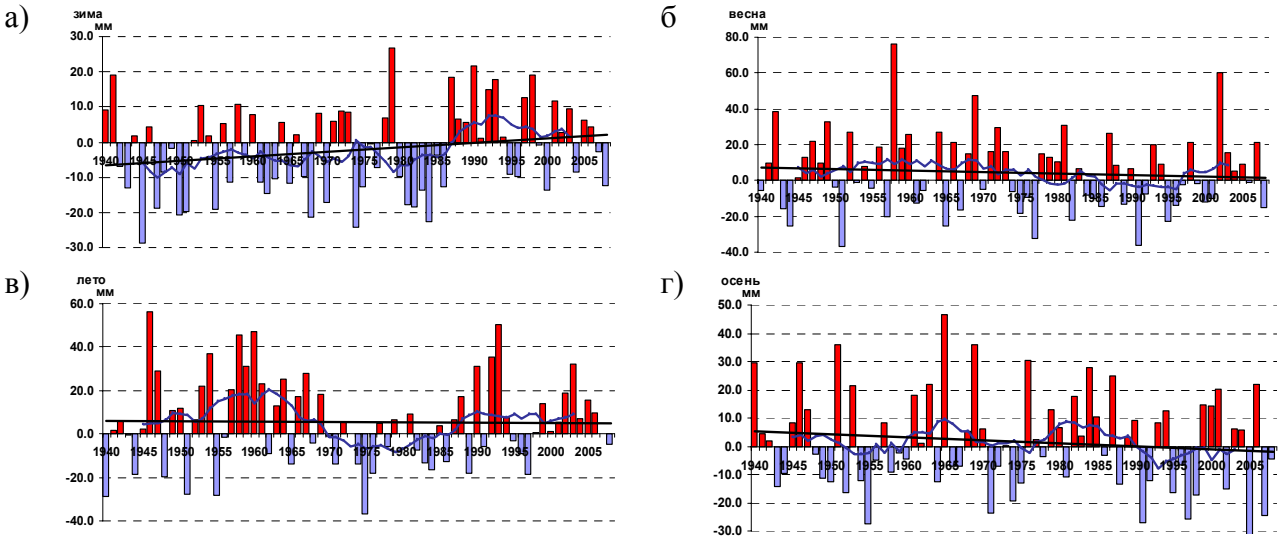
Рисунок 2.1 – Временные ряды аномалий пространственно осреднённых годовых сумм осадков по Казахстану и по 8-ми водохозяйственным бассейнам, рассчитанных для периода 1940 по 2008 г. относительно базового периода 1971-2000 гг. *Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведён по данным за 1940-2008 гг.*

Таблица 2.1 – Оценки линейного тренда регионально осреднённых сезонных сумм атмосферных осадков, осредненных по территории Казахстана и 8-ми водохозяйственных бассейнов за 1940-2008 гг.

Регион	Период лет	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
		*a	**R^2	a	R^2	a	R^2	a	R^2	a	R^2
Казахстан	1940-2008	-1,1	0	1,3	4	-0,8	1	-0,2	0	-1,1	2
Арало-Сырдарьинский Б.	1940-2008	-2,0	0	-0,2	0	-2,2	1	0,5	0	-0,3	0
Шу-Таласский Б.	1940-2008	-2,5	1	0,1	0	-3,1	3	0,5	0	0,1	0
Балкаш-Алакольский Б.	1940-2008	0,1	0	1,8	4	-1,6	0	0,9	0	-0,7	0
Иртышский Б.	1940-2008	-5,5	4	0,9	1	-0,9	1	-3,4	3	-2,1	4
Нура-Сарысуйский Б.	1940-2008	2,0	0	2,3	8	0,7	0	-0,2	0	1,0	1
Ишимский Б.	1940-2008	2,6	0	3,8	23	0,4	0	-0,8	0	-0,3	0
Тобол-Тургайский Б.	1940-2008	2,0	0	1,0	2	2,7	5	-1,2	0	-1,1	0
Урало-Каспийский Б.	1940-2008	-0,5	0	1,7	4	0,8	1	-0,7	0	-2,1	3

*: a – коэффициент линейного тренда;
** R^2 – коэффициент детерминации

На рисунке 2.2 представлен межгодовой ход аномалий сезонных сумм осадков в целом для территории Казахстана. Зимой в среднем по Казахстану наблюдается тенденция увеличения количества осадков на 1,3 мм/10 лет, во все остальные сезоны количество осадков незначительно уменьшается – примерно на 1 мм/10 лет. Все полученные тренды статистически незначимы.



