

УДК 551.5

Махмудов И.М., Бегматов С.У., Ярашев Д.У.

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт

Сафаров Ф.Б.

Агентство Гидрометеорологической службы Республики Узбекистан

Холматжанов Б.М.

Национальный университет Узбекистана

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ
ВОЗДУХА И КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ НА ЮГЕ УЗБЕКИСТАНА В
ПЕРИОД 1991-2020 ГГ.**

Аннотация: В статье выполнен сравнительный анализ основных климатических показателей, температуры воздуха и количества осадков, за четыре 30-летние климатические периоды (1961-1990 гг., 1971-2000 гг., 1981-2010 гг. и 1991-2020 гг.) на основе данных наблюдений метеостанций, расположенных на юге Узбекистана – в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях. Результаты показали, что температура воздуха и количество осадков на этой территории увеличиваются с периода к периоду. С использованием данных реанализа ERA5 Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) определено распределение температуры воздуха и осадков в климатический период 1991-2020 гг.

Ключевые слова: климат, температура воздуха, осадки, ERA5, Узбекистан

**SPATIAL DISTRIBUTION OF AIR TEMPERATURE AND
PRECIPITATION IN THE SOUTHERN UZBEKISTAN IN THE PERIOD
1991-2020**

Abstract: The article performed a comparative analysis of the main climatic indicators, air temperature and precipitation, for four 30-year climatic periods (1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 and 1991-2020) based on data observations of weather stations located in the south of Uzbekistan - in the Kashkadarya and Surkhandarya regions. The results showed that air temperature and precipitation in this area are increasing from period to period. Using ERA5 reanalysis data of the European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), the distribution of air temperature and precipitation in the climatic period 1991-2020 was determined.

Keywords: climate, air temperature, precipitation, ERA5, Uzbekistan

Глобальное изменение климата выражается в изменении частоты и интенсивности опасных гидрометеорологических явлений, таких как волны жары, сильные ветры, интенсивные осадки, наводнения, засухи и т.п. Оно оказывает все большее влияние на деятельность сельского и водного хозяйства, энергетики, транспорта, строительства, здравоохранения, туризма и многие другие сферы человеческой деятельности.

Температура воздуха и количество осадков являются основными показателями, описывающие состояние климата того или иного места и по этой причине информация о режиме температуры и осадков широко используется при решении многих научных и практических задач.

Территории Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей имеют достаточно разнообразные формы рельефа. Кашкадарьинская область расположена на юге Узбекистана, включает в себя Каршинскую степь, Китаб-Шахрисябзскую котловину, Хисарские и Зарафшанские горы, предгорные склоновые равнины. Сурхандарьинская область входит в состав Южно-Таджикистанского района Туранской провинции и расположена в самой южной части Узбекистана (рис. 1). В настоящее время в

Кашкадарьинской области функционируют 9 метеостанций Узгидромета, а в Сурхандарьинской области – 6.

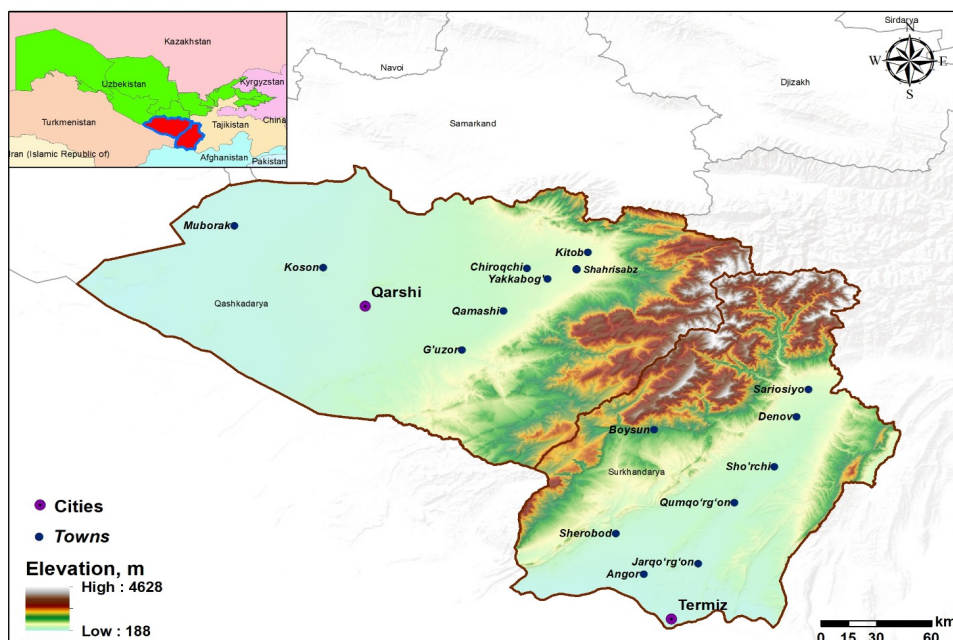


Рис. 1. Карта-схема расположения Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей

Изменения в многолетнем режиме температуры воздуха и осадков на территории областей выявлены на основе сравнительного анализа данных наблюдений метеорологических станций за 1961-1990 гг., 1971-2000 гг., 1981-2010 гг. и 1991-2020 гг. (табл. 1, 2).

