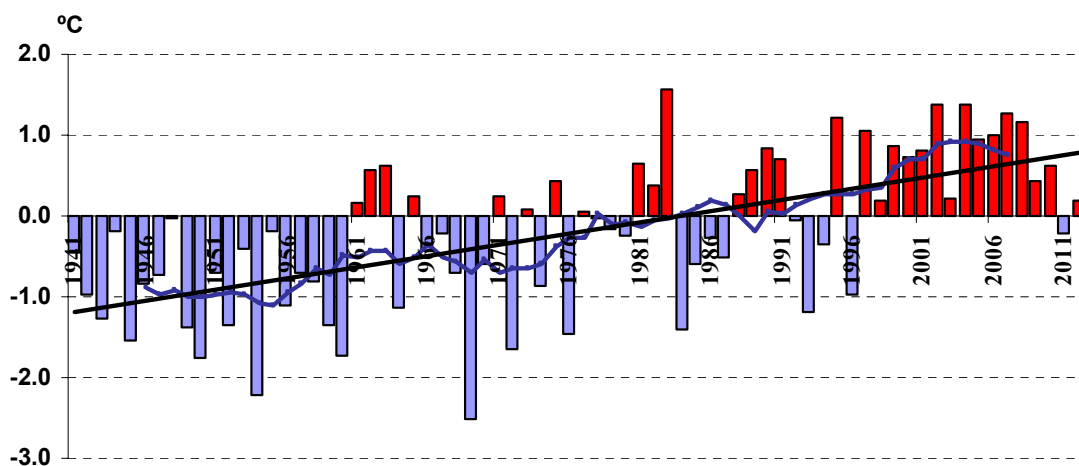




Министерство охраны окружающей среды  
Республики Казахстан

Республиканское государственное  
предприятие «Казгидромет»

***ЕЖЕГОДНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МОНИТОРИНГА  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА КАЗАХСТАНА:  
2012 ГОД***



Астана, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	5
1.1 Наблюдаемые изменения глобальной температуры воздуха и осадков у поверхности Земли	5
1.2 Наблюдаемые изменения температуры воздуха на территории Казахстана	9
1.3 Аномалии температуры воздуха на территории Казахстана в 2012 г.	16
1.4 Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха	22
2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	26
2.1 Наблюдаемые изменения количества осадков на территории Казахстана	26
2.2 Аномалии количества осадков на территории Казахстана в 2012 г.	32
2.3 Тенденции в экстремумах количества атмосферных осадков	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	40

## ВВЕДЕНИЕ

Климат является одной из важнейших компонент системы жизнеобеспечения людей на планете Земля, и проблема его изменения является одной из важнейших экологических проблем 21 века, которая выходит за рамки научной проблемы и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития любой страны. Поэтому изучение климата Казахстана и постоянный мониторинг его изменения является одной из приоритетных задач национальной гидрометеорологической службы РГП «Казгидромет».

С 2010 года национальная гидрометеорологическая служба осуществляет выпуск ежегодных бюллетеней о состоянии климата Казахстана для предоставления достоверной научной информации о климате, его изменчивости и изменении. Данный выпуск бюллетеня описывает климатические условия, наблюдавшиеся в 2012 г., включая оценку экстремальности значений метеорологических элементов, и предоставляет историческую информацию относительно изменчивости и тенденций, которые имели место, начиная с 40-ых годов прошлого столетия. Принимая во внимание географическое положение Казахстана и его обширную 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. Понимание формирования климатических условий и оценка их изменений необходимы для оценки потенциальных последствий и принятия своевременных и адекватных мер адаптации, в конечном итоге, для обеспечения устойчивого развития Казахстана.

**Исходные данные.** Для подготовки бюллетеня использовались данные Республиканского гидрометеорологического фонда РГП «Казгидромет»:

1) ряды среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков с 1941 по 2012 гг., при этом данные более 190 метеостанций были использованы для оценки климатических норм за период 1971...2000 гг. и более 110 метеостанций для оценки тенденций;

2) ряды суточных максимальных и минимальных температур воздуха и суточного количества осадков с 1941 по 2012 гг. (более 80 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 наблюдаемого значения от нормы. Аномалии количества осадков принято рассматривать как в отклонениях от нормы (аналогично температуре воздуха), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к значению нормы. Вероятность превышения характеризует частоту (в %) появления соответствующего значения аномалии в ряду наблюдений.

В качестве характеристики изменений параметров климата за определенный интервал времени используются коэффициенты линейных трендов, определяемые по методу наименьших квадратов. Мера существенности тренда – коэффициент

детерминации ( $R^2$ ), представляющий собой долю дисперсии от полной дисперсии (в процентах).

Оценка тенденций температуры приземного воздуха и количества осадков проведена как по данным отдельных станций, так и в среднем для 14-ти областей Казахстана путем аппроксимации рядов наблюдений линейной функцией с использованием метода наименьших квадратов. Средние для территории величины аномалий метеорологических переменных рассчитаны путем осреднения станционных данных об аномалиях. Границы областей представлены на карте-схеме ниже.

Для оценки экстремальности температурного режима в 2012 г. использовались индексы изменения климата, рекомендованные Всемирной метеорологической организацией.

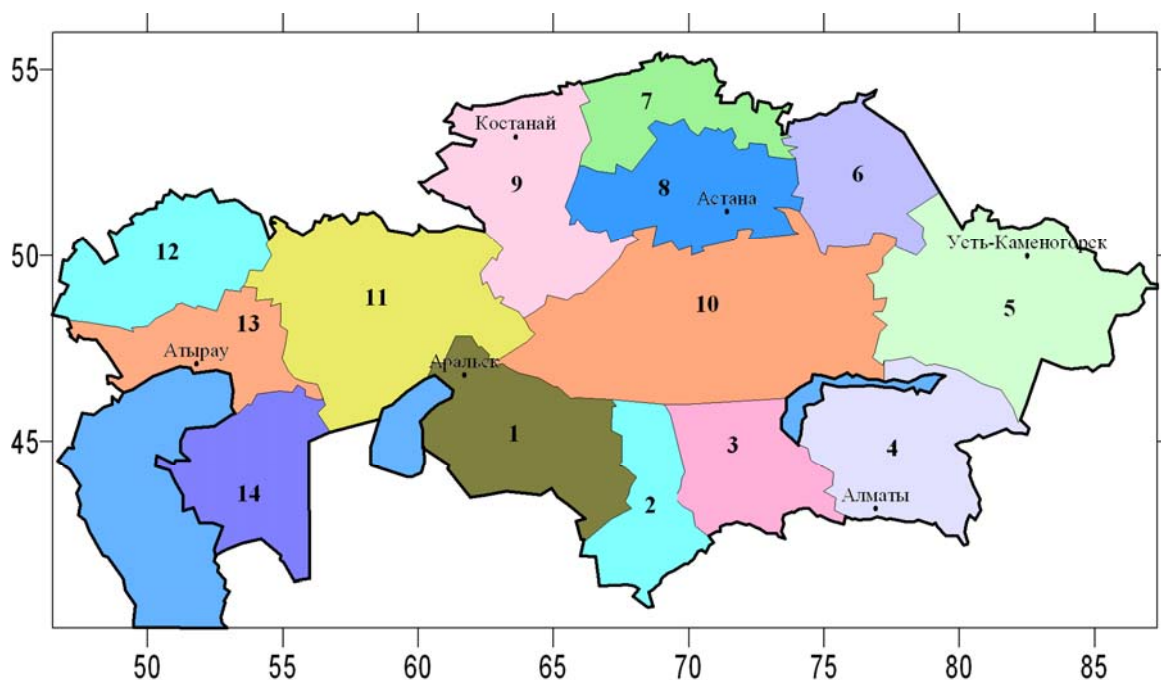


Схема административно-территориального деления Республики Казахстан

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 – Кызылординская обл.         | 8 – Акмолинская обл.            |
| 2 – Южно-Казахстанская обл.     | 9 – Костанайская обл.           |
| 3 – Жамбылская обл.             | 10 – Карагандинская обл.        |
| 4 – Алматинская обл.            | 11 – Актюбинская обл.           |
| 5 – Восточно-Казахстанская обл. | 12 – Западно-Казахстанская обл. |
| 6 – Павлодарская обл.           | 13 – Атырауская обл.            |
| 7 – Северо-Казахстанская обл.   | 14 – Мангистауская обл.         |

Ответственные за выпуск: ведущий научный сотрудник Управления климатических исследований РГП «Казгидромет» Петрова Е.Е (раздел «Температура воздуха») и ведущий инженер Илякова Р.М (раздел «Атмосферные осадки»). В подготовке бюллетеня также принимали участие начальник Управления Долгих С.А., ведущий научный сотрудник Смирнова Е.Ю.

# 1 ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

## 1.1 Наблюдаемые изменения глобальной температуры воздуха и осадков у поверхности Земли

По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), в 20 веке в большинстве регионов Земного шара наблюдается повышение приземной температуры воздуха, хотя оно не было постоянным. Потепление продолжалось с начала 20 века до 40-х годов, затем наблюдалось небольшое похолодание, и с середины 70-х по настоящее время отмечается интенсивное потепление (рисунок 1.1).

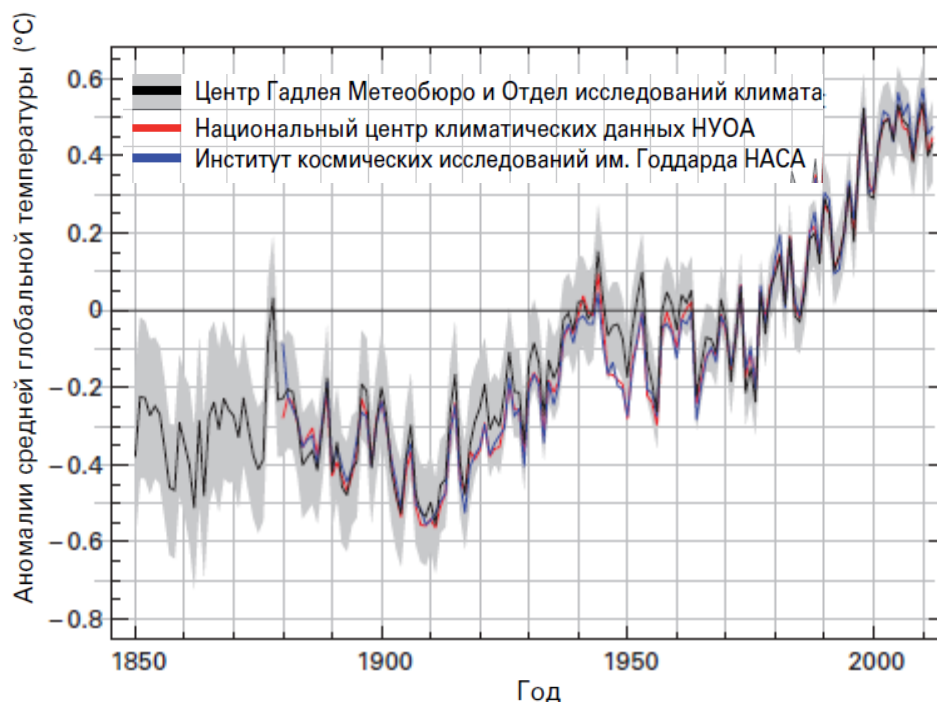


Рисунок 1.1 – Годовые аномалии средней глобальной температуры с 1850 по 2012 гг. по данным Центра Гадлея/ОИК (HadCRUT3, черная линия показывает среднее значение, серая зона – 95 % диапазон неопределённости), Национального центра климатических данных (красная линия) и Института космических исследований им. Годдарда, США. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961...1990 гг. (Источник: Центр Гадлея Метеобюро и Отдел исследований климата Университета Восточной Англии, Соединенное Королевство)

В соответствии с Заявлением Всемирной метеорологической организации о состоянии глобального климата (ВМО-№ 1108), 2012 год вошёл в десятку самых тёплых лет, начиная с 1850 года. По оценкам специалистов в 2012 году осреднённая температура воздуха над сушей и океаном в целом по земному шару была на  $0,45^{\circ}\text{C} \pm 0,11^{\circ}\text{C}$  выше средней годовой величины за период 1961–1990 гг., составляющей  $14^{\circ}\text{C}$ . Этот факт делает 2012 г. номинально девятым по счету в ряду самых теплых лет, регистрация которых началась в 1850 г. (рисунок 1.2). Также 2012 год пополнил список лет, когда температуры воздуха были выше базового периода (1961–1990 гг.,  $14^{\circ}\text{C}$ ), теперь общее количество таких лет 27. Самым тёплым за всю историю инструментальных наблюдений был 2010 год, 2012 год по значениям среднегодовых аномалий температуры воздуха и океана немного меньше – на  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

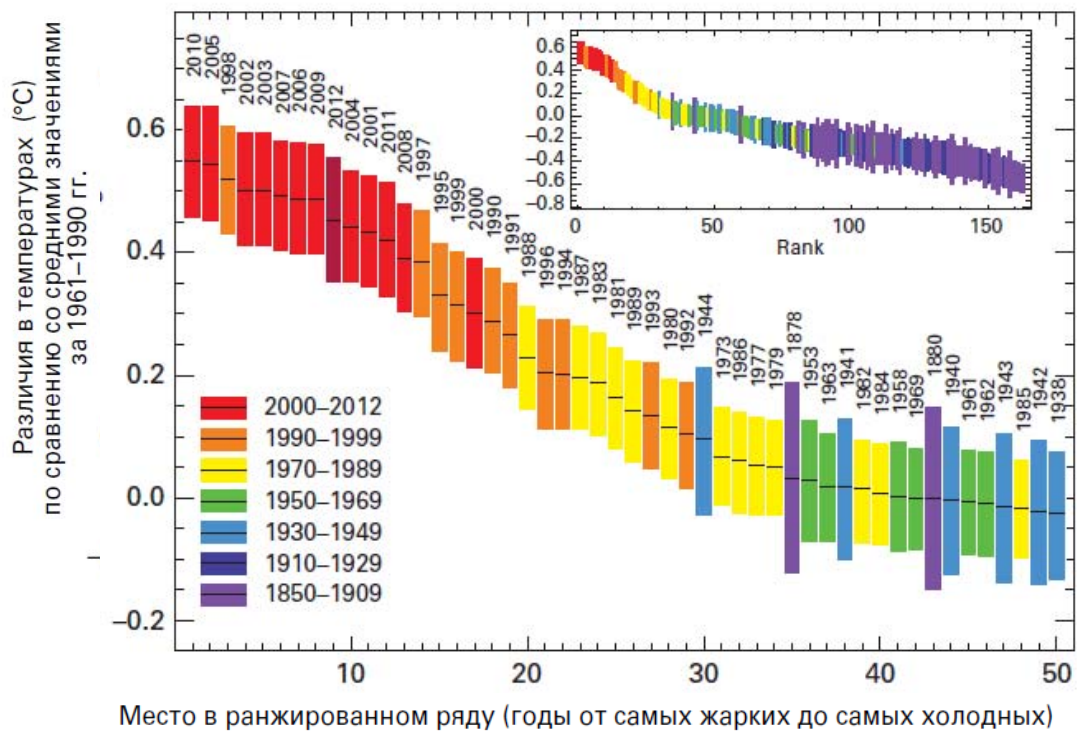


Рисунок 1.2 – Ранжированный ряд аномалий глобальной температуры приземного воздуха, представленный для 50-ти самых тёплых лет. Во вставке показан ранжированный ряд аномалий глобальной температуры приземного воздуха, начиная с 1850 г. Длина полос указывает на 95 % доверительный интервал для каждого года (Источник: Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2012 г.)

2012 год начался с воздействия слабо-умеренного явления Ла-Нинья, которое возникло в октябре 2011 года. Наличие явления Ла-Нинья в начале года имело охлаждающий эффект на значения глобальных температур воздуха. Среднеглобальная температура воздуха и океана, осреднённая за три месяца (январь-февраль-март 2012 года), была наименьшей по величине за последние 16 лет, хотя аномалия температуры воздуха была выше среднего значения за период 1961–1990 гг. на 0,28 °С. Явление Ла-Нинья ослабло в апреле месяце за счёт прогрева океанических вод вдоль тропических широт Тихого океана, создав нейтральные условия до конца года (рисунок 1.3).

В 2012 году положительные среднегодовые аномалии температуры воздуха наблюдались на большей части земного шара, наибольшие аномалии были на территории суши – в Северной Америке, южной Европе, на западе России, местами на севере Африки и на юге Южной Америки (рисунок 1.4). Более холодные чем обычно условия наблюдались на Аляске, местами на севере и востоке Австралии и в центральных частях Азии.

Температура воздуха над океаном практически повсеместно была выше обычной, кроме центральной тропической и северо-восточной частей Тихого океана, юга Атлантического океана и ниже 50°ю.ш.

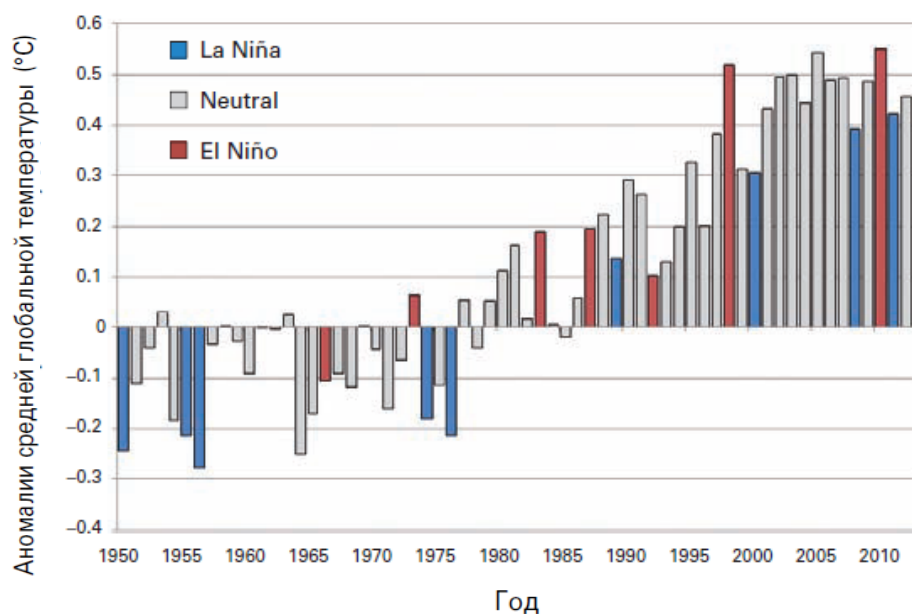


Рисунок 1.3 – Среднегодовые аномалии температуры воздуха над сушей и океаном осреднённые в целом по земному шару за период 1950-2012 гг. (аномалии рассчитаны относительно 1961–1990 гг.). Синим цветом закрашены столбцы, когда в начале года было умеренное или сильное явление Ла-Нинья, красным цветом, когда в начале года было умеренное или сильное явление Эль-Нинья, серым цветом все остальные годы.

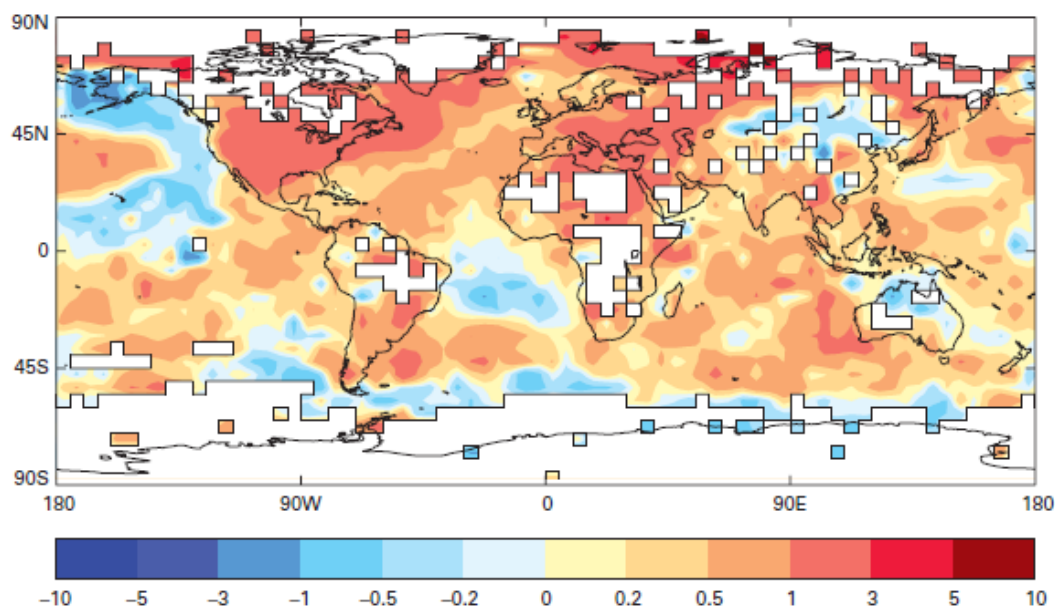


Рисунок 1.4 – Пространственное распределение среднегодовых аномалий температуры воздуха по земному шару в 2012 году (аномалии рассчитаны относительно 1961–1990 гг.).