а) зима; б) весна; в) лето; г) осень.

Рисунок 2.2 – Временные ряды аномалий пространственно осреднённых по Казахстану сезонных сумм осадков, рассчитанных для периода 1940 по 2008 г. относительно базового периода 1971-2000 гг. *Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведён по данным за 1940-2008 гг.*

2.2 Аномалии количества осадков на территории Казахстана в 2008 году

На рисунке 2.3 для 2008 года представлено территориальное распределение аномалий количества осадков в процентах от нормы за период 1940-2008 гг., а на рисунке 2.4 – вероятности непревышения годовых и сезонных сумм осадков, наблюдавшихся в 2008 году. Вероятность непревышения характеризует частоту появления аномалии соответствующей величины в ряду наблюдений.

В целом по Казахстану в 2008 году годовое количество осадков на большей части территории было около нормы. В южных и восточных регионах осадки были ниже нормы и по данным большинства метеостанций, расположенных на этой территории, 2008 год вошел в 10 % экстремально сухих лет.

Особенности сезонного распределения осадков описаны ниже.

Зима.

Зимой дефицит осадков наблюдался в Западно-Казахстанской, Актюбинской, Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской и Павлодарской областях, где выпало 60-80 % зимней нормы осадков. На остальной территории количество осадков было около нормы.

Весна.

Весной на всей юго-восточной половине Казахстана осадков выпало меньше нормы. Экстремально сухо было местами на юге и юго-востоке Казахстана, где осадков выпало меньше 40 % нормы, и по сумме выпавших осадков весна вошла в 10 % самых сухих весенних сезонов в ряду наблюдений. Осадки преимущественно были выше нормы на северо-западе республики и составили 140-200 % нормы осадков для весеннего периода.

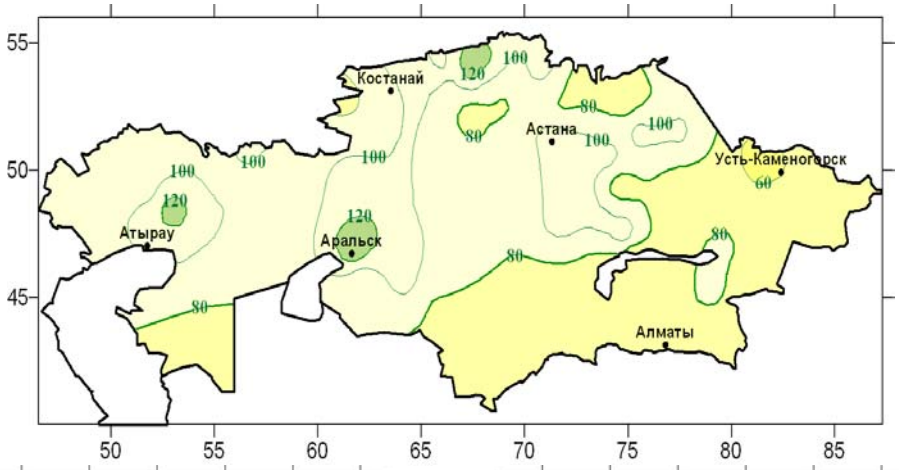
Лето.

Летом недостаток осадков наблюдался в южных и в восточных регионах республики, а также в Павлодарской и на севере Актюбинской области. Количество осадков составило 60-80 % нормы. На 6 метеостанциях (МС Жаркент, Кыргызсай, Карауыл, Шемонаиха, Катон-Карагай, Усть-Каменогорск) летний сезон 2008 г. вошел в 10 % самых сухих сезонов. На остальной территории количество осадков было в пределах нормы, лишь в районе Аральского моря и на территории Карагандинской области - выше нормы. На МС Аральск сумма летних осадков составила 339 % нормы.