Данные, приведенные в табл. 1 свидетельствуют, что от периода к периоду по всей исследуемой территории средняя многолетняя температура воздуха увеличивалась. Прирост температуры воздуха в последний 30-летний климатический период (1991-2020 гг.) относительно базового климатического периода (1961-1990 гг.) колеблется в пределах от $+0,4^{\circ}\text{C}$ в Минчукуре до $+0,8^{\circ}\text{C}$ в Карши и Шахрисябзе (Кашкадарьинская область) и от $+0,7^{\circ}\text{C}$ в Шерабаде и Байсуне до $+1,0^{\circ}\text{C}$ в Термезе (Сурхандарьинская область). Многолетняя средняя температура воздуха в горных районах Кашкадарьинской области составляет $7,0-12,0^{\circ}\text{C}$, а в равнинной и предгорных районах – $12,0-17,0^{\circ}\text{C}$. В горных районах Сурхандарьинской

области (Байсун) многолетняя средняя температура воздуха в период 1991-2020 гг. составила 13,7°C, а в остальной территории области – 17,0-19,0°C. Внутригодовое распределение многолетней средней температуры свойственно континентальному типу – самым жарким месяцем является июль, а самым холодным – январь.

Таблица 1

**Многолетние среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях в различные климатические периоды, °С [1-4]
(1 – 1961-1990 гг., 2 – 1971-2000 гг., 3 – 1981-2010 гг., 4 – 1991-2020 гг.)**