Согласно данным Национального климатического центра данных США, количество осадков за год, выпавшее в 2012 году на суше, на 6,3 мм больше среднегодового значения. В 2012 году осадки неравномерно распределялись по

земному шару. На рисунке 1.5 представлена карта аномалий годового количества осадков в 2012 году. Значительный дефицит осадков наблюдался в центральной части США, севере Мексики, северо-востоке Бразилии, центральной части России и местами в Австралии. Влажные условия были на севере Европы, западе Африки, на севере и в центре Аргентины, западной Аляске и на большей части севера Китая (рисунок 1.5).

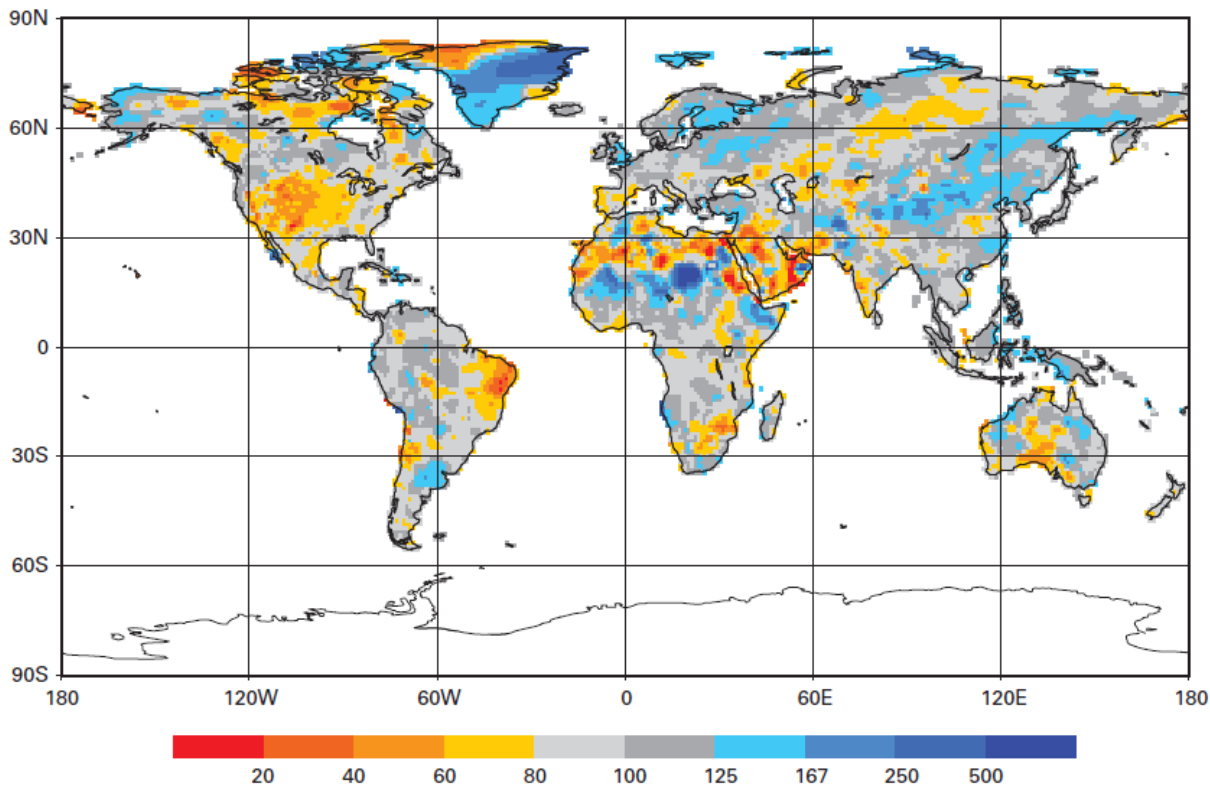


Рисунок 1.5 – Пространственное распределение аномалий годового количества осадков по земному шару в 2012 году (аномалии рассчитаны в %о относительно 1951–2000 гг.).  
(Источник: Глобальный климатический центр осадков, метеорологическая служба Германии)

Согласно данным Глобальной лаборатории снега при Университете Рутгерса (США), площадь распространения снежного покрова в Северной Америке зимой 2011-2012 гг. была одной из наименьших (4 место с конца ранжированного ряда). Случай выбивается из ряда, так как предпоследние две зимы (2009-2010 гг. и 2010-2011 гг.) в Северной Америке, наоборот, по площади, занятой снегом, были самыми обширными и занимают первое и третье место в ранжированном ряду, начиная с 1966 года. На Евразийском континенте площадь, занятая снегом в зимний период, была выше средних значений. А в целом в северном полушарии выше на 590000 км<sup>2</sup> относительно среднего значения, составляющего 45,2 миллиона км<sup>2</sup>.

Исследования, проведённые Европейским космическим агентством, показали, что объёмы запасов воды в снеге на территории северного полушария постепенно уменьшаются, начиная с 1979 года. В высоких широтах наблюдается тенденция к снеготаянию ранней весной.



## 1.2 Наблюдаемые изменения температуры воздуха на территории Казахстана

Для сравнения в таблице 1.1 представлены самые тёплые годы в целом для Земного шара (по данным наземной сети) и Казахстана. На территории Казахстана распределение во времени экстремально тёплых лет несколько отличается от ранжированного ряда средней глобальной температуры приземного воздуха. Каждый из десяти самых теплых лет для Земного шара обозначен определенным цветом, что позволяет легко судить, находится ли этот год в числе самых теплых лет для Казахстана.

На рисунке 1.6 представлен ранжированный ряд аномалий среднегодовых температур приземного воздуха, рассчитанных относительно базового периода 1971...2000 гг. и осреднённых по данным 118 метеостанций Казахстана с 1940 по 2012 гг. В десятку самых тёплых лет в Казахстане вошли следующие годы (в порядке убывания значения аномалии): 1983, 2004, 2002, 2007, 1995, 2008, 1997, 2006, 2005, 1999. Пять самых тёплых лет в Казахстане вошли в список десяти самых тёплых лет по Земному шару.

По значению средней по Казахстану аномалии среднегодовой температуры воздуха, составившей 0,19 °С, 2012 год занял 27 место. За 70 последних лет самым холодным для Казахстана был 1969 год, когда средняя по территории аномалия среднегодовой температуры воздуха составила минус 2,52 °С, а самым тёплым – 1983 год с аномалией температуры воздуха 1,56 °С.

Таблица 1.1 – Ранги самых тёплых лет для Земного шара (за период 1850...2012 гг.) и Казахстана (за период 1940-2012 гг.) и соответствующие аномалии среднегодовой температуры приземного воздуха, осредненные по территории Казахстана.

Ранг	Земной шар	Казахстан	Аномалия среднегодовой температуры, осредненная по территории Казахстана, °С
1	2010	1983	1,56
2	2005	2004	1,38
3	1998	2002	1,38
4	2002	2007	1,27
5	2003	1995	1,21
6	2007	2008	1,17
7	2006	1997	1,05
8	2009	2006	0,99
9	2012	2005	0,94
10	2004	1999	0,87

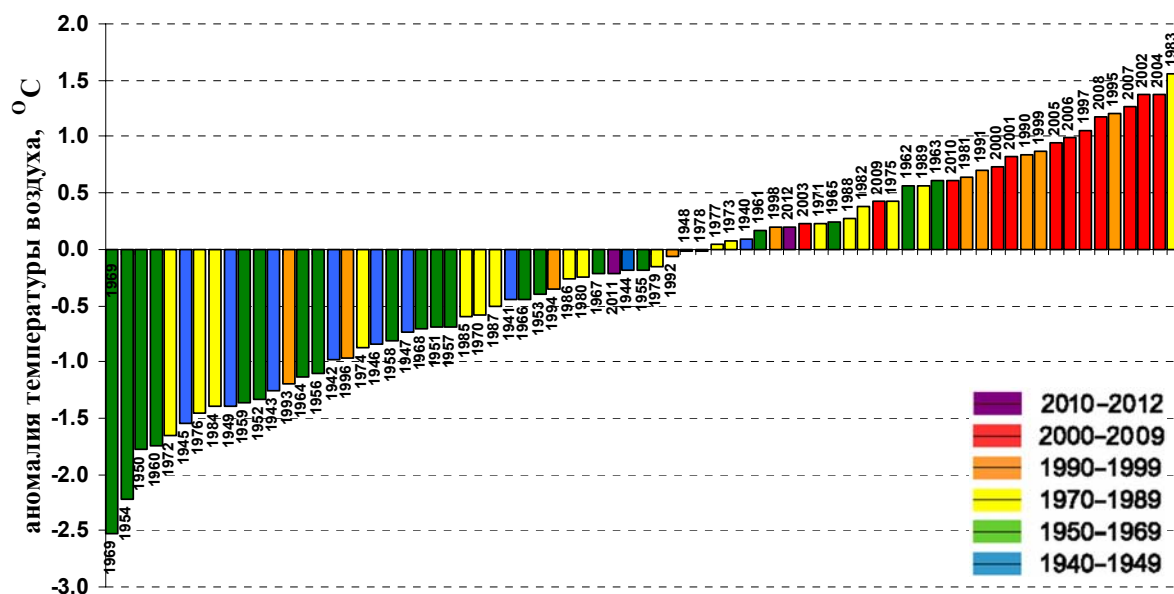
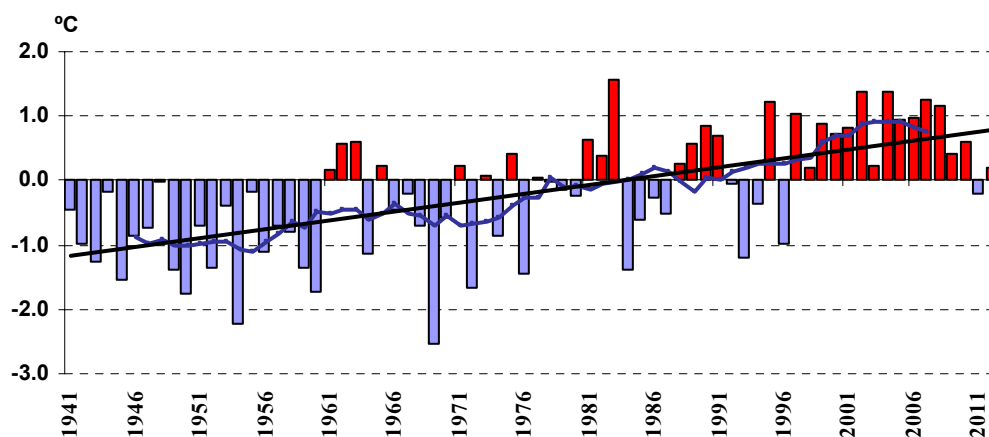


Рисунок 1.6 – Ранжированный ряд аномалий среднегодовых температур приземного воздуха, осреднённых по территории Казахстана за период 1940...2012 гг. (по данным 118 метеостанций). Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971...2000 гг.

На рисунках 1.7...1.9 и в таблице 1.2 представлены оценки изменений температуры воздуха за период 1941...2012 г., осредненной по территории Казахстана и административных областей. Последние 70 лет на территории Казахстана наблюдалось повсеместное повышение приземной температуры воздуха, как в целом за год, так и во все сезоны. Среднегодовые температуры воздуха в среднем по Казахстану повышались со скоростью  $0,27\text{ }^{\circ}\text{C}$  каждые 10 лет, наибольшее потепление происходило в осенний период – на  $0,32\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, немного меньше зимой и весной – на  $0,29\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет соответственно, а летом наблюдалась наименьшая скорость повышения температуры – на  $0,20\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет. В большинстве случаев тренды статистически значимы при 95 % доверительном интервале, вклад тренда в суммарную дисперсию среднегодовых температур составляет 37 %, для сезонов – от 6 до 27 % (таблица 1.2, рисунок 1.7).

а)



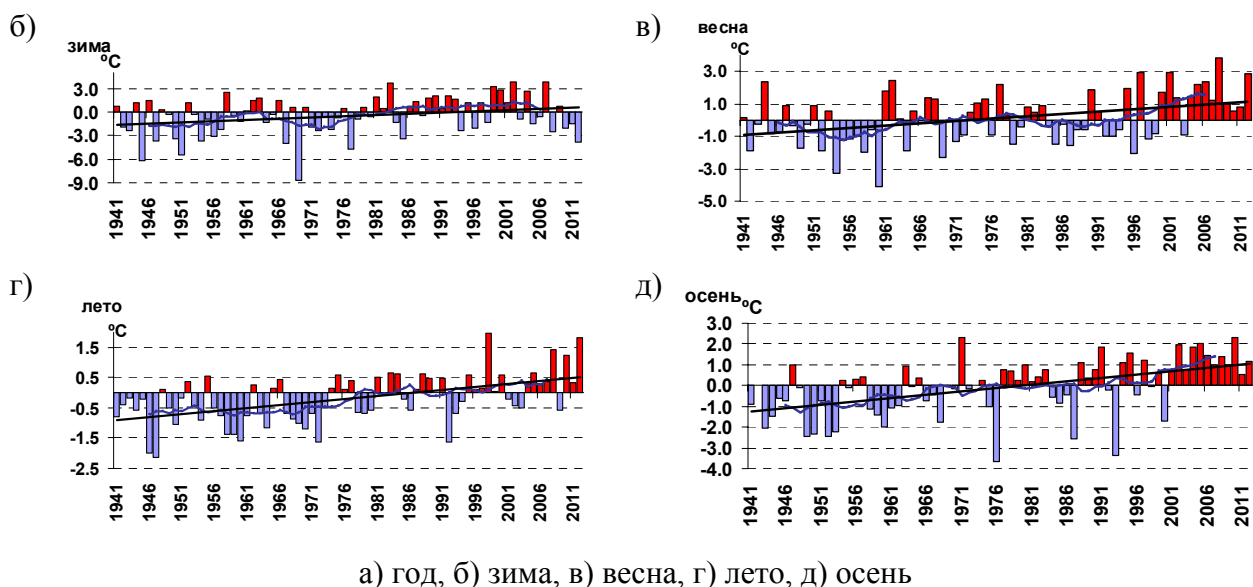
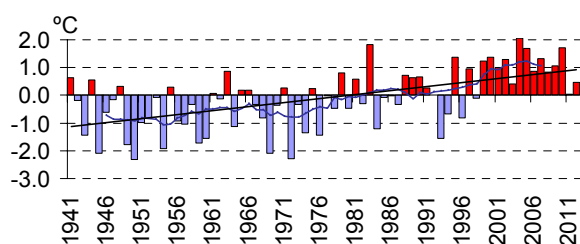


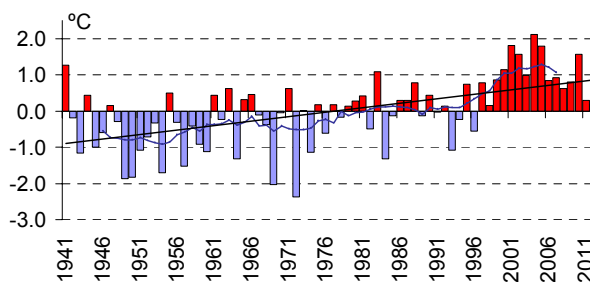
Рисунок 1.7 – Временные ряды и линейный тренд аномалий годовых и сезонных температур воздуха за период 1941...2012 г., осреднённых по территории Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971...2000 гг. *Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.*

В областном разрезе наибольшими темпами среднегодовые температуры воздуха повышались в Западно-Казахстанской области – на  $0,38\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет, наименьшими в ЮКО, ВКО, Алматинской и Мангистауской областях – на  $0,23...0,25\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет. В остальных областях рост среднегодовых температур в пределах  $0,27...0,31\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  лет (таблица 1.2, рисунок 1.8).

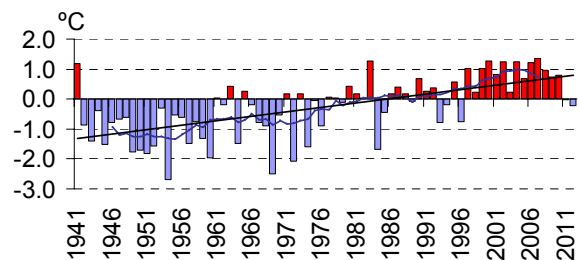
а) Кызылординская область



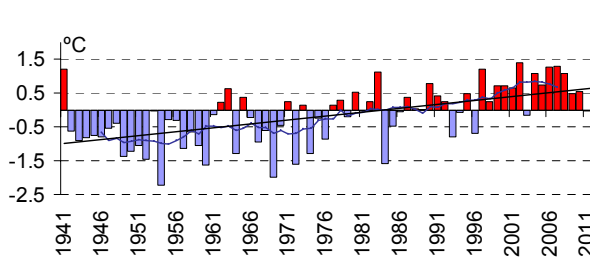
б) Южно-Казахстанская область



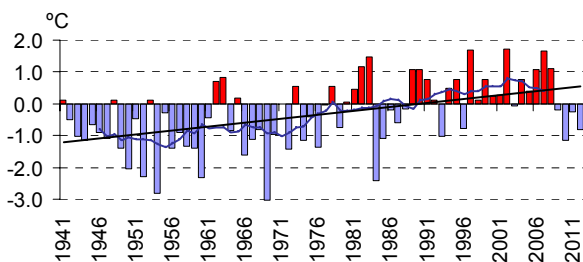
в) Жамбылская область



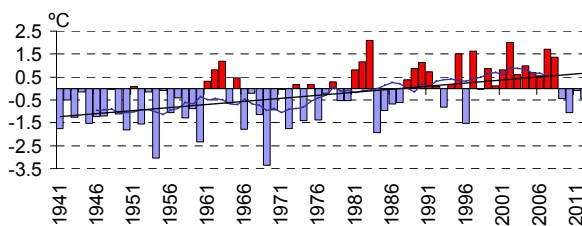
г) Алматинская область



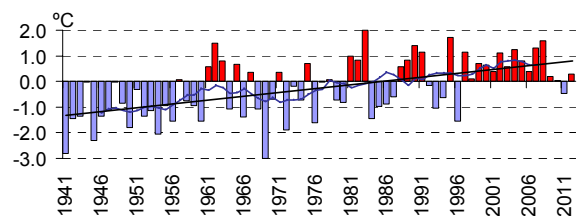
д) Восточно-Казахстанская область



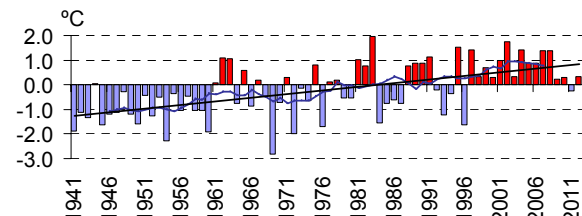
е) Павлодарская область



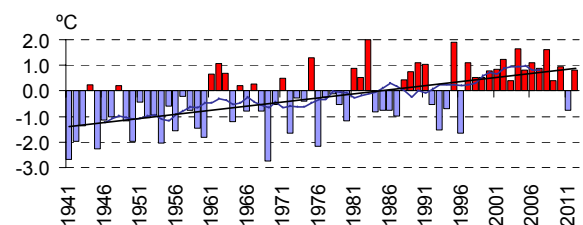
ж) Северо-Казахстанская область



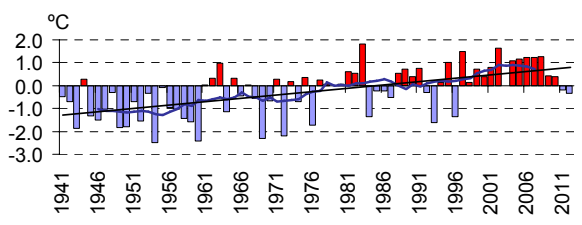
з) Акмолинская область



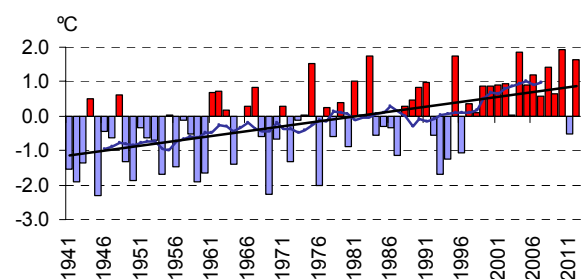
и) Костанайская область



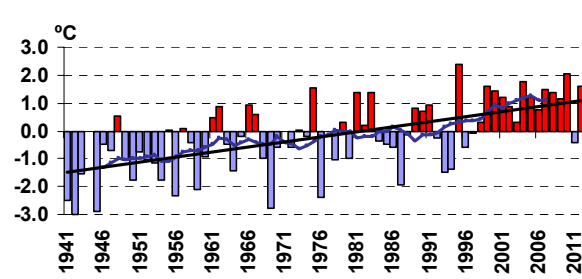
к) Карагандинская область



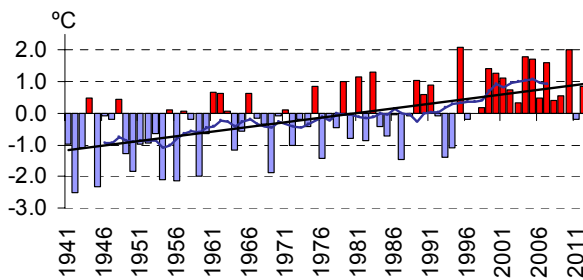
л) Актюбинская область



м) Западно-Казахстанская область



н) Атырауская область



о) Мангистауская область

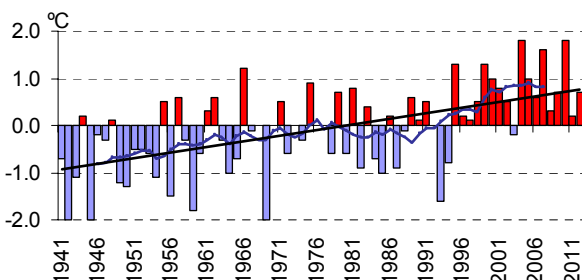


Рисунок 1.8 – Временные ряды и линейные тренды аномалий среднегодовых температур воздуха (°C) за период 1941...2012 гг., осредненных по территории областей Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971...2000 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением

В выпусках бюллетеня мониторинга климата Казахстана за 2008...2011 годы было показано, что наибольшее повышение температуры воздуха на территории всех областей

происходило зимой (в период с 1941 года). С учётом данных 2012 года наибольшее повышение температуры воздуха, наблюдавшееся ранее в зимний сезон, сместилось на весну в северных и центральных областях (0,33...0,37 °С/10 лет) и на осень в южных и восточных областях Казахстана (0,30...0,40 °С/10 лет, таблиц 1.2). В западных областях наибольший рост температур по-прежнему приходится на зимний период (0,27...0,38 °С/10 лет). В летний период практически во всех областях значения коэффициента линейного тренда, характеризующего скорость роста температуры воздуха, наименьшие – в пределах 0,13...0,30 °С/10 лет, но значения коэффициента детерминации достаточно высокие, особенно в южных областях Казахстана – 25...36 %. Это свидетельствует об устойчивости тенденции повышения температуры воздуха. Тенденция повышения осенней температуры также устойчива (коэффициент детерминации составляет 16...35 %) и лежит в пределах 0,28...0,30 °С/10 лет.