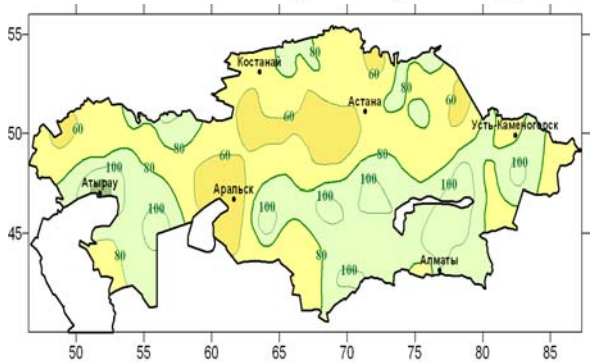
Осень.

Осенью дефицит осадков наблюдался в западном Казахстане, а также частично на территории Восточно-Казахстанской, Актюбинской, Кустанайской и Акмолинской областей. На этих территориях выпало 60-80 % осенней нормы осадков. На МС Кульсары, расположенной в Атырауской области, за осень выпало 10 мм осадков, что составило всего 27 % нормы. Количество осадков выше нормы отмечено в Южно-Казахстанской области, на большей части территории Кызылординской и Павлодарской областей. Наибольшее количество осадков выпало в восточной половине Кызылординской области – 175…275 % нормы. На МС Чиили и Джусалы количество выпавших осадков вошло в 10 % самых высоких значений. На остальной территории количество осадков было в пределах нормы.

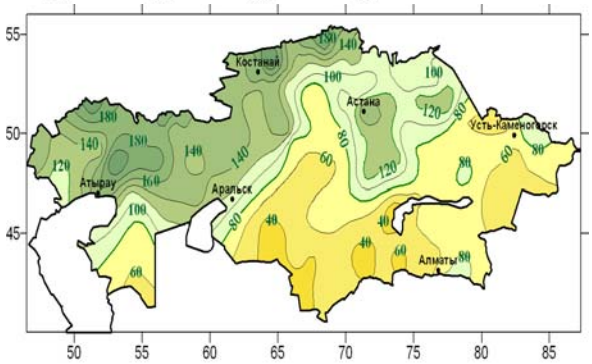
а)

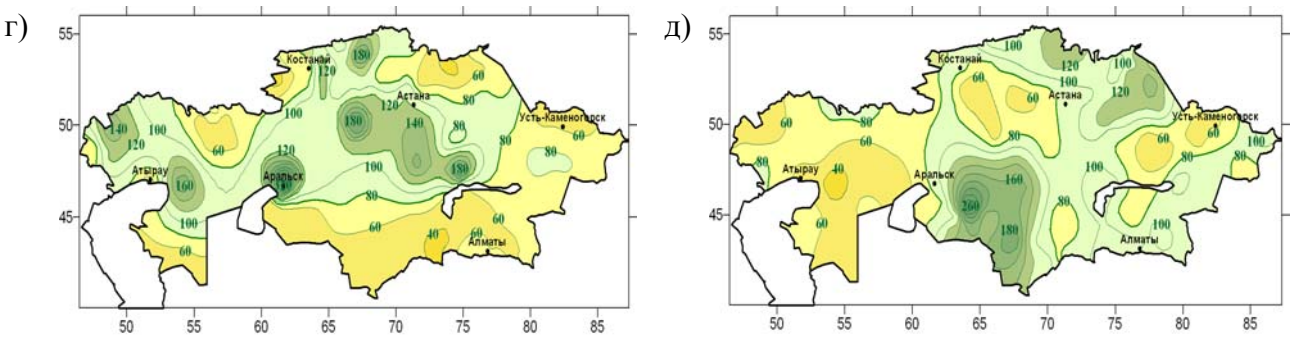


б)