МС	Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кашкадарьинская область														
Мубарек (286 м)	1	1,6	3,9	9,6	17,1	23,5	29,3	31,9	29,5	22,8	14,4	8,0	3,2	16,2
	2	1,6	4,1	9,1	16,7	24,0	25,9	31,8	30,0	23,2	14,6	7,3	2,5	15,9
	3	2,4	4,8	10,3	17,3	23,3	27,1	31,2	29,4	22,8	15,2	9,0	3,7	16,4
	4	2,8	5,1	11,1	17,9	24,2	29,5	31,5	29,5	23,4	15,7	8,6	3,8	16,9
Карши (370 м)	1	1,4	3,9	9,8	16,5	23,0	28,4	30,5	27,9	21,7	14,7	8,8	4,1	15,9
	2	0,7	4,3	9,2	16,2	22,5	27,5	29,9	27,4	21,2	14,3	7,7	3,1	15,3
	3	3,0	5,3	10,5	17,3	23,2	28,6	30,4	28,2	22,2	15,5	9,7	4,6	16,5
	4	3,4	5,6	11,2	17,4	23,6	28,8	30,5	28,1	22,4	15,8	9,2	4,5	16,7
Чимкурган (466 м)	1	1,2	3,6	9,4	16,3	22,0	27,5	29,4	27,0	20,9	14,6	8,6	4,1	15,4
	2	0,9	3,5	9,3	16,2	21,8	27,5	29,3	26,8	20,9	14,3	8,2	3,9	15,2
	3	2,7	4,9	10,0	16,5	21,9	27,2	29,0	27,0	21,3	14,8	9,4	4,5	15,8
	4	3,1	5,2	10,7	16,6	22,2	27,3	29,0	26,9	21,5	15,1	8,8	4,4	15,9
Гузар (524 м)	1	3,1	5,0	10,3	17,2	22,9	28,3	30,0	28,2	23,0	16,0	10,3	5,9	16,7
	2	2,6	5,3	9,8	16,5	22,5	27,6	29,9	28,2	23,0	16,2	9,4	4,8	16,3
	3	4,2	6,3	11,0	17,5	23,0	28,4	29,9	28,4	23,3	16,5	11,0	6,0	17,1
	4	4,5	6,3	11,6	17,6	23,5	28,7	30,2	28,6	23,6	16,8	10,3	5,8	17,3
Шахриябз (627 м)	1	2,0	4,0	9,4	16,0	21,4	27,0	28,8	26,7	21,2	14,5	9,3	5,0	15,4
	2	1,6	3,3	9,5	16,1	21,4	27,0	28,8	26,5	21,2	14,7	9,2	4,9	15,4
	3	3,0	5,1	10,1	16,3	21,5	27,0	28,9	27,2	21,6	15,0	10,0	5,2	15,9
	4	3,6	5,5	10,8	16,5	21,9	27,3	29,4	27,5	22,1	15,4	9,3	5,1	16,2
Дехканабад (938 м)	1	2,3	3,7	8,7	15,1	20,7	26,4	28,7	27,0	21,4	14,4	9,2	5,1	15,2
	2	2,0	4,5	8,5	14,6	20,5	25,8	28,3	26,6	21,0	14,3	8,0	4,2	14,9
	3	3,3	4,6	9,2	15,2	20,4	25,9	28,2	27,0	21,7	15,1	10,2	5,5	15,5
	4	3,5	4,9	9,8	15,4	20,7	26,0	28,4	26,9	21,9	15,4	9,4	5,5	15,7
Акрабад (1599 м)	1	-0,7	-0,2	4,3	10,6	15,8	21,8	24,4	23,0	17,8	11,4	6,5	2,2	11,4
	2	-0,7	0,1	4,3	10,6	15,6	22,0	24,3	22,9	17,8	11,4	6,6	1,8	11,4
	3	-0,1	0,6	5,0	11,1	16,1	21,7	24,3	23,4	18,4	12,0	7,2	2,4	11,8
	4	0,1	1,0	5,8	11,4	16,5	21,9	24,6	23,4	18,7	12,4	6,5	2,5	12,1
Минчукур (2130 м)	1	-3,3	-3,0	1,0	7,0	11,8	17,2	20,0	18,9	14,0	7,9	3,4	-0,7	7,9
	2	-3,1	-2,3	1,2	7,1	11,6	17,0	19,9	18,7	14,1	8,1	2,8	-0,7	7,9
	3	-3,0	-2,5	1,5	7,4	11,9	17,2	19,7	19,1	14,3	8,2	3,8	-0,6	8,1
	4	-2,9	-2,2	2,2	7,6	12,2	17,6	19,9	19,0	14,5	8,5	3,2	-0,6	8,3
Куль* (2161 м)	3	-4,7	-3,0	1,6	7,2	11,4	15,8	18,0	17,8	13,6	7,9	2,3	-2,2	7,1
	4	-4,3	-3,1	1,8	7,2	11,8	16,0	18,6	17,8	13,7	7,7	1,9	-2,3	7,2
Сурхандарьинская область														
Термез (313 м)	1	3,0	5,6	11,5	18,6	24,2	28,5	29,9	27,4	21,9	15,8	9,9	5,4	16,8
	2	2,4	6,1	11,4	18,4	24,3	28,2	30,4	28,1	22,4	15,8	9,8	5,1	16,9
	3	4,2	6,7	12,1	18,9	24,6	29,1	30,5	28,4	22,9	16,5	10,8	5,6	17,5
	4	4,6	6,8	12,7	19,2	25,0	29,5	30,9	28,6	23,4	16,9	10,4	5,5	17,8
Шерабад (417 м)	1	4,4	6,5	12,0	18,9	25,0	30,1	31,5	29,2	24,2	17,9	12,0	7,1	18,2
	2	3,7	7,0	11,6	18,6	24,9	29,9	31,9	29,8	24,5	18,1	11,0	6,1	18,1
	3	5,5	7,6	12,8	19,5	25,2	30,2	31,4	29,4	24,7	18,5	12,7	7,4	18,7

	4	5,9	7,9	13,4	19,6	25,4	30,4	31,6	29,5	24,9	18,7	12,0	7,3	18,9
Шурчи (449 м)	1	3,0	5,1	10,7	17,3	22,7	27,3	28,2	25,8	20,8	15,0	9,6	5,4	15,9
	2	2,9	5,7	10,6	17,0	22,7	27,1	28,3	25,8	20,8	15,2	9,1	4,9	15,8
	3	4,0	6,2	11,3	17,5	22,8	27,6	28,9	26,7	21,7	15,6	10,4	5,7	16,5
	4	4,4	6,5	12,0	17,7	23,0	27,9	29,2	27,0	22,2	16,1	10,1	5,7	16,8
Денау (553 м)	1	3,9	5,8	11,2	17,6	22,9	27,9	28,8	26,5	21,8	16,1	10,8	6,6	16,7
	2	3,6	6,1	10,7	17,1	22,4	26,9	28,4	26,1	21,3	15,5	9,9	5,6	16,1
	3	5,0	6,8	11,8	18,0	23,3	28,2	29,5	27,6	22,9	16,8	11,6	6,9	17,4
	4	5,1	7,1	12,4	18,2	23,5	28,5	29,8	27,7	23,2	17,1	11,0	6,8	17,5
Сарыбасия* (586 м)	4	4,8	6,3	12,7	18,0	23,7	28,9	30,8	28,6	23,9	17,1	10,1	6,2	17,6
Байсун (1241 м)	1	1,3	2,3	7,1	13,1	17,9	23,2	25,3	23,6	18,4	12,3	7,6	3,9	13,0
	2	1,1	2,4	7,3	13,1	17,6	23,2	25,4	23,7	18,6	12,6	7,3	3,8	13,0
	3	2,1	3,3	7,8	13,5	18,1	22,9	25,1	23,8	19,0	12,7	8,3	4,2	13,4
	4	2,3	3,7	8,5	13,7	18,4	23,3	25,5	24,1	19,5	13,2	7,8	4,2	13,7

* – для некоторых периодов отсутствуют данные.