Таблица 1.2 – Характеристики линейного тренда аномалий температуры приземного воздуха, осреднённых по территории Казахстана и его областей за период 1941...2012 гг.

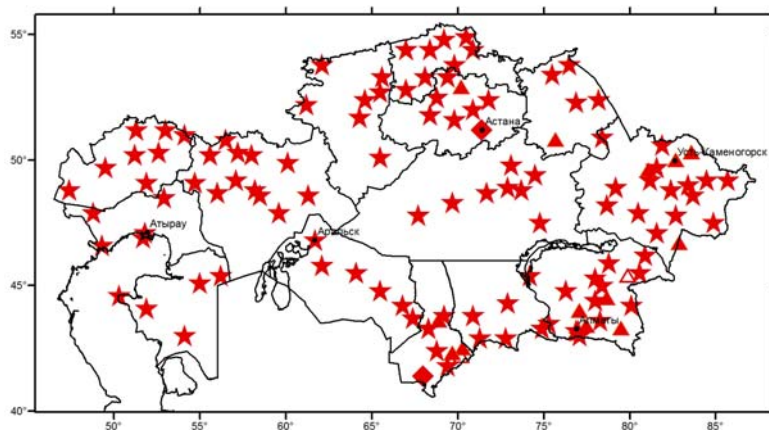
Регион/область	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	*а	**R <sup>2</sup>	а	R <sup>2</sup>	а	R <sup>2</sup>	а	R <sup>2</sup>	а	R <sup>2</sup>
Казахстан	0,27	37	0,29	6	0,29	15	0,20	27	0,32	25
Кызылординская	0,29	32	0,25	3	0,31	14	0,27	33	0,30	24
Южно-Казахстанская	0,24	29	0,18	2	0,22	11	0,23	25	0,40	30
Жамбылская	0,30	39	0,31	6	0,22	11	0,27	36	0,40	35
Алматинская	0,23	31	0,30	8	0,20	10	0,13	12	0,30	24
Восточно-Казахстанская	0,25	23	0,29	5	0,25	9	0,15	13	0,31	17
Павлодарская	0,27	23	0,30	4	0,36	15	0,30	13	0,30	24
Северо-Казахстанская	0,30	30	0,31	5	0,37	15	0,22	14	0,30	16
Акмолинская	0,29	32	0,28	5	0,37	16	0,20	14	0,30	18
Костанайская	0,31	31	0,34	6	0,35	12	0,25	15	0,30	17
Карагандинская	0,28	30	0,27	5	0,33	14	0,21	18	0,30	20
Актюбинская	0,29	29	0,32	6	0,30	9	0,21	13	0,31	17
Западно-Казахстанская	0,38	38	0,47	10	0,41	17	0,27	15	0,36	22
Атырауская	0,28	32	0,38	8	0,29	13	0,20	18	0,29	19
Мангистауская	0,24	32	0,27	8	0,21	9	0,21	18	0,28	17

\* а – коэффициент линейного тренда, °С/10 лет

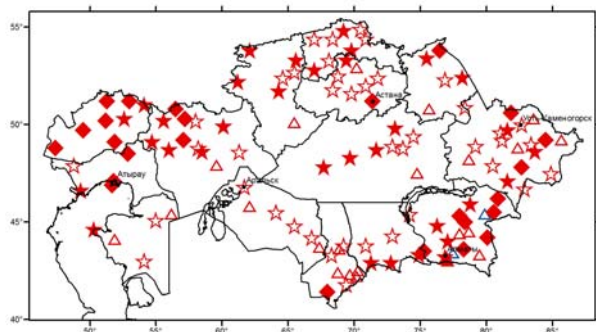
\*\* R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации, %

Более детальная информация об изменении средней сезонной и средней месячной температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет) по территории Казахстана за период 1941...2012 гг. представлена на рисунке 1.9. Можно выделить следующие особенности: практически повсеместно наблюдается положительная тенденция среднемесячных температур воздуха, исключение составляют данные некоторых метеостанций, но все отрицательные тенденции статистически незначимы. В феврале-марте и ноябре-декабре наблюдаются самые значительные темпы роста температур по территории Казахстана, составляющие  $0,41...0,80$   $^{\circ}\text{C}/10$  лет. В апреле, июне и октябре темпы потепления ниже –  $0,21...0,40$   $^{\circ}\text{C}/10$  лет, во все остальные месяцы рост температуры в пределах  $0,01...0,20$   $^{\circ}\text{C}/10$  лет. Таким образом, в холодный период года (ноябрь-март) рост температур более значительный, чем в тёплый (апрель-октябрь). По характеру распределения коэффициента линейного тренда по территории республики можно сказать об изменении характеристик циркуляционных процессов.

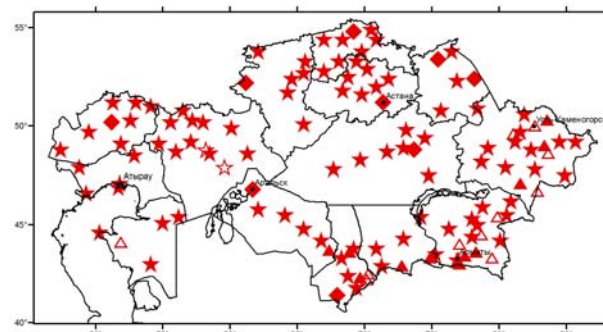
год



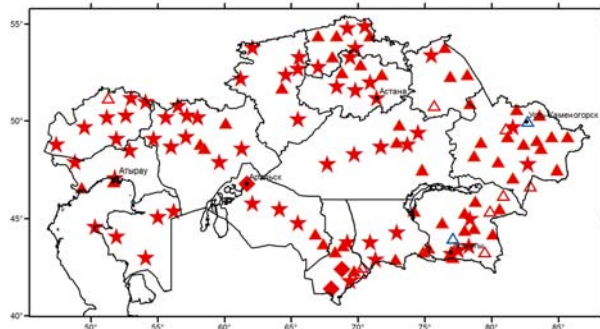
зима



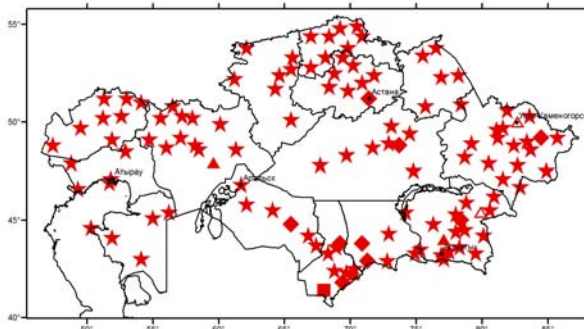
весна



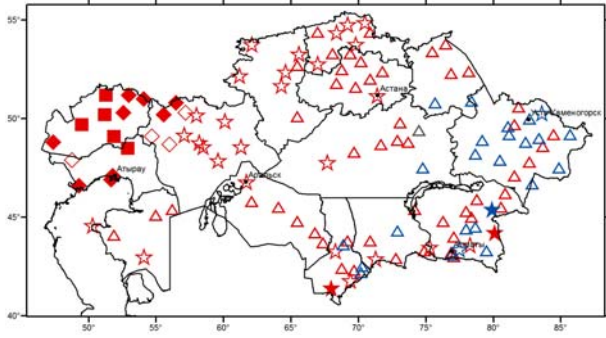
лето



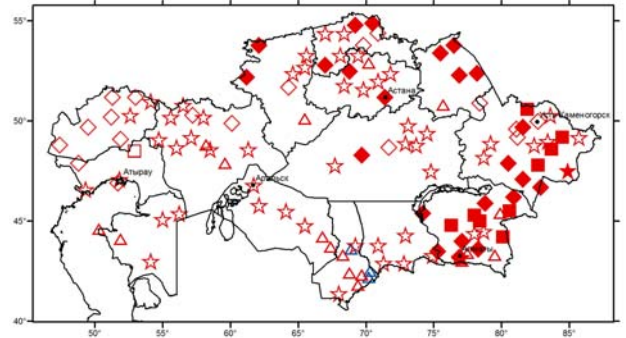
осень



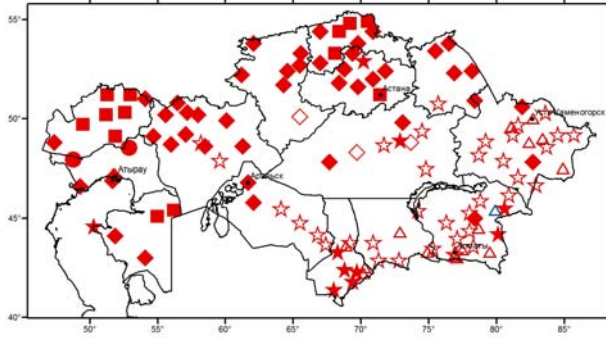
январь



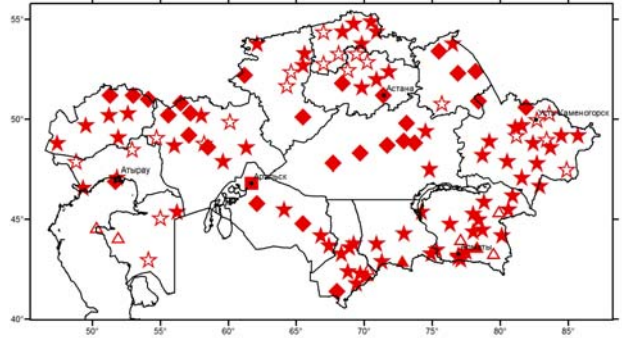
февраль



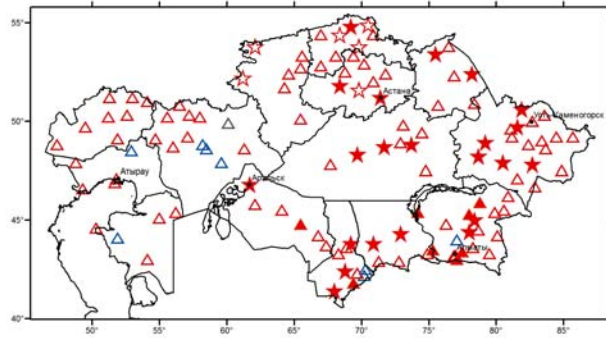
март



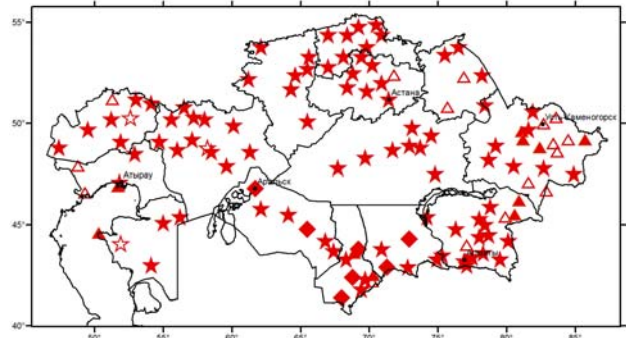
апрель



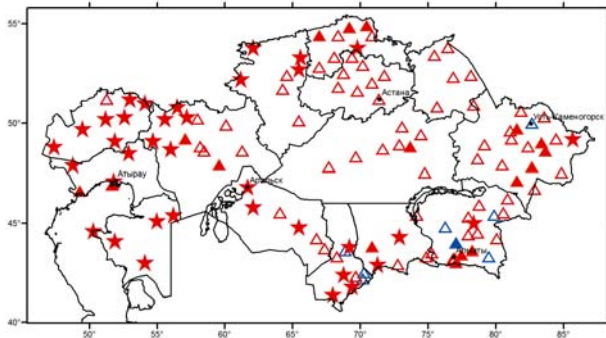
май



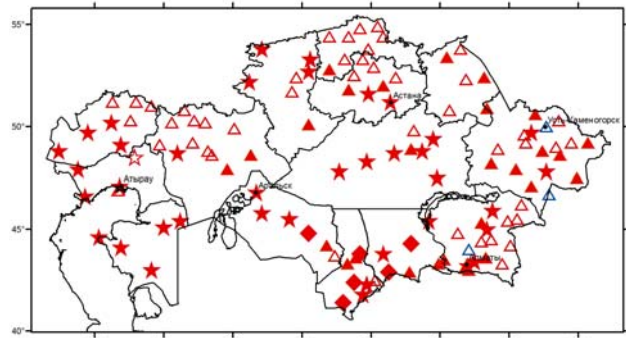
ИЮНЬ



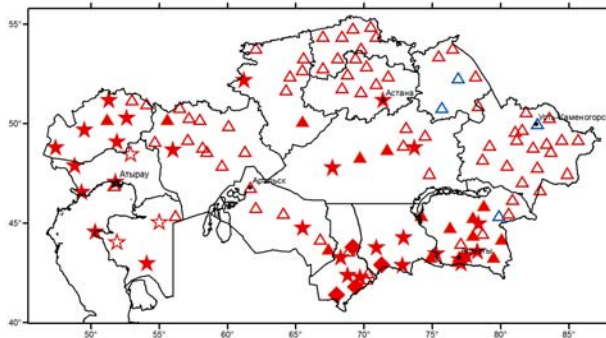
ИЮЛЬ



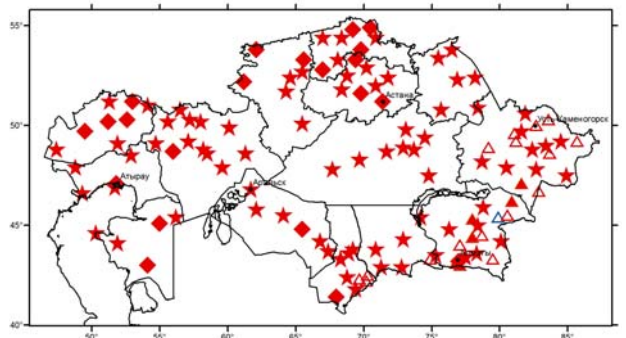
август



сентябрь



октябрь



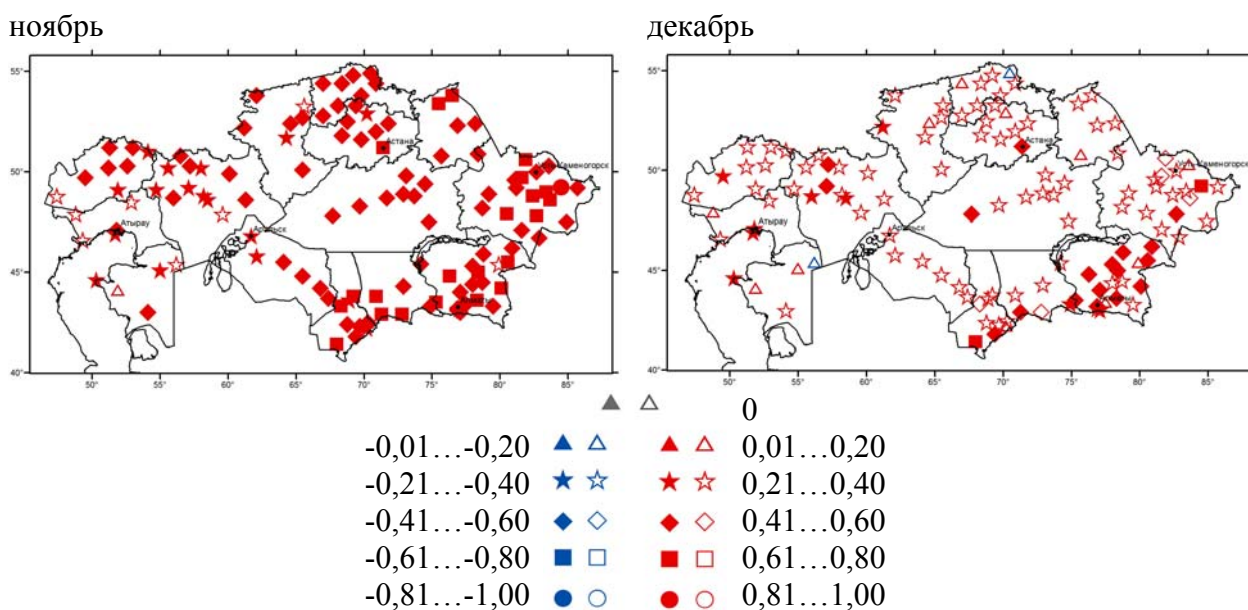


Рисунок 1.9 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}/10$  лет), рассчитанного за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушёваны в случаях статистической значимости тренда.

### 1.3 Аномалии температуры воздуха на территории Казахстана в 2012 году

Аномалии среднегодовой температуры воздуха (декабрь 2011 г. – ноябрь 2012 г.) на западе и северо-западе республики были выше нормы на  $1,0...2,0^{\circ}\text{C}$ , на территории Актюбинской области 2012 год вошёл в 10 % экстремально теплых лет. На всей остальной территории Казахстана аномалии температуры были в пределах  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  (рисунок 1.10а).

Географическое распределение очагов тепла и холода по территории и по сезонам представлено на рисунке 1.10.

#### Зима

Зима 2012 года (декабрь 2011 г. – февраль 2012 г.) была холодной и экстремально холодной на всей территории Казахстана. Аномалии температуры воздуха лежали в пределах  $-2,0...-7,0^{\circ}\text{C}$ , градиент температуры был направлен с запада на восток. Экстремально низкие температуры (на  $5,0^{\circ}\text{C}...7,0^{\circ}\text{C}$  ниже нормы) наблюдались в ВКО, Карагандинской и Павлодарской областях. На 30 % метеостанций зима вошла в 10 % экстремально холодных зим, начиная с 1941 года. Причиной морозов стал азиатский антициклон, который распространился над Казахстаном, Россией и Монголией. Он заблокировал привычный западно-восточный перенос и заток холодного воздуха происходил с востока, что наглядно видно по изотермам на карте (рисунок 1.10б).

#### Весна

Весна была тёплой и экстремально тёплой на всей территории Казахстана. Температуры воздуха были выше нормы на  $1,0...4,5^{\circ}\text{C}$ . Наибольшие аномалии температуры воздуха –  $3,0...4,5^{\circ}\text{C}$  наблюдались на большей части территории Казахстана, охватывая северные, западные, часть южных областей, а также центральные районы Казахстана. Здесь весна 2012 г. вошла в 10 % экстремально тёплых весенних сезонов. На востоке и юго-востоке аномалии были выше нормы на  $1,0...3,0^{\circ}\text{C}$  (рисунок 1.10в).