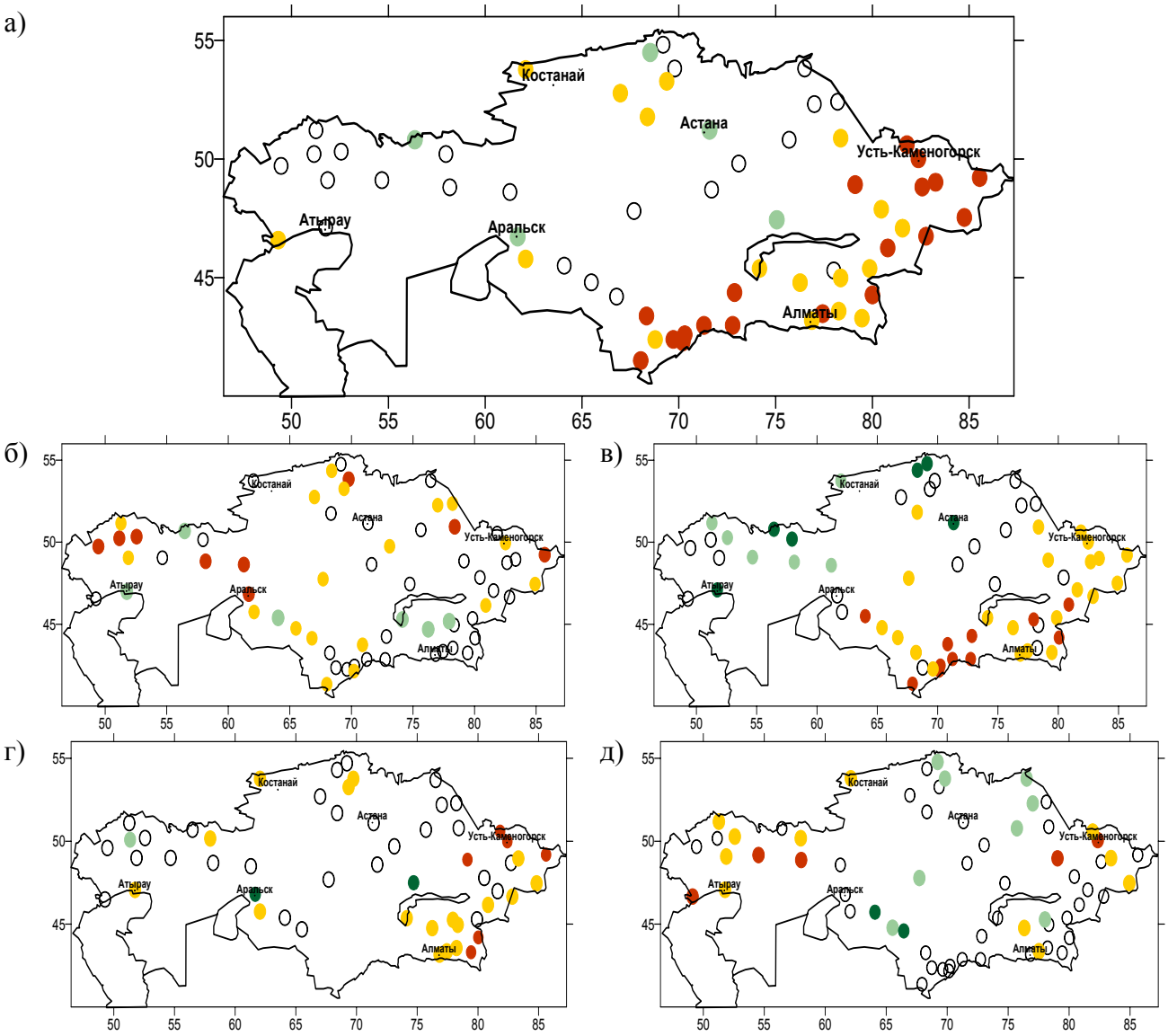
в)





а) год б) зима в) весна г) лето д) осень

Рисунок 2.3 – Пространственное распределение аномалий количества осадков в 2008 г., рассчитанных относительно базового периода 71-2000 гг., %



а) год б) зима в) весна г) лето д) осень

Рисунок 2.4 – Вероятности непревышения годовых и сезонных сумм осадков, наблюдавшихся в 2008 году, рассчитанных за период 1940-2008 гг.

- (0-9 %) – экстремально сухо;
- (10-29 %) – сухо;
- (30-69 %) –около нормы;
- (70-89 %) – влажно;
- (90-100 %) – экстремально влажно.

2.3 Тенденции в экстремумах количества атмосферных осадков

Для оценки тенденций в экстремумах количества осадков также использовались индексы изменения климата, предложенные ВМО. Анализ некоторых наиболее показательных индексов осадков и особенности их распределения по территории Казахстана в 2008 году представлен ниже.

Суточные максимумы количества осадков в 2008 г. На рисунке 2.5 представлена карта Казахстана, на которой красным цветом показаны значения абсолютных максимумов суточного количества осадков, а синим цветом – значения суточных максимумов, наблюдавшиеся в 2008 году. В 2008 году абсолютный максимум суточного количества осадков был перекрыт на метеостанции Баянауыл и составил 75,1 мм.

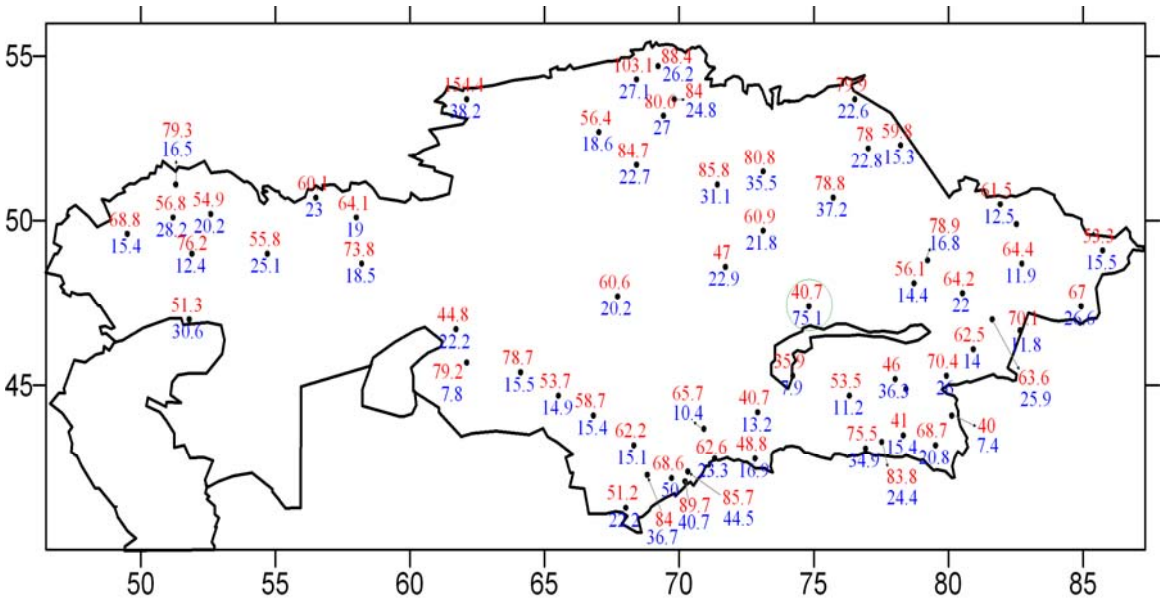
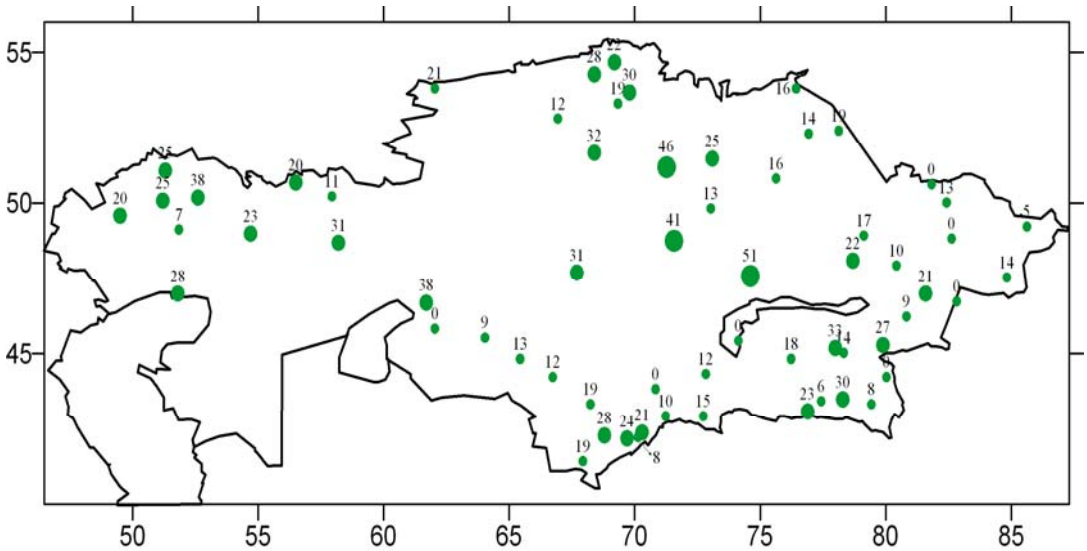