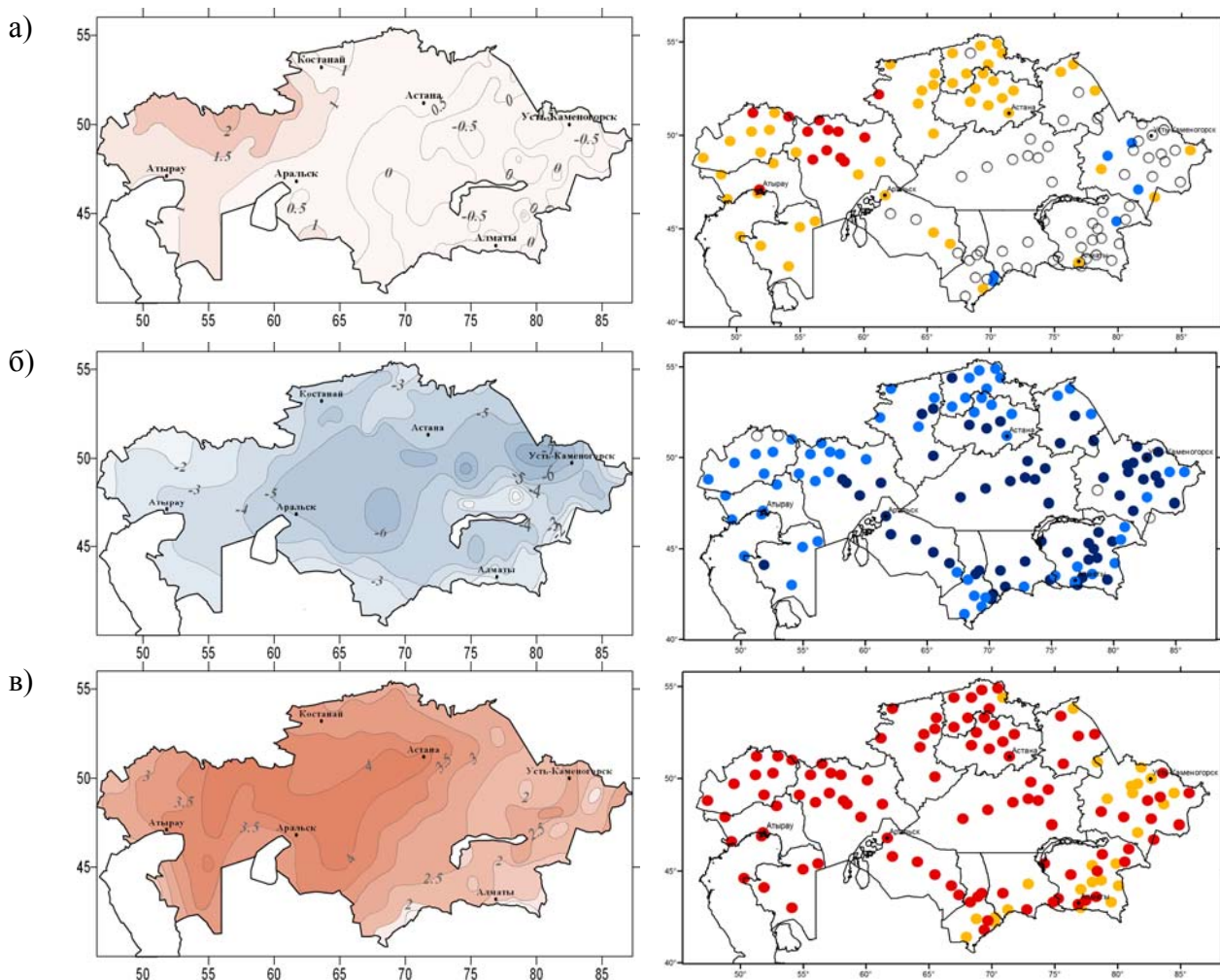


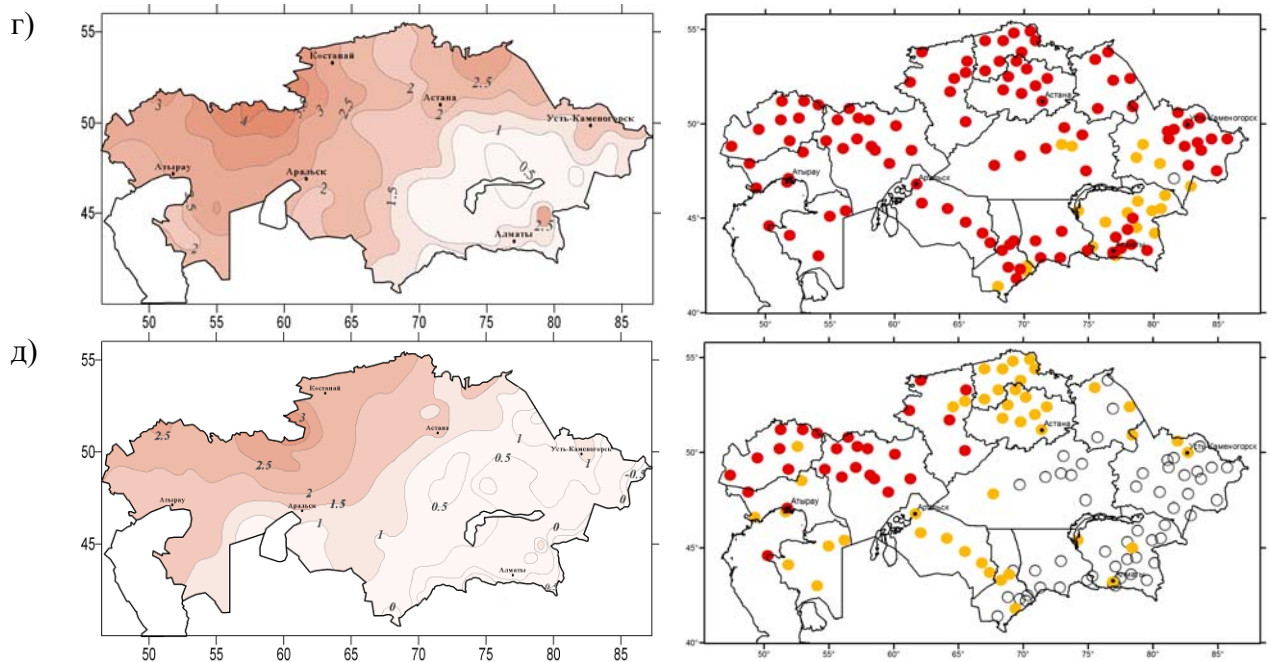
## Лето

Лето 2012 года было теплым и экстремально тёплым на всей территории республики. Положительные аномалии температуры воздуха составляли 0,1...4,0 °С. Наибольшие аномалии температуры воздуха наблюдались на западе – 2,5...4,0 °С, с максимумом на севере Актубинской области, где аномалии были выше 4,0 °С. Небольшие аномалии температуры воздуха – 0,1...1,0 °С были в районе озера Балкаш и Казахского мелкосопочника. По данным большинства метеостанций (более 90 %) лето 2012 года вошло в 10 % самых жарких летних сезонов (рисунок 1.10г).

## Осень

Осень была тёплой и экстремально тёплой на северо-западной половине Казахстана, где температуры воздуха были выше нормы на 1,0...3,0 °С. На остальной, юго-восточной половине, аномалии температуры были в пределах  $\pm 1$  °С. По данным большинства метеостанций ЗКО, Кустанайской, Актубинской областей осень вошла в 10 % самых жарких осенних сезонов (рисунок 1.10д).





- а) год (декабрь 2011 г.– ноябрь 2012 г.)  
 б) зима  
 в) весна  
 г) лето  
 д) осень

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

Рисунок 1.10 – Пространственное распределение аномалий температуры воздуха (°С) в 2012 г., рассчитанных относительно базового периода 1971...2000 гг. и вероятности превышения значений температуры воздуха, наблюдавшейся в 2012 году, рассчитанные по данным периода 1941...2012 гг.

Для оценки экстремальности температурного режима в конкретный год используются индексы изменения климата, рекомендованные Всемирной метеорологической организацией. Ниже представлен анализ некоторых наиболее показательных индексов и особенности распределения их значений по территории Казахстана в 2012 году.

**Суточный максимум температуры воздуха в 2012 г.** На рисунке 1.11 красным цветом показаны значения абсолютных максимумов температуры воздуха, зарегистрированные с начала открытия метеостанции и по 2011 год, синим цветом – значения суточных максимумов температуры воздуха, наблюдавшихся в 2012 году. В 2012 году абсолютный максимум температуры воздуха был перекрыт на двух метеостанциях в северном Казахстане – на МС Есиль и МС Благовещенка. Максимальные значения температуры воздуха в 2012 году превысили здесь предыдущий рекорд на 0,2 °С.

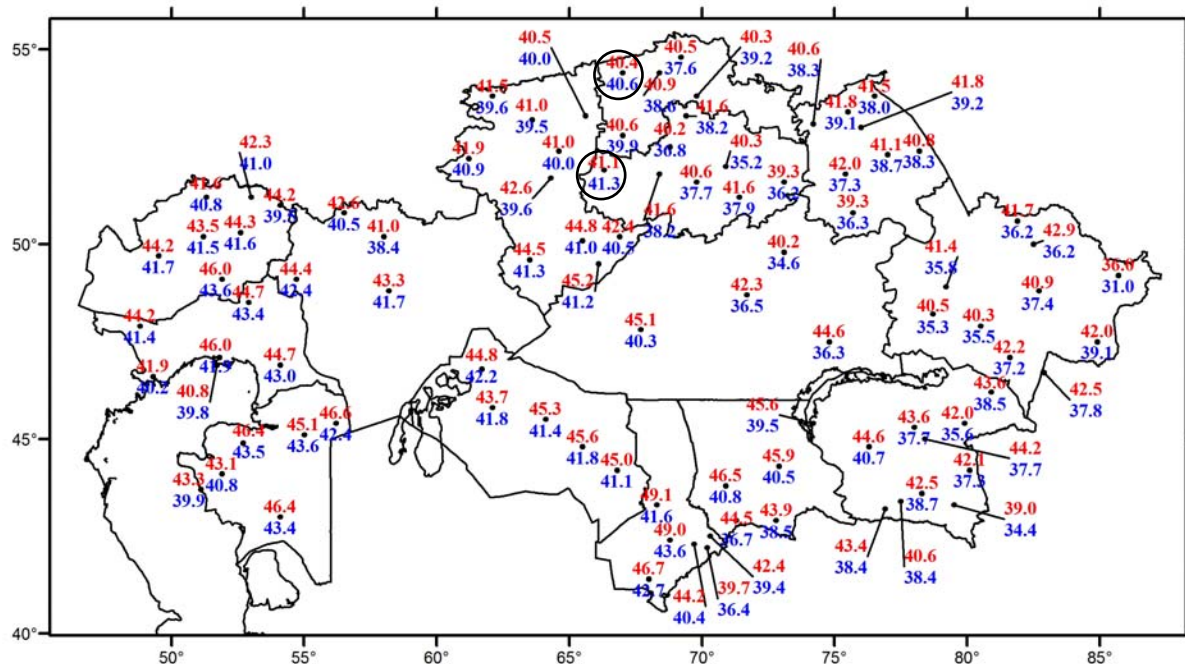


Рисунок 1.11 – Значения абсолютных максимумов температуры воздуха (°С), зарегистрированные с начала открытия метеостанции по 2011 год (нанесены красным цветом) и максимальные значения суточной температуры воздуха (°С), наблюдавшиеся в 2012 году (нанесены синим цветом).

**Суточный минимум температуры воздуха в 2012 г.** Абсолютные минимумы температуры воздуха ни на одной из метеостанций, вошедших в данный анализ, в 2012 году не были перекрыты (рисунок 1.12).

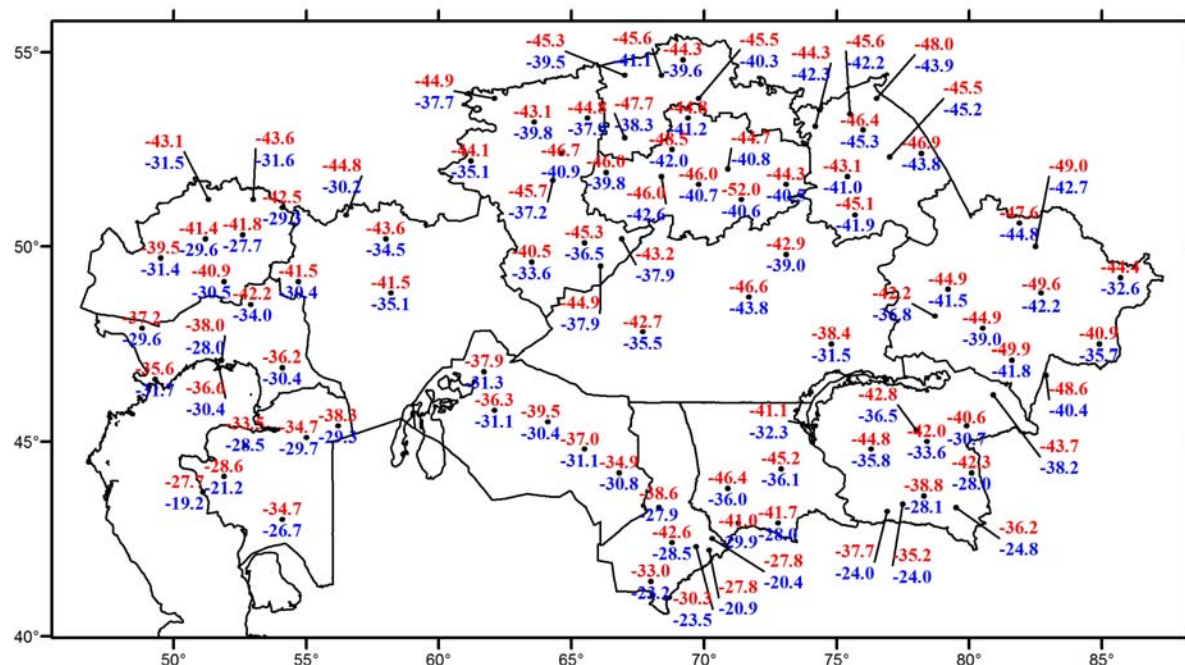


Рисунок 1.12 – Значения абсолютных минимумов температуры воздуха (°С), зарегистрированные с начала открытия метеостанции по 2011 год (нанесены красным цветом) и минимальные значения суточной температуры (°С), наблюдавшиеся в 2012 году (нанесены синим цветом).

**Количество дней с температурой воздуха выше 35 °С в 2012 г.** На рисунке 1.13а представлено пространственное распределение количества дней с температурой воздуха выше 35 °С в 2012 году. Максимальное количество дней с высокими температурами наблюдалось на территории Южно-Казахстанской, Кызылординской, Атырауской и Мангистауской областей – 40...70 дней, на территории ЗКО, Актюбинской и Жамбылской областей количество жарких дней составило 20...30 дней. Во всех перечисленных областях, а также во всех областях северного Казахстана число дней с температурой воздуха выше 35 °С было экстремально высоким (вероятность неперевышения 90-100 %, рисунок 1.12, б).

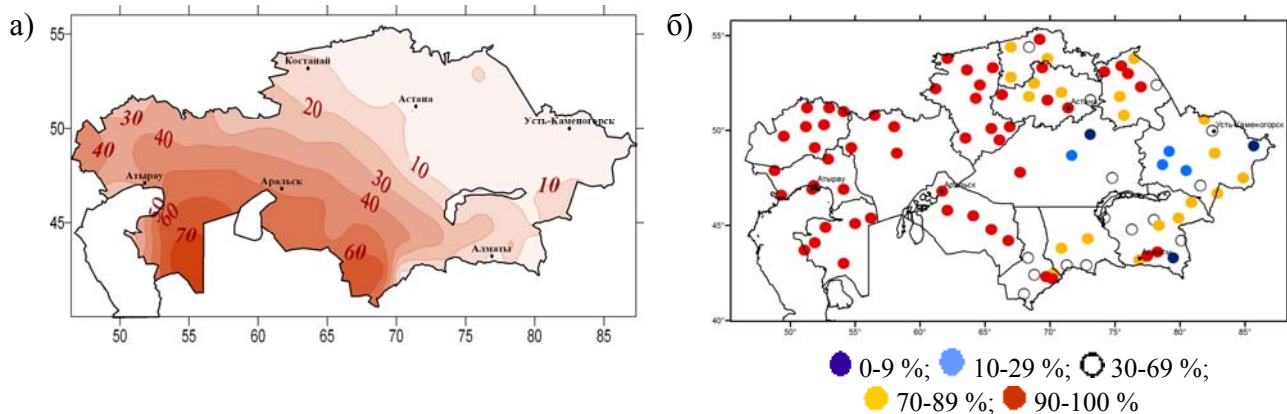


Рисунок 1.13 – Количество дней (а) и вероятность неперевышения количества дней (б) в 2012 году с температурой воздуха выше 35 °С. Вероятности рассчитаны за период 1941...2012 гг.

**Процент дней с суточной максимальной температурой воздуха выше 90-го перцентиля** в 2012 году составлял от 6 до 26 % (рисунок 1.14а). Наиболее часто максимальная температура воздуха превышала 90-ый перцентиль на западе республики Казахстан.

**Процент дней в году с суточной минимальной температурой воздуха ниже 10-го перцентиля** характеризует повторяемость случаев с экстремально низкими температурами. В 2012 г. максимальное количество таких дней (более 10 %) наблюдалось на востоке Казахстана (рисунок 1.14б).

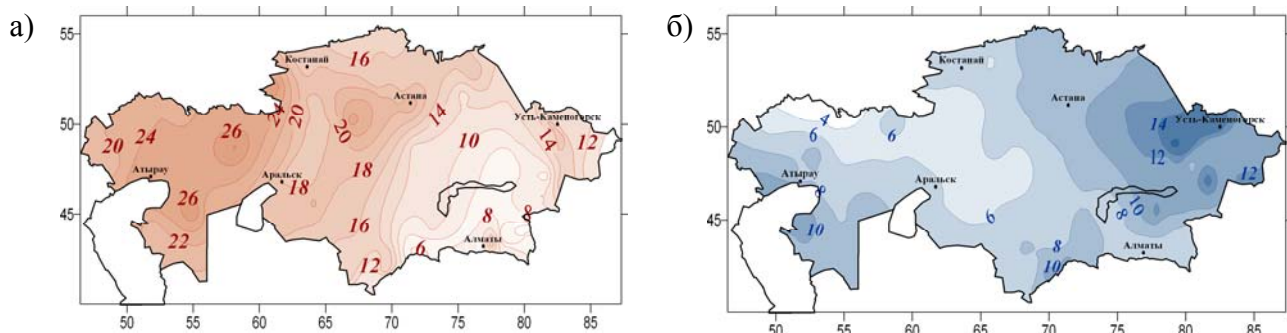


Рисунок 1.14 – Процент дней в 2012 году, когда суточная максимальная температура была выше 90-го перцентиля (а) и суточная минимальная температура была ниже 10-го перцентиля (б)

На рисунке 1.15а представлена общая продолжительность волн тепла на территории Казахстана в 2012 году (*сумма дней, когда, как минимум,*

*6 последовательных дней суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля).* Общая продолжительность волн тепла была высокой в западной половине республики с максимумом в Актюбинской области – 54...66 дней. На остальной территории волны тепла длились 6...12 дней.

Сумма дней за год, когда, *как минимум, 6 последовательных дней суточная минимальная температура воздуха была ниже 10-го перцентиля,* характеризует общую продолжительность волн холода. В 2012 году самые продолжительные волны холода (18...30 дней, рисунок 1.15б) наблюдались в ВКО и Павлодарской области.

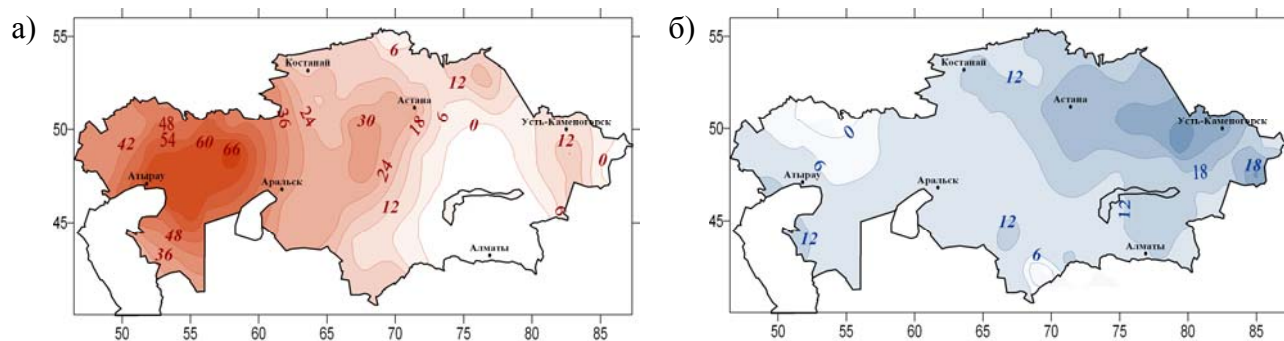


Рисунок 1.15 – Общая сумма дней в 2012 году, когда: как минимум, 6 последовательных дней суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля (а) и как минимум 6 последовательных дней суточная минимальная температура воздуха была ниже 10-го перцентиля (б)

На рисунке 1.16 представлено распределение продолжительности вегетационного периода в 2012 году (период между первой датой, когда средняя суточная температура пятидневки  $\geq 5^\circ\text{C}$ , и последней даты, когда средняя суточная температура пятидневки  $\leq 5^\circ\text{C}$ ). Продолжительность вегетационного периода составила около 200 дней на севере и более 250 дней на юге республики.