Рисунок 2.5 – Абсолютный максимум суточного количества осадков, выбранный за период с начала открытия метеостанции и по 2007 год (*красным цветом*) и максимальное количество осадков, выпавшее за сутки в 2008 году (*синим цветом*), мм

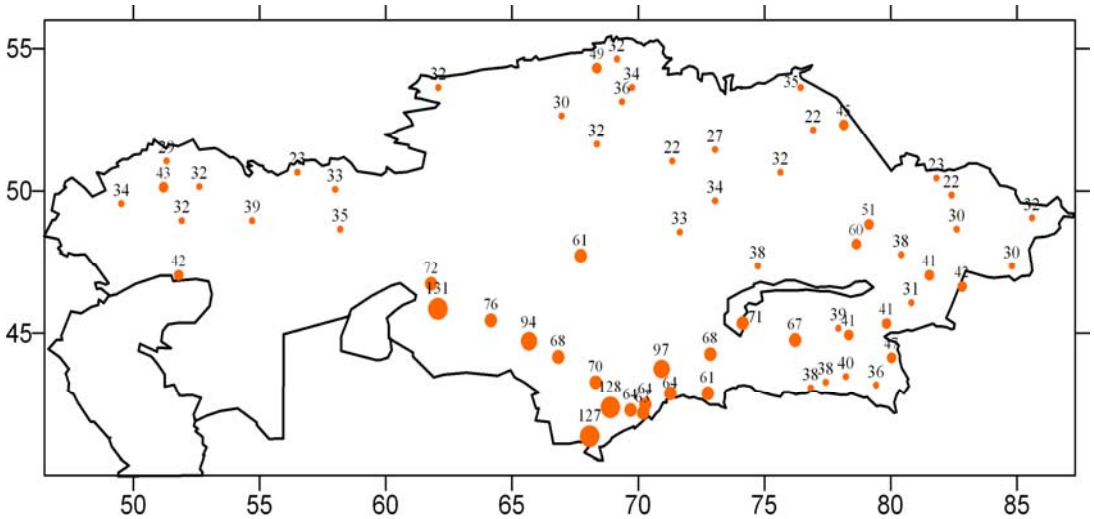
На рисунке 2.6 представлена карта, на которой показано, какую долю составляло экстремальное количество осадков в общей сумме осадков в 2008 г. Видно, что экстремальные осадки в 2008 году составляли местами до 51 % от общей суммы осадков. Наибольшая доля экстремального количества осадков от общей суммы осадков наблюдалась на трёх метеостанциях – Баянауыл, Астана и Жана-Арка (51, 46 и 41 %, соответственно). Это говорит о том, что за несколько дней в году на этих метеостанциях выпало около половины годовой суммы осадков.



0-19 %; 20-39 %; 40-51 %;

Рисунок 2.6 – Доля (%) экстремального количества осадков в годовой сумме осадков за 2008 год. Экстремальное количество осадков рассчитано как сумма осадков в дни с количеством осадков более 95-го процентиля.

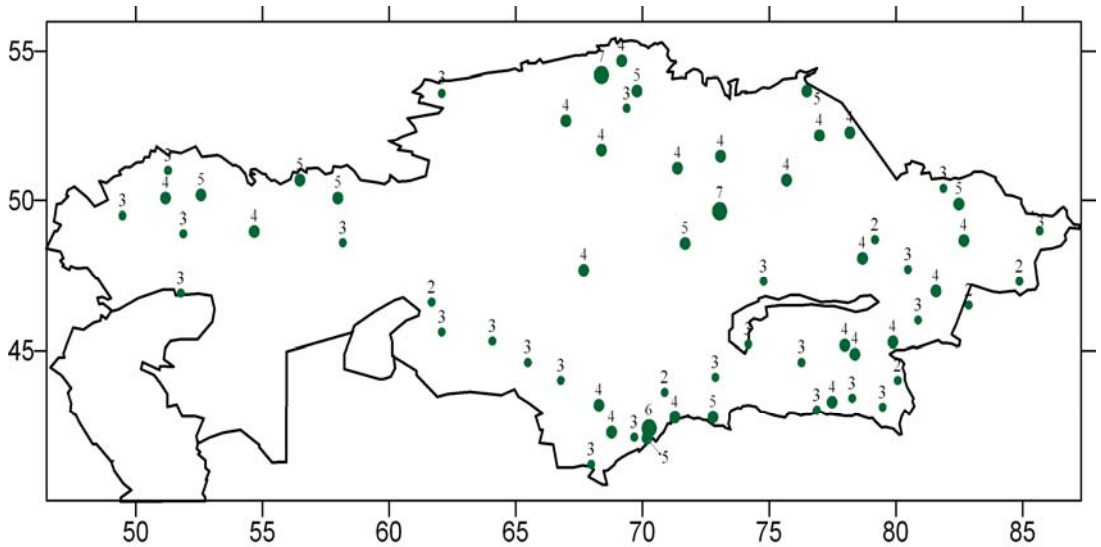
Очень важным является индекс, который показывает ***максимальную продолжительность периода, когда осадки были меньше 1 мм*** (продолжительность бездождного периода, рисунок 2.7). В 2008 году практически на всех метеостанциях продолжительность периода без осадков была, как минимум, больше 1 месяца. В Кызылординской, Жамбылской и Южно-Казахстанской областях периоды без осадков составляли по продолжительности более 100 дней.



22-40 дней; 41-60 дней; 61-89 дней; 90-109 дней; 110-131 дней

Рисунок 2.7 – Максимальная продолжительность бездождного периода (в днях) в 2008 году

В 2008 году ***максимальная продолжительность периода, когда осадки были больше или равны 1 мм***, представлена на карте (рисунок 2.8). Максимальная продолжительность периода с осадками составляла от 2 до 7 дней. Осадки выпадали в течение 6-7 дней подряд на метеостанциях Аул Турара Рыскулова, Явленка, Караганда.



● 2-3 дня; ● 4-5 дня; ● 6-7 дней;

Рисунок 2.8 – Максимальная продолжительность периода (в днях) в 2008 году, когда осадки были больше или равны 1 мм

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

2008 год вошёл в десятку самых тёплых лет в целом для Земного шара за период инструментальных наблюдений (1850-2008 гг.), заняв 10 место.

Для Казахстана 2008 год был также экстремально тёплым и занял 6 место в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1940 года. Среднегодовая температура воздуха в 2008 году была выше нормы на 1…1,5 °С на большей части территории Казахстана и около нормы в юго-западной части республики. Весна и лето практически по всей территории Казахстана были аномально тёплыми, а зима – аномально холодной (декабрь 2007-февраль 2008 года). Годовое количество осадков на большей части территории было около нормы, в южных и восточных регионах наблюдался дефицит осадков.

В последний 30-ти летний период потепление идет более высокими темпами. Если в период 1940-2008 гг. среднегодовая температура увеличивалась в среднем по Казахстану на 0,29 ºС/10 лет, то в период 1976-2008 гг. на 0,50 ºС/10 лет. Изменение среднегодовой температуры воздуха в различных регионах происходило различными темпами. Рост среднегодовых температур в отдельных регионах Казахстана за период 1940-2008 гг. составлял от 0,29 ºС/10 лет (Арало-Сырдарьинский бассейн) до 0,39 ºС/10 лет (Тобол-Торгайский бассейн). В последнее тридцатилетие рост среднегодовых температур более значительный – от 0,43 ºС/10 лет (Шу-Таласский бассейн) до 0,66 ºС/10 лет (Арало-Сырдарьинский бассейн).

В целом по Казахстану годовая сумма осадков незначительно уменьшалась – на 1,1 мм/10 лет (за период 1940-2008 гг). В межбассейновом разрезе есть некоторые различия: в Ишимском, Тобол-Тургайском и Арало-Сырдарьинском бассейнах наблюдается слабая тенденция увеличения годового количества осадков – на 2…2,6 мм/10 лет, а на территории остальных бассейнов годовое количество осадков уменьшается. Все полученные тренды в рядах количества осадков статистически незначимы.