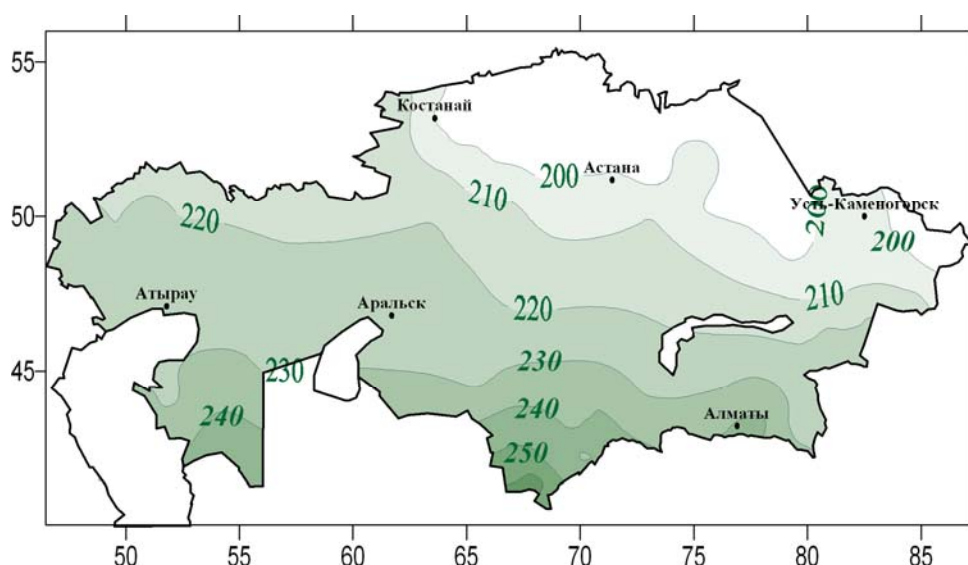


Рисунок 1.16 – Продолжительность вегетационного периода (дни) в 2012 году

#### 1.4 Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха

Анализ тенденций в экстремумах температуры воздуха выполнен за период 1941...2012 гг.

Прослеживается тенденция увеличения значений **суточных максимумов температуры приземного воздуха** на большинстве метеостанций всех областей Казахстана. Однако, статистически значимые тенденции характерны, в основном, для территории ВКО, Павлодарской, Кызылординской, Мангистауской и Атырауской областей (рисунок 1.17). Суточные максимумы температуры повышаются на 0,01...0,40 °C каждые 10 лет, местами увеличение составляет 0,41...0,60 °C/10 лет.

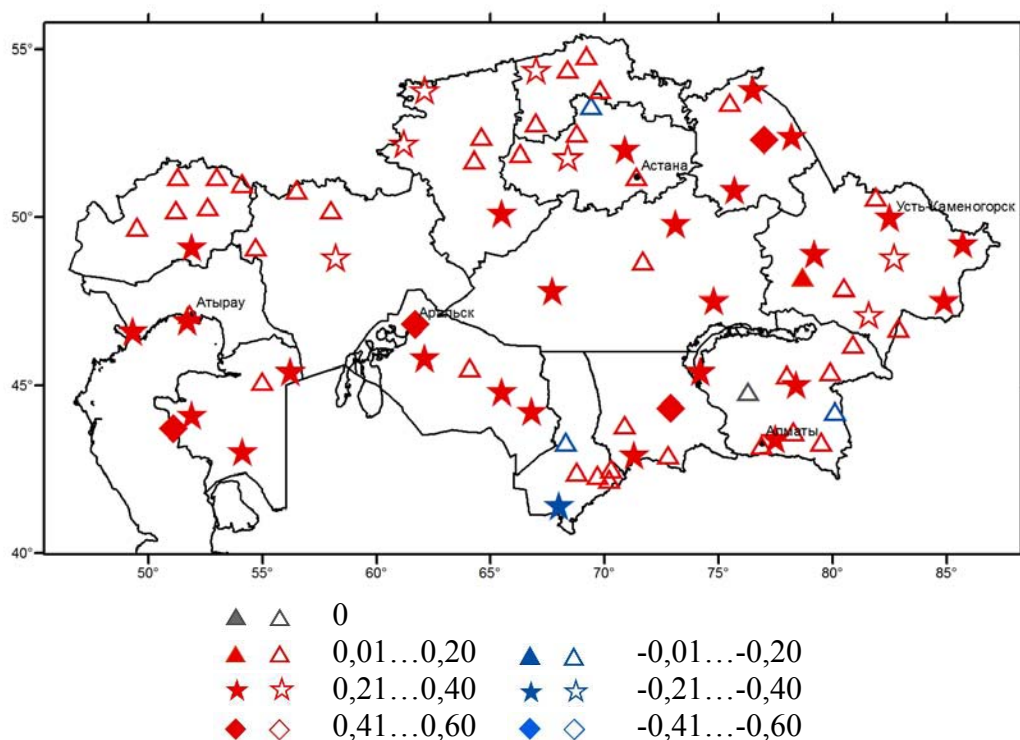


Рисунок 1.17 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда значений суточной максимальной температуры воздуха (°C/10 лет) за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушеваны в случаях статистической значимости тренда.

Статистически значимая тенденция увеличения **количества дней с температурой воздуха выше 35 °C** наблюдается на территории западных и южных областей Казахстана – от 1 до 5 дней каждые 10 лет (рисунок 1.18). В северных регионах, а также на востоке в период 1941...2012 гг. повторяемость жарких дней практически не изменилась.

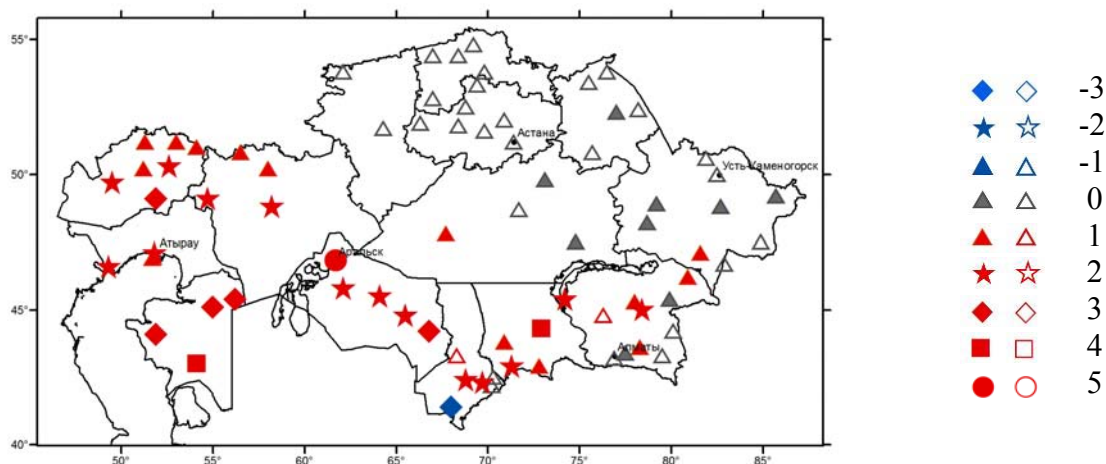


Рисунок 1.18 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда числа дней с температурой воздуха выше 35 °С (дни/10 лет) за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушеваны в случаях статистической значимости тренда

Общая продолжительность волн тепла увеличивается на всей территории республики (на 1...3 дня/10 лет, рисунок 1.19). За волну тепла принимается случай, *когда, как минимум, 6 последовательных дней суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля*. Статистически значимые тенденции наблюдаются на более чем 70 % метеостанций.

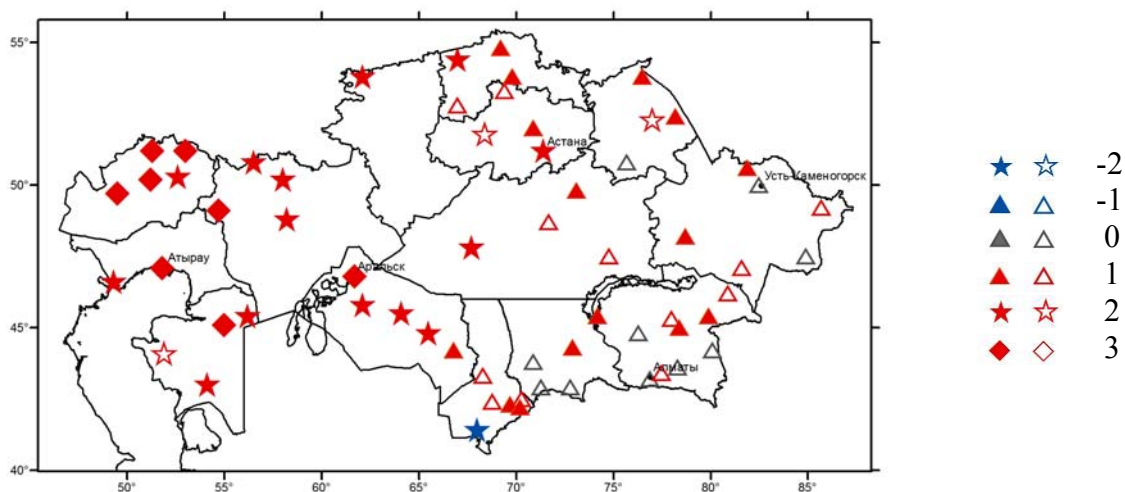


Рисунок 1.19 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда суммарной продолжительности волн тепла (дни/10 лет) за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушеваны в случаях статистической значимости тренда.

Необходимо отметить, что на крайнем юге Южно-Казахстанской области на МС Чардара тенденции в экстремумах температуры воздуха, рассмотренных выше по тексту (рисунок 1.17...1.19), являются отрицательными тенденциями. МС Чардара окружена с трёх сторон Чардаринским водохранилищем, оказывающим охлаждающий эффект и формирующим локальные климатические условия.

Практически повсеместно на территории всех областей наблюдается тенденция уменьшения повторяемости морозных дней, *когда суточная минимальная температура*

*опускается ниже 0 °С* (рисунок 1.20). Наиболее значительными темпами повторяемость морозных дней сокращается в горных и предгорных районах юга Казахстана – на 5...6 дней каждые 10 лет. На остальной территории уменьшение количества таких дней составляет 1...4 дня каждые 10 лет.

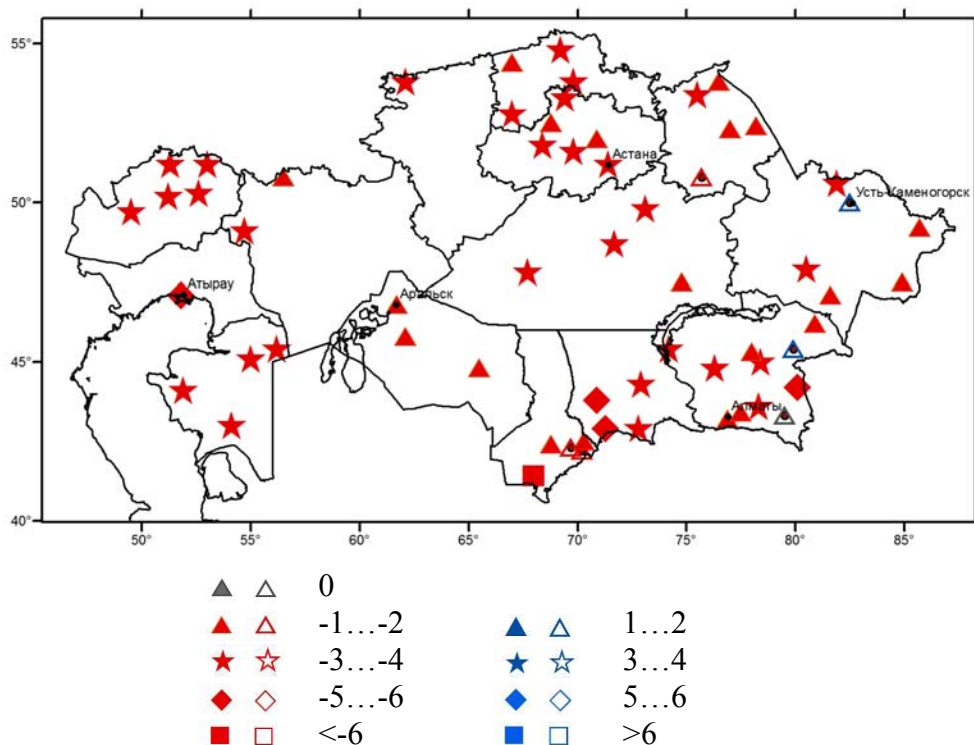


Рисунок 1.20 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда числа дней с суточным минимумом температуры воздуха ниже 0 °С (дни/10 лет) за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушеваны в случаях статистической значимости тренда

На территории Казахстана прослеживается значимая тенденция уменьшения *суточной амплитуды температуры воздуха*– на 0,1...0,2 °С (рисунок 1.21), что свидетельствует об уменьшении континентальности климата.



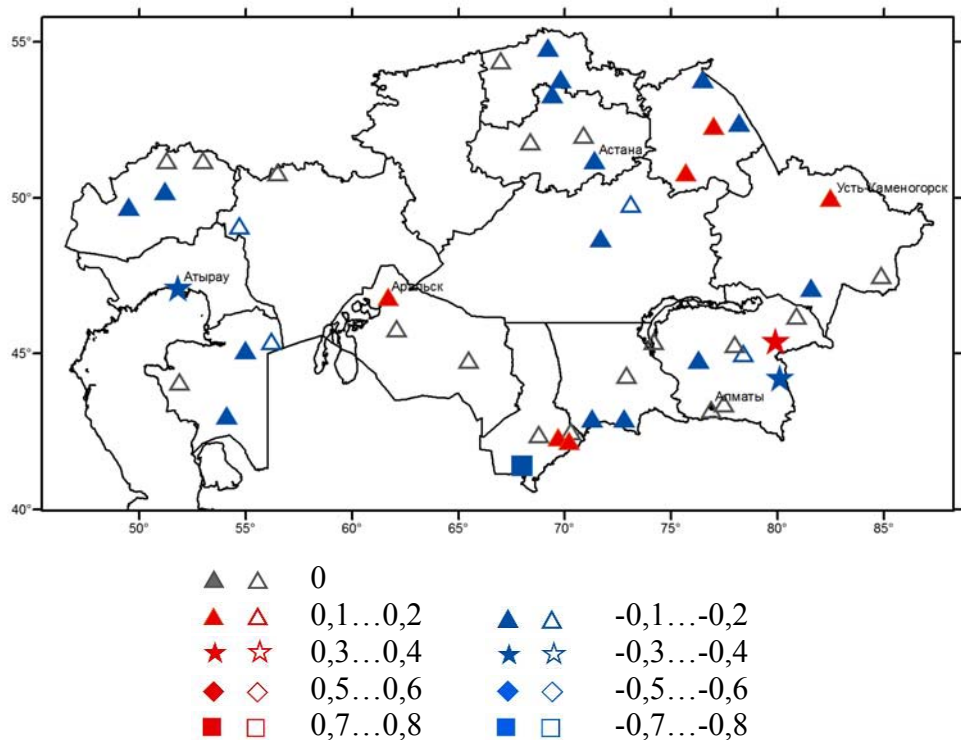


Рисунок 1.21 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда суточной амплитуды температуры воздуха (°C/10 лет) за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушеваны в случаях статистической значимости тренда

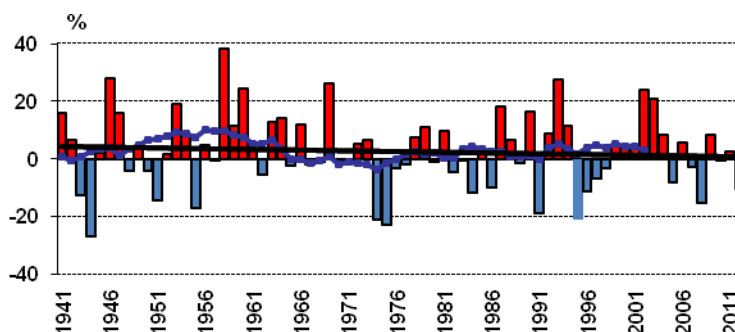
## 2 АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

### 2.1 Наблюдаемые изменения количества осадков на территории Казахстана в период 1941...2012 гг.

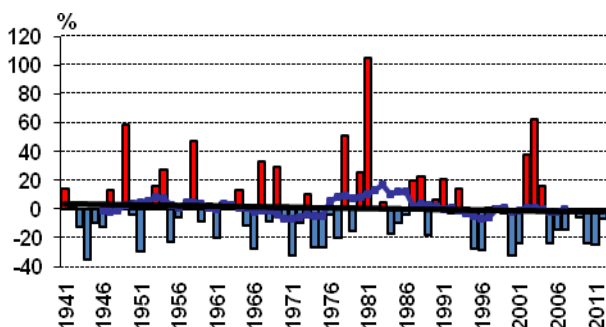
В отличие от температуры воздуха, изменение режима атмосферных осадков на территории Казахстана за исследуемый период представляет собой более пеструю картину. Были оценены линейные тенденции в рядах месячных, сезонных и годовых суммах осадков по данным 121-ой станции. В некоторых областях Казахстана наблюдалось незначительное увеличение осадков, в некоторых их уменьшение.

На рисунке 2.1 представлены временные ряды аномалий годовых сумм осадков за период 1941...2012 г., рассчитанных относительно базового периода 1971...2000 гг. и пространственно осреднённых по территории Казахстана и областям. В среднем по Казахстану годовые суммы осадков незначительно уменьшались – на 1,0 мм/10 лет или примерно на 0,5 % нормы/10 лет (таблица 2.1). Если рассматривать изменения количества осадков по областям, то незначительное увеличение годовых сумм осадков (на 0,4...4,0 мм/10лет) наблюдалось в Карагандинской, Актюбинской, Мангистауской, Северо-Казахстанской и Алматинской областях, а незначительное их уменьшение (на 0,1...5,2 мм/10 лет) наблюдалось в Павлодарской, Акмолинской, Кызылординской, Жамбылской, Костанайской, Южно-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Атырауской и Восточно-Казахстанской областях. Все полученные тренды годовых сумм осадков статистически незначимы.

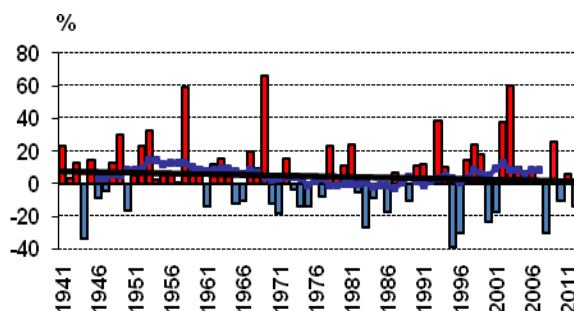
#### а) Казахстан



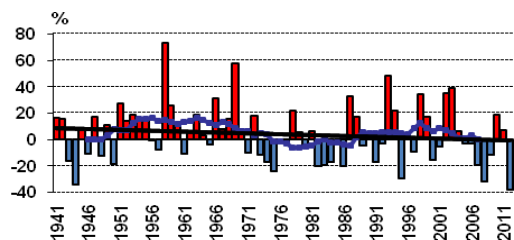
#### б) Кызылординская область



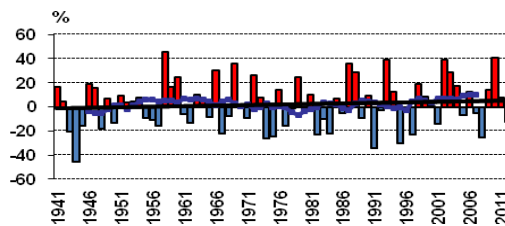
#### в) Южно-Казахстанская область



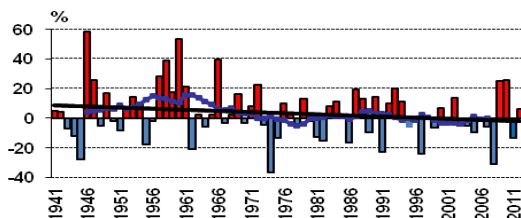
г) Жамбылская область



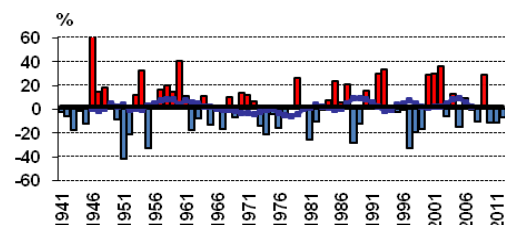
д) Алматинская область



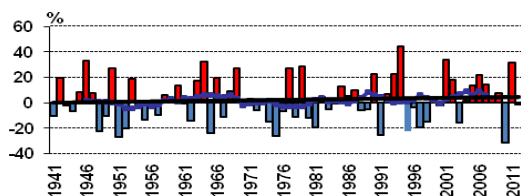
е) Восточно-Казахстанская область



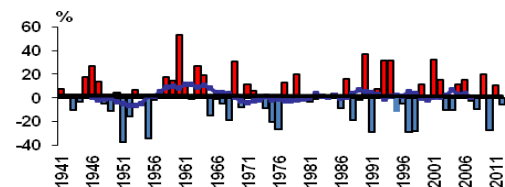
ж) Павлодарская область



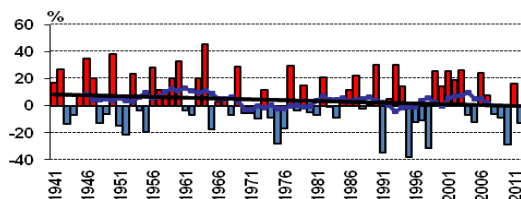
з) Северо-Казахстанская область



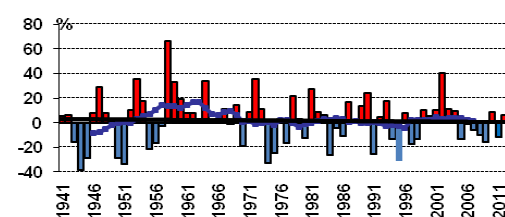
и) Акмолинская область



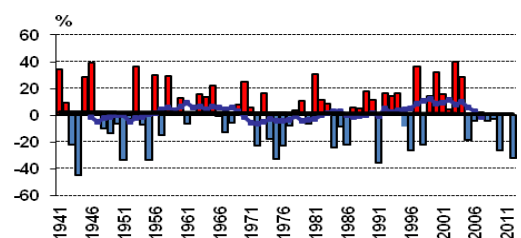
к) Костанайская область



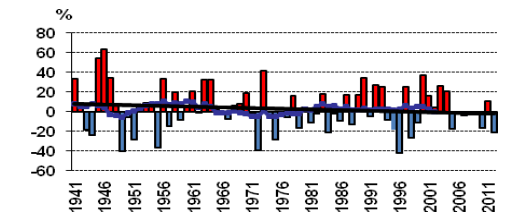
л) Карагандинская область



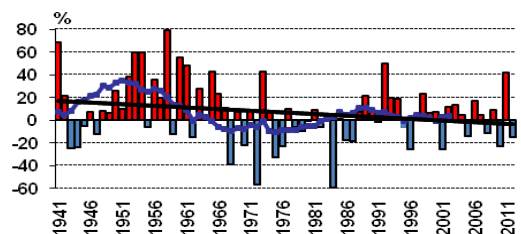
м) Актюбинская область



н) Западно-Казахстанская область



о) Атырауская область



п) Мангистауская область

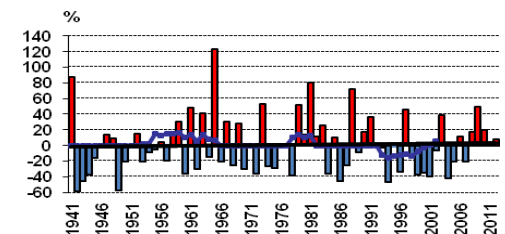


Рисунок 2.1 - Временные ряды и линейные тренды аномалий годовых сумм осадков (в %) за период 1941...2012 гг., пространственно осредненных по территории Казахстана и его областей. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971...2000 гг.

*Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением*

Таблица 2.1 – Характеристики линейного тренда (мм/10 лет, %/10 лет) аномалий сезонных и годовых сумм атмосферных осадков, осредненных по территории Казахстана и его областей за период 1941...2012 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1971...2000 гг.

Регион/область	Ед. изм	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
		*а	**R <sup>2</sup>	а	R <sup>2</sup>	а	R <sup>2</sup>	а	R <sup>2</sup>	а	R <sup>2</sup>
Казахстан	мм	-1,0	1	1,3	4	-0,6	0	-1,1	1	-0,7	1
	%	-0,5		1,7		-0,2		-1,2		-1,1	
Кызылординская	мм	-0,9	0	-0,9	2	-0,2	0	0,2	0	-0,1	0
	%	-0,8		-1,9		-0,5		1,3		-0,2	
Южно-Казахстанская	мм	-3,2	1	0,8	0	-4,5	2	0,6	0	0,3	0
	%	-0,8		0,2		-2,9		0,4		1	
Жамбылская	мм	-2,1	2	0,9	0	-3,3	4	0	0	0,3	0
	%	-1,3		0,4		-2,4		-0,5		-0,2	
Алматинская	мм	4,0	1	3	8	-2,2	1	1,7	1	1	1
	%	1,0		3,8		-1,6		1,4		1,2	
Восточно-Казахстанская	мм	-5,2	3	0,5	0	-1,4	2	-3,4	4	-1,0	1
	%	-1,5		0,8		-2,2		-3,1		-1,1	
Павлодарская	мм	-0,1	0	1,3	6	0,8	1	-0,2	0	-2,2	5
	%	0		2,5		1,4		-0,1		-3,3	
Северо-Казахстанская	мм	2,0	1	3,3	17	1,8	3	-3,2	2	0,4	0
	%	0,6		6,0		2,9		-2,1		0,5	
Акмолинская	мм	-0,5	0	1,6	5	0,8	1	-1,3	0	-1,9	3
	%	-0,2		2,9		1		-1,0		-2,6	
Костанайская	мм	-2,7	2	0,4	0	1,1	1	-2,5	2	-2,2	4
	%	-1,2		0,8		1,5		-2,7		-3,1	
Карагандинская	мм	0,4	0	1,8	6	0	0	-1,1	1	-0,4	1
	%	0,3		1,7		-0,3		-1,8		-1,4	
Актюбинская	мм	0,5	0	1,8	4	2,5	4	-1,6	1	-2,3	4
	%	0,2		2,0		3,7		-2,4		-3,7	
Западно-Казахстанская	мм	-3,4	2	1,2	2	-0,2	0	-2,3	3	-2,0	3
	%	-1,3		2,0		-0,4		-3,2		-3,2	
Атырауская	мм	-4,6	5	-2,5	12	0,1	0	-1,7	2	-0,5	0
	%	-2,9		-8,5		0,1		-3,7		-1,5	
Мангистауская	мм	0,9	0	0,7	1	2,4	3	-2,0	3	0,1	0
	%	0,7		2,8		5,0		-7,2		0,4	

\* а – коэффициент линейного тренда, %/10лет, мм/10 лет;

\*\* R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации, %

На рисунке 2.2 представлен межгодовой ход аномалий сезонных сумм осадков (%), осредненных по территории Казахстана. В среднем по Казахстану во все сезоны наблюдается слабая тенденция (статистически незначимая) к уменьшению количества осадков примерно на 0,8 мм/10 лет, за исключение зимнего сезона, когда тенденция к увеличению осадков составляет 1,3 мм/10 лет (1,7 % нормы/10 лет). Все полученные тренды также статистически незначимы (таблица 2.1).

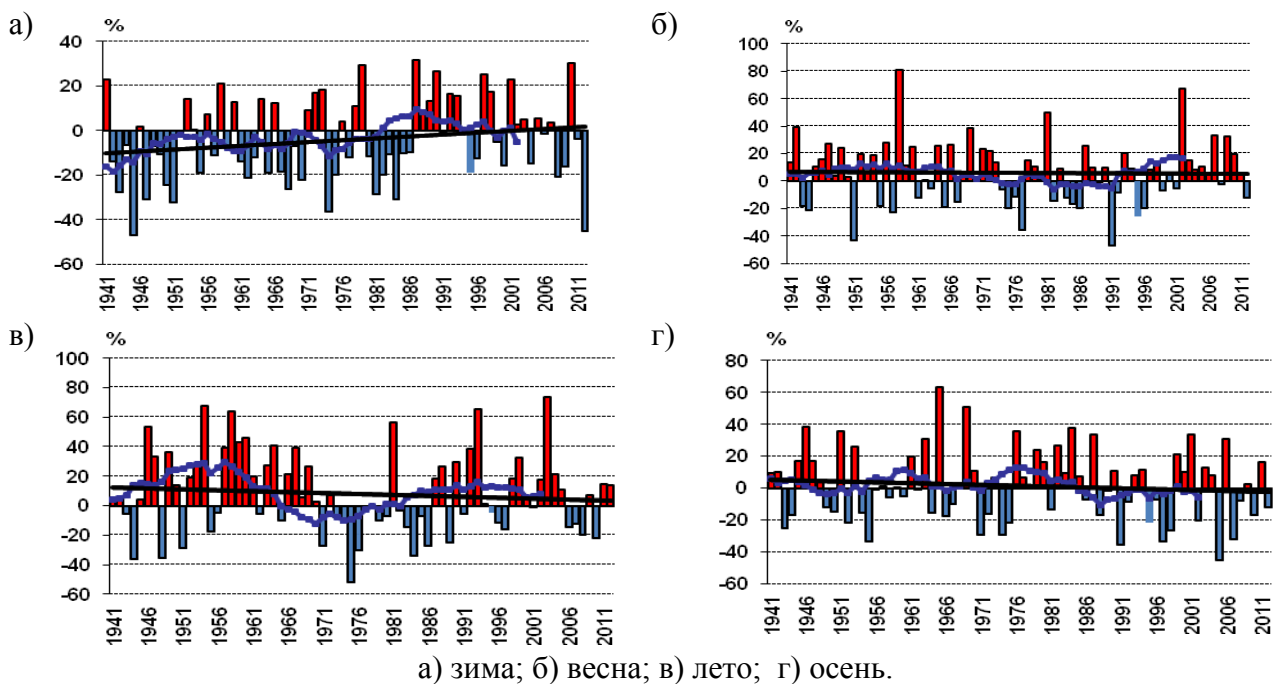


Рисунок 2.2 – Временные ряды и линейные тренды аномалий сезонных сумм осадков за период 1941...2012 гг., пространственно осреднённых по территории Казахстана. Аномалии рассчитаны в % относительно базового периода 1971...2000 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.

На картах (рисунок 2.3) представлено изменение среднегодовых и сезонных сумм осадков (%нормы/10 лет) по территории Казахстана за период 1941-2011 гг. По территории республики наблюдается пятнистость в распределении знака изменения сезонного количества осадков. Летом и осенью на большей части территории Казахстана, за исключением горных юго-восточных регионов, осадки уменьшались на 1...7 %нормы/10 лет. Зимой, наоборот, осадки в основном увеличивались, устойчивые положительные тенденции наблюдались в северных и центральных регионах, а также горных и предгорных северо-западных, восточных, юго-восточных регионах республики – на 1...9 % нормы/10 лет. В весенний период положительная тенденция в осадках наблюдалась в северо-западной половине Казахстана и отрицательная на всей остальной территории. Надо отметить, что почти все тенденции в сезонном количестве осадков статистически незначимы, за исключением зимних осадков.

Далее рассмотрим изменения в месячном количестве осадков по областям Казахстана. В январе-феврале увеличение количества осадков на 0,1...9 %/10 лет наблюдалось практически по всему Казахстану, в отдельных регионах Алматинской, Павлодарской, Северо-Казахстанской, Акмолинской увеличение было значимым, тогда как в Атырауской области наблюдалось значимое уменьшения количества осадков примерно на 13 %/10 лет. Изменение количества осадков весеннего и летнего периода (как в сторону уменьшения, так и в сторону его увеличения) практически по всем областям Казахстана было незначительным (тренды статистически незначимы), за исключением Северо-Казахстанской области, когда в марте месяце значимое увеличение составило 9,2 %/10 лет. В сентябре-октябре на большей части территории Казахстана отмечены тенденции к уменьшению количества осадков, причем в сентябре статистически значимое уменьшение (на 7...14 %/10 лет) наблюдалось в отдельных регионах практически всех областей северной половины Казахстана, а также в Карагандинской и Кзылординской

областях.. В ноябре-декабре наблюдаемые тенденции в количестве осадков чаще имели положительный знак. На территории Северо-Казахстанской и Карагандинской областей положительные тенденции в эти месяцы статистически значимые и составляют 8...9 %/10 лет.

Более детальная информация об изменении количества осадков (%/10 лет) по территории Казахстана за период 1941...2012 гг. представлена на рисунке 2.3 и 2.4.

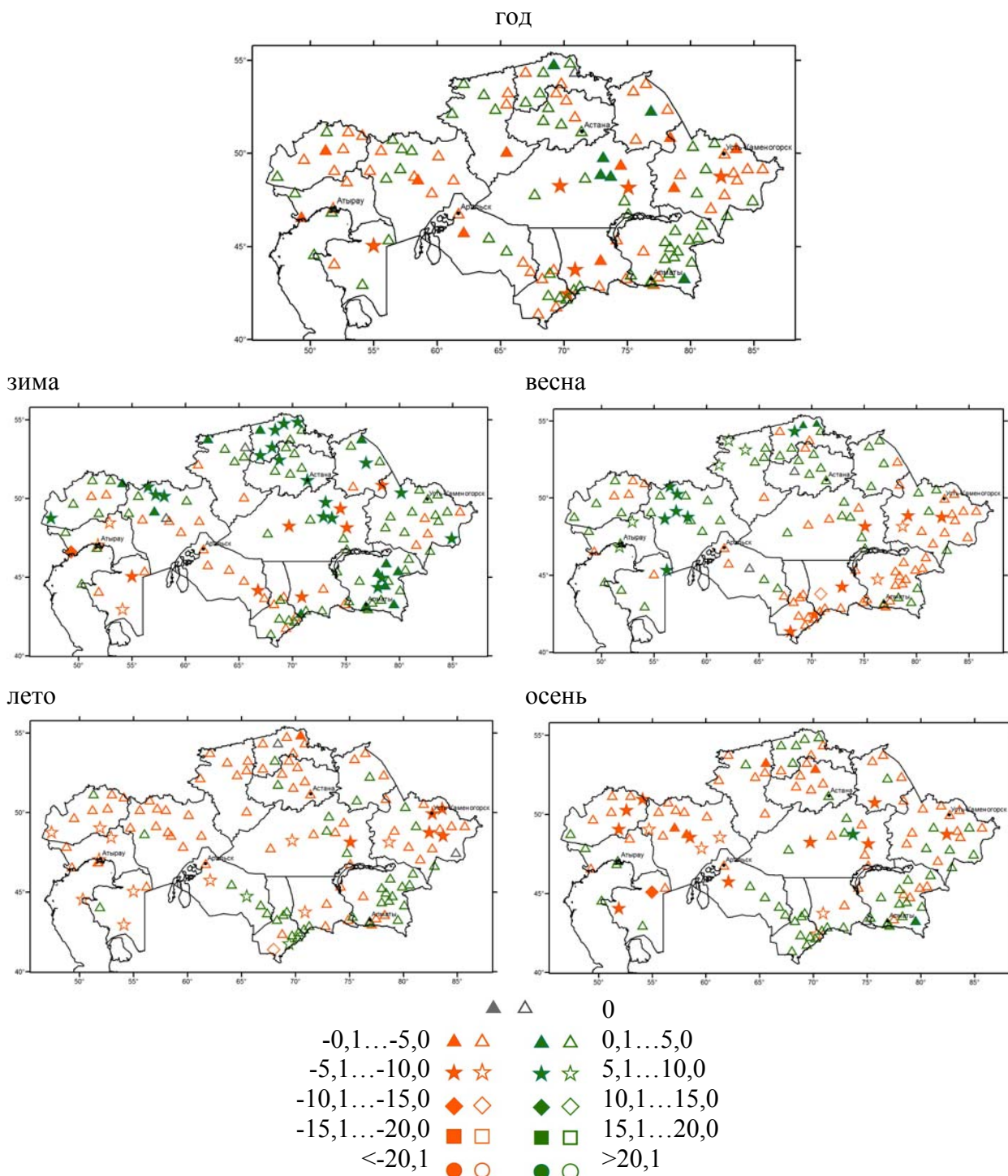
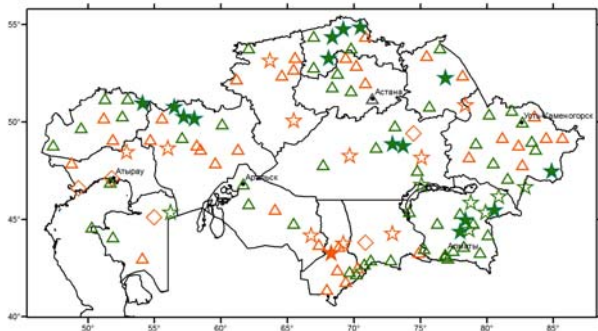
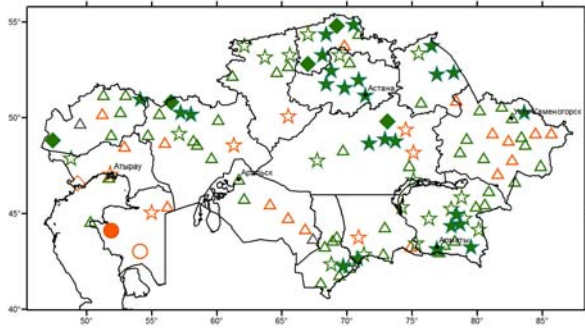


Рисунок 2.3 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда сезонных и годовых сумм осадков (%/10 лет), рассчитанных за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушёваны в случаях статистической значимости тренда.

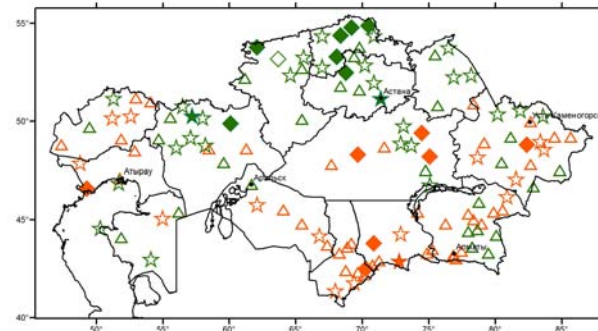
январь



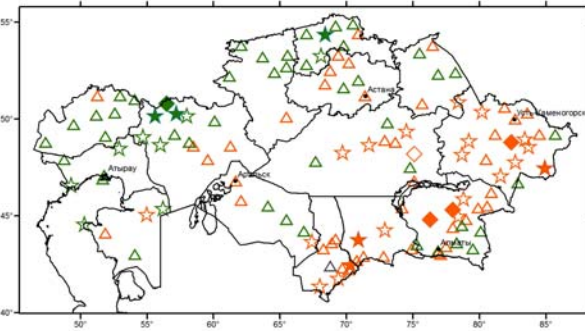
февраль



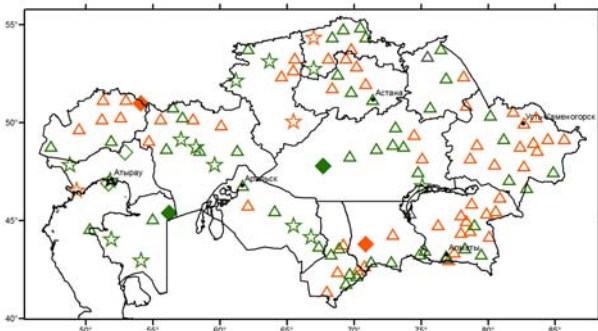
март



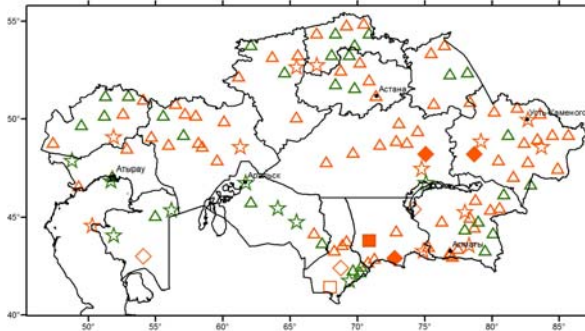
апрель



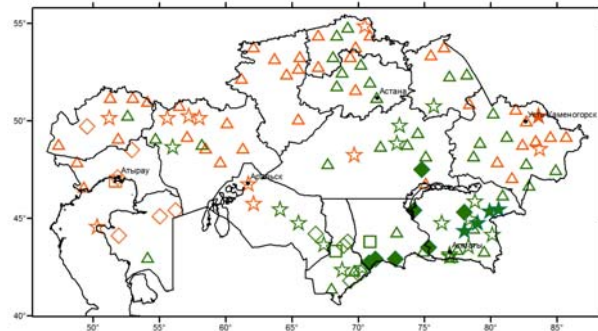
май



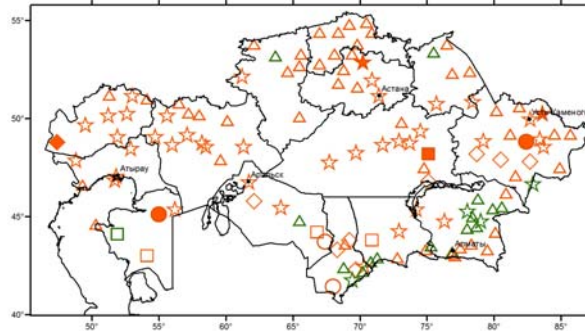
ИЮНЬ



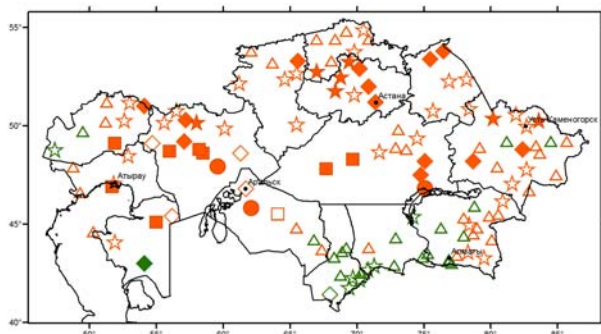
ИЮЛЬ



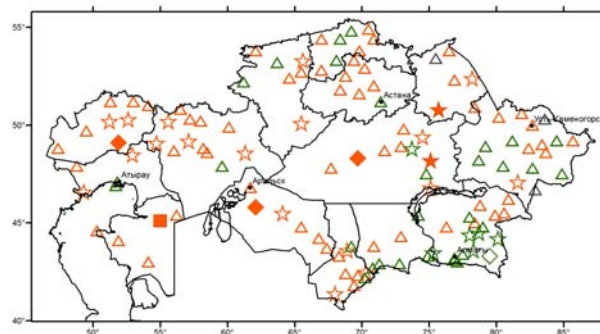
август



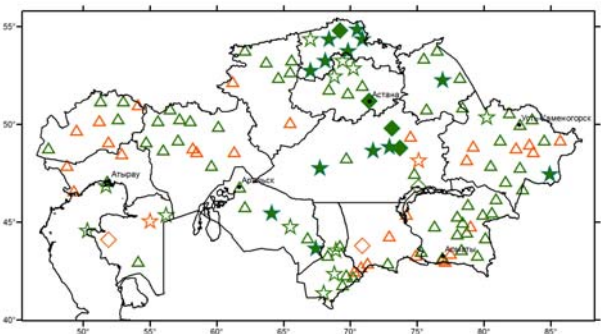
сентябрь



октябрь



ноябрь



декабрь

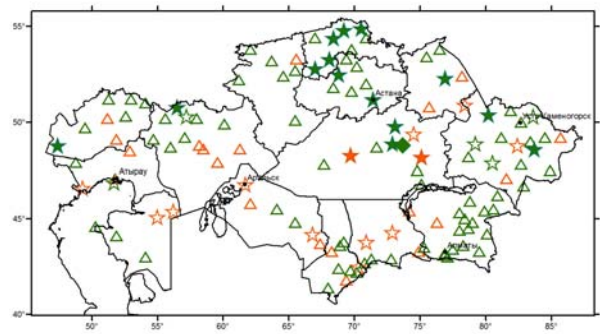


Рисунок 2.4 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда количества осадков (%нормы/10 лет), рассчитанного за период 1941...2012 гг. Норма за период 1971...2000 гг. Обозначения градаций затушёваны в случаях статистической значимости тренда.

## 2.2 Аномалии количества осадков на территории Казахстана в 2012 году

На рисунке 2.5 представлено территориальное распределение годового и сезонного количества осадков в 2012 году, выраженное в процентах нормы за период 1971...2000 гг., а также приведены вероятности непревышения годовых и сезонных сумм осадков в данном году. Вероятность непревышения характеризует частоту появления соответствующего значения аномалии в ряду наблюдений.

В 2012 году (декабрь 2011– ноябрь 2012) дефицит годовых сумм осадков (40-60 % нормы) наблюдался в Актюбинской, Жамбылской и Алматинской областях (рисунок 2.5а). В некоторых районах Кызылординской, Северо-Казахстанской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областях годовое количество осадков превышало норму на 20 %. На остальной территории республики количество осадков составило 80...100 % нормы.

### Зима (декабрь 2011-февраль 2012).

На западе и юго-востоке Казахстана осадки зимнего сезона были около нормы 80...120 % (рисунок 2.5б). Мало осадков, всего 20...40 % нормы, выпало на большей



части территории западного, центрального, северного и восточного Казахстана. В этих районах зима вошла в 10 % экстремально сухих зим за период, начиная с 1941 года. На остальной территории аномалии осадков составили 40...80 % нормы.

### **Весна.**

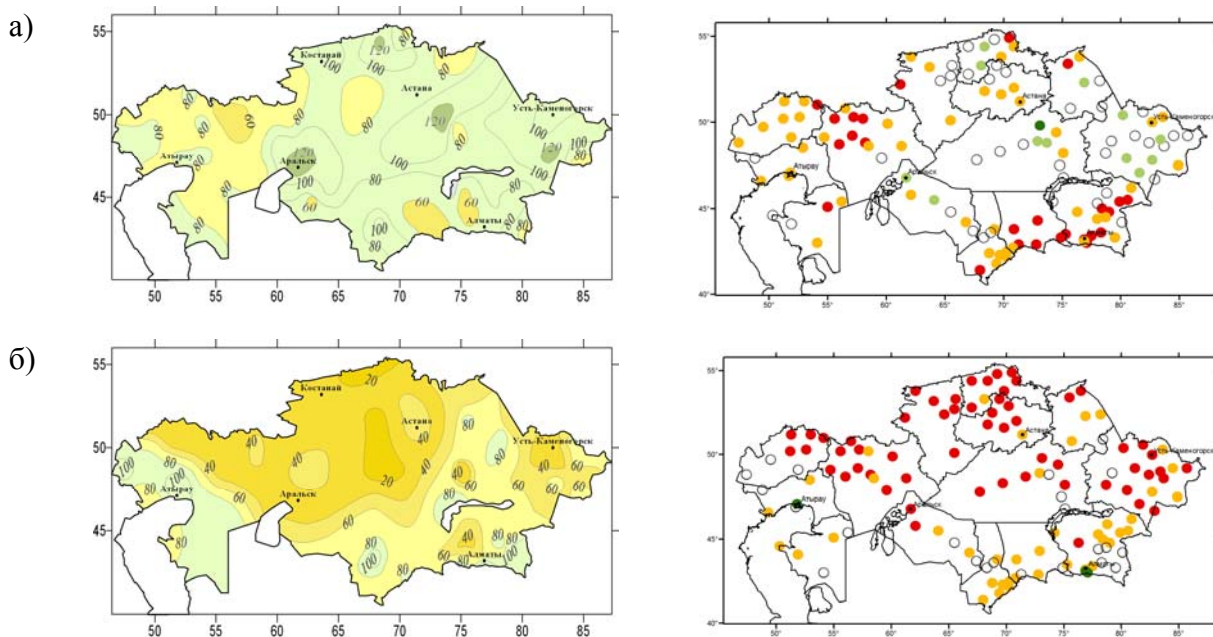
Весной дефицит осадков – менее 80 % нормы наблюдался в юго-западных областях Казахстана, в юго-восточный и восточных областях Казахстана весна вошла в 10 % экстремально сухих сезонов. В некоторых районах центральной части Казахстана количество осадков превысило норму на 20...100 %, на остальной территории аномалии не наблюдались (рисунок 2.5в).

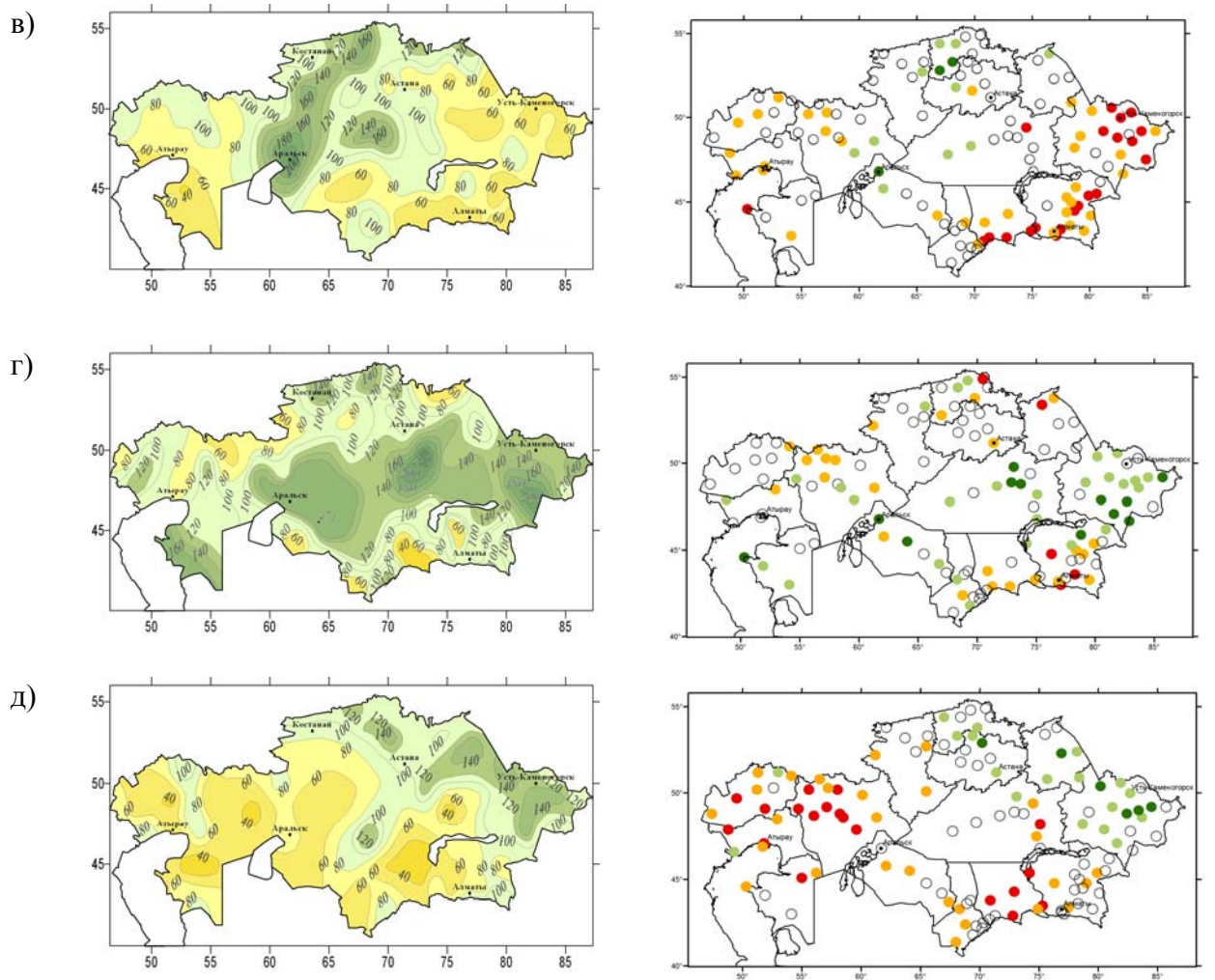
### **Лето.**

Летом на большей части территории республики количество осадков выпало около нормы, а местами выше на 20...100 %. Аномально сухим лето было в некоторых районах Актюбинской, Костанайской, Павлодарской областей и на юге Казахстана (рисунок 2.5г), где осадки составляли менее 60 % нормы.

### **Осень.**

Осенью 2012 г. дефицит осадков (до 40-60 %) наблюдался в южной половине Казахстана (рисунок 2.5д), местами на западе и юге было экстремально сухо. В Карагандинской, Северо-Казахстанской, Павлодарской и Восточно-Казахстанской областях количество осадков превысило норму на 20...40 %. На остальной территории Казахстана количество осадков было в пределах нормы.





- а) год (декабрь 2011 г. – ноябрь 2012 г.)  
 б) зима  
 в) весна  
 г) лето  
 д) осень

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

Рисунок 2.5 – Количество осадков в 2012 г., выраженное в % нормы, рассчитанной за период 1971...2000 гг., и вероятности превышения количества осадков, наблюдавшихся в 2012 году, рассчитанные по данным периода 1941...2012 гг.

Для оценки экстремальности количества осадков в 2012 году использовались индексы изменения климата, предложенные Всемирной Метеорологической Организацией. Ниже представлен анализ некоторых наиболее показательных индексов осадков и особенностей распределения их значений по территории Казахстана в 2012 году.

**Максимумы суточного количества осадков в 2012 г.** На рисунке 2.6 красным цветом показаны значения абсолютных максимумов суточного количества осадков, определенные за период с начала открытия метеостанции по 2011 год, синим цветом – значения суточных максимумов, наблюдавшиеся в 2012 году. Абсолютный максимум суточного количества осадков в 2012 году был перекрыт на метеостанции Шелек, где выпало 44 мм.

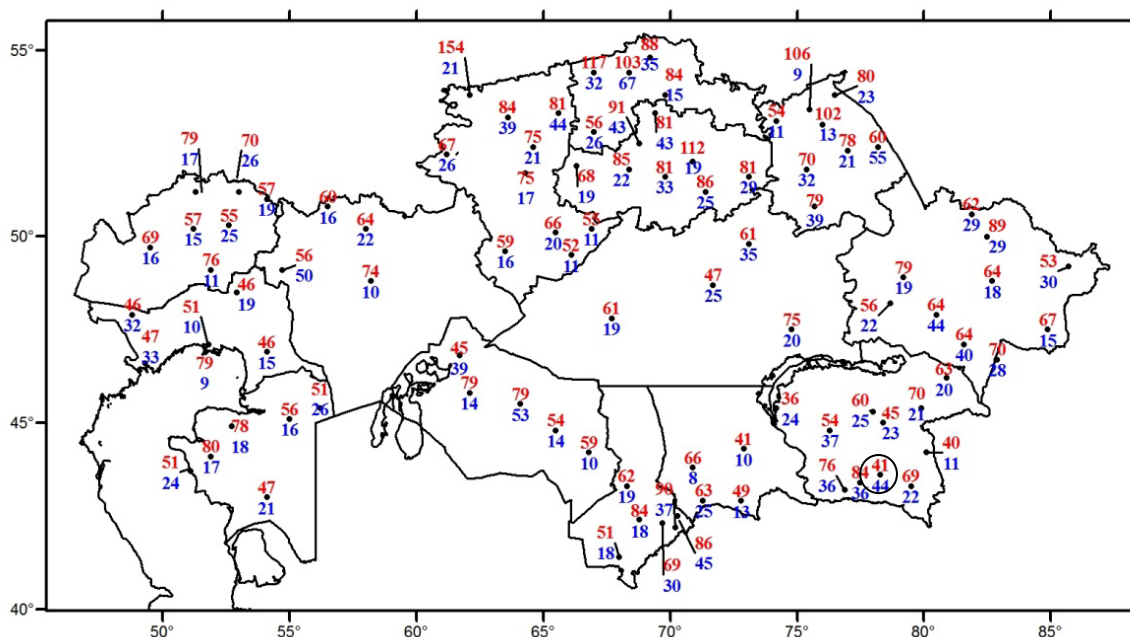


Рисунок 2.6 – Абсолютный максимум суточного количества осадков, выбранный за период с начала открытия метеостанции по 2011 год (нанесен красным цветом) и максимальное количество осадков, выпавшее за сутки в 2012 году (нанесен синим цветом), мм

На рисунке 2.7 представлена доля количества осадков, выпавших в сутки с экстремально большим количеством осадков (более 95-го перцентилья), в сумме осадков за весь 2012 г. Для расчета использовались два индекса R95 и PRPTOT. Индекс осадков R95 показывает количество осадков, превышающее 95-й перцентиль, а PRPTOT – количество осадков за год. Наибольшая доля экстремального количества осадков наблюдалась на метеостанции Жусалы (65 %), на метеостанциях Уржар, Петропавловск, Щербакты, Уил, Актау, Аральское море, Куйган и Явленка - 40...53 %, что составляет 10% от общего количества метеостанций. На 44-х процентах станций доля экстремальных осадков также достаточно высокая – 20...39 %, что говорит о неравномерности выпадения осадков во времени.

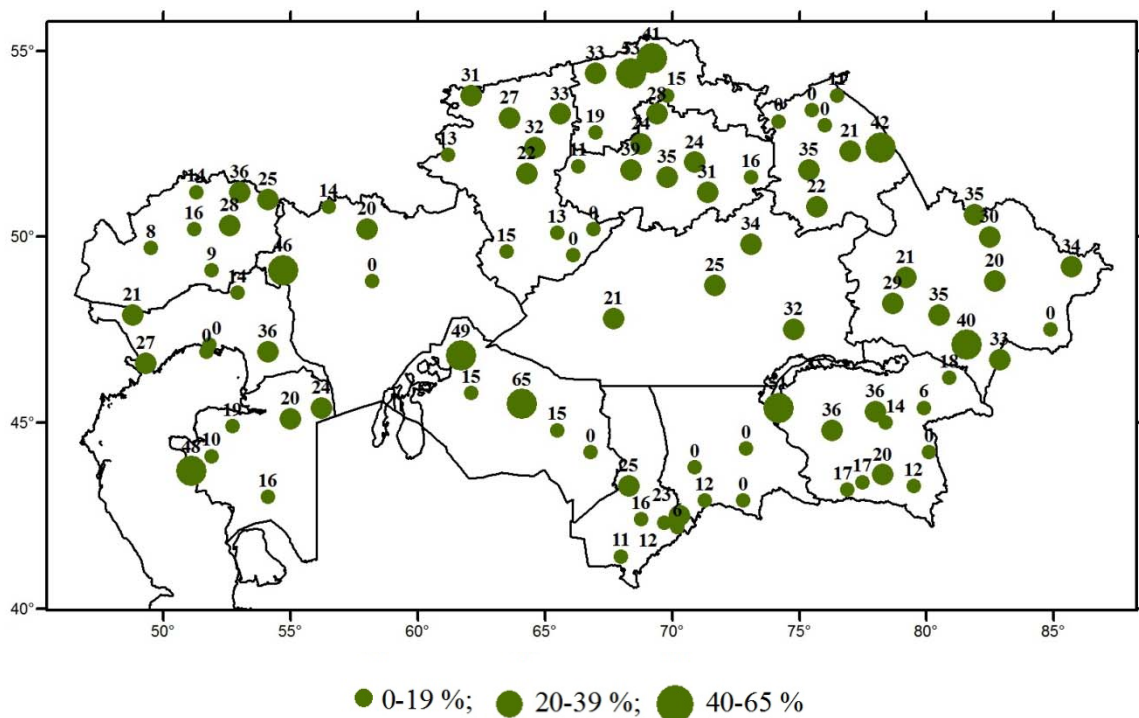


Рисунок 2.7 – Доля (в %) экстремального количества осадков в годовой сумме осадков в 2012 году. Экстремальное количество осадков рассчитано как сумма суточного количества осадков, превышающего 95-й процентиль.

В условиях засушливого климата Казахстана очень важным является индекс CDD, который показывает *максимальную продолжительность периода, когда осадки были менее 1 мм* (продолжительность бездождного периода, рисунок 2.8). В 2012 году практически на всех метеостанциях продолжительность периода без осадков была около месяца. Особо длительные периоды без осадков, от 90 до 134 дней, наблюдались в Мангистауской (Бейнеу), Кызылординской (Шиили), Южно-Казахстанской (Туркестан, Шардара, Арысь) и Жамбылской (Кулан, Уюк) областях. Продолжительность бездождного периода от 60 до 90 дней отмечена на метеостанциях Северо-Казахстанской, Мангистауской областях и на юге Казахстана.

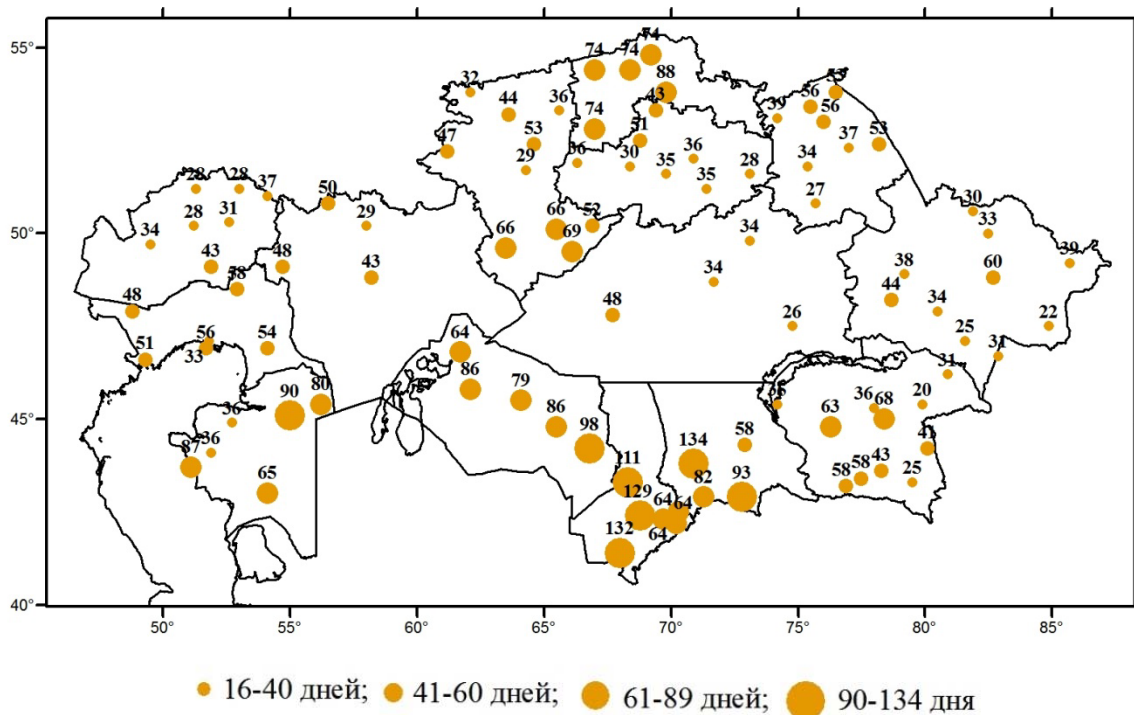


Рисунок 2.8 – Максимальная продолжительность бездождного периода (в днях) в 2012 году

В 2012 году *максимальная продолжительность дождливого периода, когда осадки были равны или больше 1 мм (CWD)*, представлена на рисунке 2.9. По результатам расчета индекса, максимальная продолжительность периода с осадками составляла от 2 до 9 дней. Наибольший по продолжительности период (5...9 дней) наблюдался в предгорных и горных районах юго-востока, а также местами на севере и северо-востоке Казахстана.

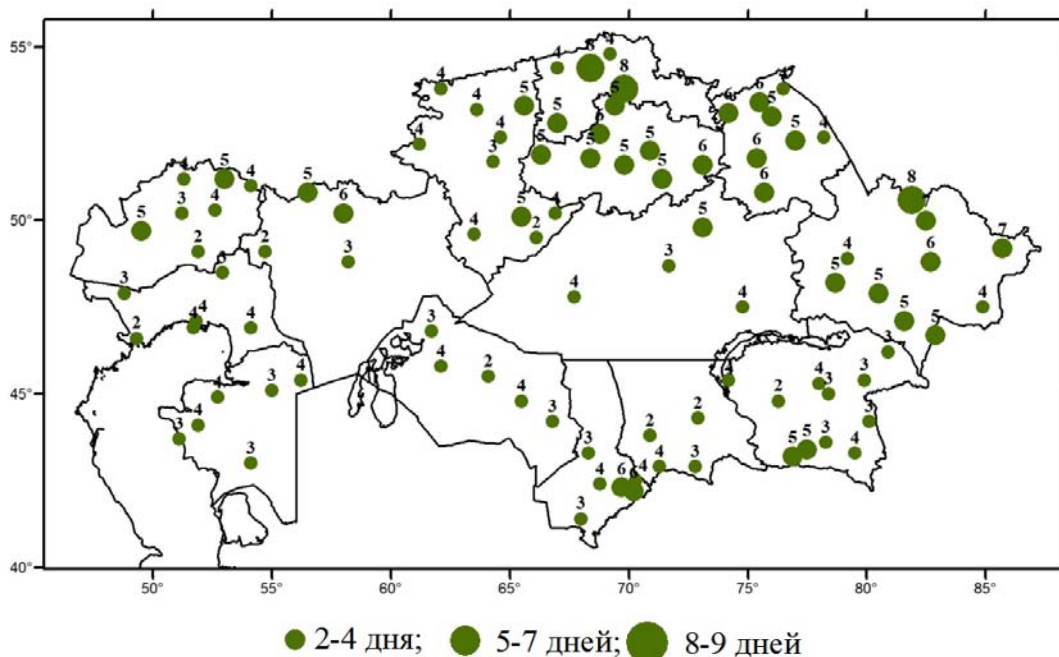


Рисунок 2.9 – Максимальная продолжительность периода (в днях) в 2012 году, когда осадки были равны или больше 1 мм

## 2.3 Тенденции в экстремумах атмосферных осадков

Анализ тенденций в экстремумах атмосферных осадков выполнен за период 1941-2012 гг.

**Значения максимального суточного количества осадков (Rx1day)** на территории Казахстана практически не изменились (рисунок 2.10). На территории всех областей Казахстана наблюдались слабые – на 0,1...1,0 мм/10 лет, тенденции, как уменьшения, так и увеличения максимального суточного количества осадков. При этом практически все тренды статистически незначимы, за исключением нескольких станций. Так, например, на станции Баянауыл наблюдается статистически значимое уменьшение на 3,2 мм/10лет, а на станциях Бектауата и Турара Рыскулова статистически значимое увеличение на 1,5...1,6 мм/10лет.

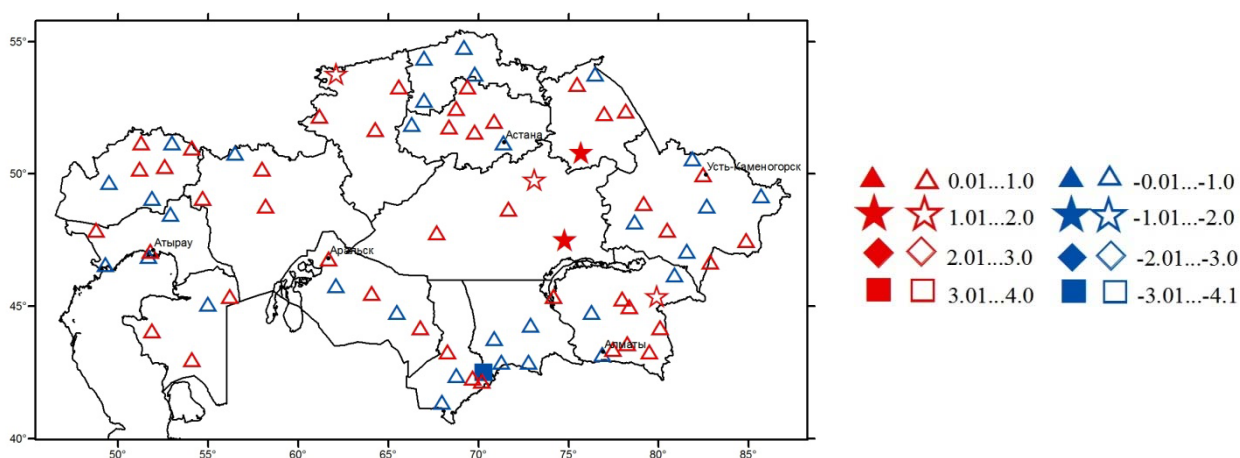


Рисунок 2.10 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда максимальных в году значений суточного количества осадков (мм/10 лет), рассчитанного за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушеваны в случаях статистической значимости тренда.

Анализ тренда в значениях **доли экстремального количества осадков в годовой сумме осадков (R95pTOT)** показал, что в целом по Казахстану, за исключением некоторых станций, наблюдались незначительные и статистически незначимые тенденции, как ее уменьшения, так и увеличения – на 0,01...1,0 %/10 лет. На станциях Караганда и Жезказган отмечено статистически значимое увеличение доли экстремального количества осадков на 1,6...1,7 %/10 лет, а на станциях Аягоз, Амангельды и аул Турара Рыскулова статистически значимое ее уменьшение на 1,3...2,7 %/10 лет (рисунок 2.11). Увеличение экстремального количества осадков в летний период приводит к повышению риска возникновения эрозионных процессов, а в горных районах – селей дождевого генезиса.

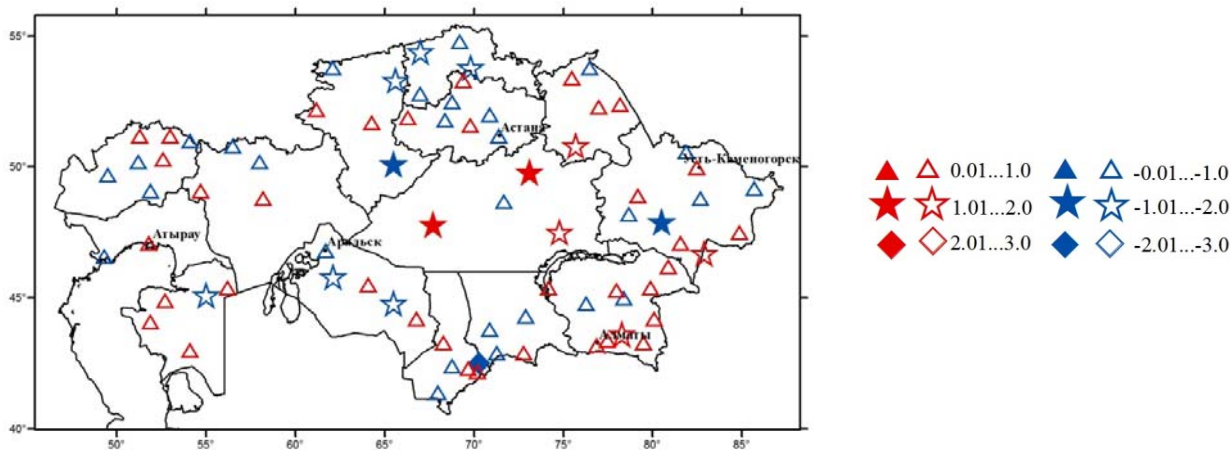


Рисунок 2.11 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда доли (%/10 лет) экстремального количества осадков в годовых суммах осадков, рассчитанного за период 1941...2012 гг. Экстремальное количество осадков рассчитано как сумма суточного количества осадков, превышающего 95-й процентиль. Обозначения градаций затушеваны в случаях статистической значимости тренда.

На большей части территории Казахстана наметилась тенденция сокращения **максимальной продолжительности периода без осадков (CDD)**. Статистически значимые тенденции уменьшения наблюдались в северных и северо-восточных регионах республики – на 1...4 дня, а на станции Жусалы (Карагандинская область) на 6 дней/10 лет. Статистически значимое увеличение на 1...4 дня продолжительности периода без осадков отмечено на станциях Кокпекты, Экидын, Кызан, Бейнеу. На всей остальной территории тенденции статистически незначимы (рисунок 2.12).

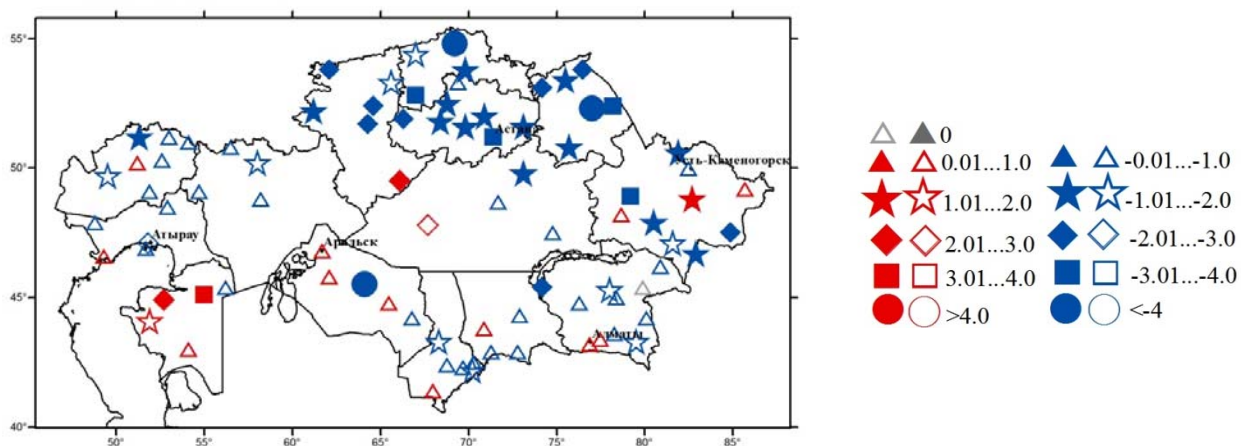


Рисунок 2.12 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда максимальной продолжительности бездождного периода (дни/10 лет), рассчитанного за период 1941...2012 гг. Обозначения градаций затушеваны в случаях статистической значимости тренда

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В глобальном масштабе по значениям температуры воздуха 2012 год вошёл в десятку самых тёплых лет (занял 9 место), начиная с 1850 года. Также 2012 год пополнил список лет, когда среднегодовая глобальная температура воздуха была выше базового периода (1961...1990 гг., 14°C), теперь общее количество таких лет 27.

Ранжированные по убыванию значения среднегодовых температур воздуха, осреднённых по территории Казахстана (118 метеостанций), показало, что 2012 год занял 27 место (за период с 1941 года).

Среднегодовые температуры воздуха в 2012 году (декабрь 2011 г. – ноябрь 2012 г.) были выше нормы на западе и северо-западе республики на 1,0...2,0 °С. На территории Актюбинской области 2012 год вошёл в 10 % экстремально теплых лет. На всей остальной территории Казахстана аномалии температуры воздуха в 2012 году были в пределах  $\pm 1$  °С. Дефицит годовых сумм осадков (количество осадков 40...60 % нормы) в 2012 году наблюдался в Актюбинской, Жамбылской и Алматинской областях. На остальной территории республики количество осадков было в пределах – 80...120 %.

Характеризуя ситуацию 2012 года в разрезе сезонов, можно отметить холодную и экстремально холодную зиму (декабрь 2011 г. – февраль 2012 г.) на всей территории Казахстана, аномалии температуры воздуха были в пределах -2,0...-7,0 °С. Экстремально низкие температуры (на 5,0 °С...7,0 °С ниже нормы) наблюдались в ВКО, Карагандинской и Павлодарской областях. На 30 % метеостанций зима вошла в 10 % экстремально холодных зим, начиная с 1941 года. Мало осадков, всего 20...40 % нормы, выпало на большей части территории западного, центрального, северного и восточного Казахстана. В этих районах зима вошла в 10 % экстремально сухих зим.

*Весна* 2012 года была тёплой и экстремально тёплой на всей территории Казахстана (выше нормы на 1,0...4,5 °С). Значительные аномалии температуры воздуха – 3,0...4,5 °С, наблюдались на большей части территории Казахстана, охватывая северные, западные, часть южных областей, а также центральные районы Казахстана. Весна 2012 г. вошла в 10 % экстремально тёплых весенних сезонов. Весной дефицит осадков наблюдался в юго-западных, юго-восточных и восточных областях Казахстана. В некоторых районах центральной части Казахстана количество осадков превысило норму на 20...100 %.

*Лето* 2012 года было теплым и экстремально тёплым на всей территории республики (выше нормы на 0,1...4,0 °С). Наибольшие аномалии температуры воздуха наблюдались на западе – 2,5...4,0 °С с максимумом на севере Актюбинской области, где аномалии были выше 4,0 °С. По данным большинства метеостанций (более 90 %) лето 2012 года вошло в 10 % самых жарких летних сезонов. Летом на большей части территории республики количество осадков выпало около нормы, а местами выше на 20...100 %. Аномально сухим лето было в некоторых районах Актюбинской, Костанайской, Павлодарской областей и на юге Казахстана, где осадки составляли менее 60 % нормы.



*Осень* 2012 года была тёплой и экстремально тёплой на северо-западной половине Казахстана, где температуры воздуха были выше нормы на 1,0...3,0 °С и по данным большинства метеостанций ЗКО, Кустанайской, Актюбинской областей осень вошла в 10 % самых жарких осенних сезонов. Осенью 2012 г. дефицит осадков (до 40-60 %) наблюдался в южной половине Казахстана, местами на западе и юге было экстремально сухо. В Карагандинской, Северо-Казахстанской, Павлодарской и Восточно-Казахстанской областях количество осадков превысило норму на 20...40 %. На остальной территории Казахстана количество осадков было в пределах нормы.

В 2012 году наблюдались экстремальные явления в режиме температуры. На двух метеостанциях (МС Есиль и МС Благовещенка), расположенных в северном Казахстане, были перекрыты абсолютные суточные максимумы температуры воздуха, которые составили 41,3 и 40,6 °С соответственно и превысили предыдущий рекорд на 0,2 °С. Почти во всей западной половине Казахстана число жарких дней с температурами выше 35 °С превышало 40...70 дней, а вероятность неперевышения составила 90...100 %. Была высокой в 2012 году общая продолжительность волн тепла в западной половине республики, с максимумом в Актюбинской области – 54...66 дней. Волны холода продолжительностью 18...30 дней наблюдались в ВКО и Павлодарской области.

Последние 70 лет на территории Казахстана наблюдалось повсеместное повышение приземной температуры воздуха, как в целом за год, так и во все сезоны. Среднегодовые температуры воздуха в среднем по Казахстану повышались со скоростью 0,27 °С каждые 10 лет, наибольшее потепление происходило в осенний период – на 0,32 °С/10 лет, немного меньше зимой и весной – на 0,29 °С/10 лет соответственно, а летом наблюдалась наименьшая скорость повышения температуры – на 0,20 °С/10 лет. В большинстве случаев тренды статистически значимы при 95 % доверительном интервале, вклад тренда в суммарную дисперсию среднегодовых температур составляет 37 %, для сезонов – от 6 до 27 %.

Наибольшими темпами среднегодовые температуры воздуха повышались в Западно-Казахстанской области – на 0,38 °С/10 лет, наименьшими в ЮКО, ВКО, Алматинской и Мангистауской областях – на 0,23...0,25 °С/10 лет. В остальных областях рост среднегодовых температур в пределах 0,27...0,31 °С/10 лет.

В северных и центральных областях Казахстана наибольшие темпы повышения температуры воздуха наблюдаются весной – 0,33...0,37 °С/10 лет, в южных и восточных областях Казахстана осенью – 0,30...0,40 °С/10 лет. В западных областях наибольший рост температур приходится на зимний период – 0,27...0,38 °С/10 лет.

В феврале, марте, ноябре и декабре наблюдаются самые значительные темпы роста температур по территории Казахстана на 0,41...0,80 °С/10 лет. В апреле, июне и октябре темпы потепления ниже – 0,21...0,40 °С/10 лет, во все остальные месяцы рост температуры в пределах 0,01...0,20 °С/10 лет. В холодный период года (ноябрь-март) рост температур более значительный, чем в тёплый (апрель-октябрь).

По территории Казахстана наблюдаются положительные тенденции в экстремумах температуры воздуха. Увеличиваются абсолютные суточные максимумы температуры воздуха на 0,01...0,40 °С каждые 10 лет, местами увеличение составляет

0,41...0,60 °C/10 лет. Увеличивается количество жарких дней (выше 35 °C) на территории западных и южных областей Казахстана – от 1 до 5 дней каждые 10 лет. Увеличивается общая продолжительность волн тепла на всей территории республики на 1...3 дня/10 лет.

За период 1941-2012 гг. в среднем по Казахстану годовые суммы осадков незначительно уменьшались – на 1,0 мм/10 лет или примерно на 0,5 % нормы/10 лет. В среднем по Казахстану во все сезоны наблюдается слабая тенденция (статистически незначимая) к уменьшению количества осадков примерно на 0,8 мм/10 лет, за исключением зимнего сезона, когда тенденция к увеличению осадков составляет 1,3 мм/10 лет (1,7 % нормы/10 лет).

На территории республики наблюдается пятнистость в распределении знака изменения сезонного количества осадков. Летом и осенью на большей части территории Казахстана, за исключением горных юго-восточных регионов, осадки уменьшались на 1...7 % нормы/10 лет. Зимой, наоборот, осадки в основном увеличивались, устойчивые положительные тенденции наблюдались в северных и центральных регионах, а также горных и предгорных северо-западных, восточных, юго-восточных регионах республики – на 1...9 % нормы/10 лет. В весенний период положительная тенденция в осадках наблюдалась в северо-западной половине Казахстана и отрицательная на всей остальной территории. Надо отметить, что почти все тенденции в сезонном количестве осадков статистически незначимы, за исключением зимних осадков.