Как и в случае температуры воздуха, количество осадков имеет четко выраженное высотное изменение. В отличие от температуры воздуха, изменения в количестве осадков от периода к периоду не большие. В пустынных зонах Кашкадарьинской области выпадают в среднем 180-250 мм осадков в год, а в горных районах до 750 мм. В Сурхандарьинской области осадки выпадают меньше от 180 мм до 480 мм в год (табл. 2). Основная часть осадков выпадает в холодное полугодие. Летний период, особенно август, отличается в равнинных районах практически отсутствием осадков.

Таблица 2

Многолетние среднемесячные и среднегодовые количества осадков в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях в различные климатические периоды, мм [1-4] (1 – 1961-1990 гг., 2 – 1971-2000 гг., 3 – 1981-2010 гг., 4 – 1991-2020 гг.)

МС	Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кашкадарьинская область														
Мубарек (286 м)	1	27,9	25,0	38,8	26,9	9,9	1,5	1,4	0,1	0,7	7,3	13,3	23,8	176,6
	2	26,0	26,0	37,0	29,0	10,0	2,0	1,0	0,0	0,0	5,0	13,0	19,0	168,0
	3	29,5	27,1	37,7	28,4	13,8	1,6	0,8	0,3	1,0	4,4	16,4	25,3	186,3
	4	28,0	33,8	32,7	28,8	13,8	1,6	0,3	0,3	0,9	3,8	17,1	18,7	179,8
Карши (370 м)	1	36,0	31,6	59,7	36,0	17,1	1,3	0,6	0,1	1,0	11,2	18,2	31,4	244,2
	2	41,0	36,0	56,0	40,0	17,0	1,0	0,0	0,0	0,0	8,0	21,0	31,0	251,0
	3	32,5	35,9	52,5	32,6	19,3	1,7	0,8	0,1	1,5	5,4	21,9	32,9	237,1
	4	35,7	42,1	46,5	34,8	18,8	1,6	0,6	0,2	1,1	4,7	24,4	27,2	237,7
Чимкурган (466 м)	1	50,2	45,9	82,2	56,6	22,5	2,3	1,0	0,0	1,7	16,3	26,7	44,9	350,3
	2	48,0	48,0	87,0	61,0	21,0	2,0	1,0	0,0	1,0	15,0	28,0	41,0	353,0
	3	48,3	55,3	77,9	48,1	28,0	3,7	1,0	0,4	2,4	10,5	34,0	52,0	361,6
	4	52,6	64,0	75,5	48,2	27,7	3,4	0,5	0,5	1,9	9,8	40,7	44,1	368,9
Гузар (524 м)	1	49,6	47,0	74,3	54,7	22,1	1,1	1,0	0,0	1,2	15,2	24,5	44,1	334,8
	2	51,0	50,0	74,0	51,0	20,0	2,0	1,0	0,0	0,0	10,0	25,0	42,0	326,0
	3	44,7	54,5	75,0	51,4	28,9	3,7	1,1	0,6	1,4	10,4	30,3	46,8	348,8
	4	43,3	56,3	71,1	49,0	27,0	3,3	0,6	0,6	0,9	9,0	34,7	39,5	335,3
Шахрисабз	1	70,7	72,9	108,8	86,4	32,9	3,2	1,2	0,2	3,3	26,7	40,2	68,0	514,5

(627 м)	2	77,0	86,0	124,0	92,0	41,0	4,0	1,0	0,0	1,0	22,0	46,0	69,0	563,0
	3	68,2	81,4	102,2	80,9	40,2	7,9	1,7	0,9	3,9	20,1	49,0	72,5	528,9
	4	71,8	86,0	98,2	80,8	45,0	7,2	1,1	1,2	2,7	18,4	60,2	62,2	534,8
Дехканабад (938 м)	1	44,4	41,5	72,4	61,7	24,9	3,7	0,7	0,0	0,8	14,8	22,1	42,9	329,9
	2	45,0	48,0	74,0	59,0	29,0	3,0	0,0	1,0	1,0	11,0	25,0	39,0	335,0
	3	43,1	50,7	70,0	50,3	34,3	5,3	1,2	0,1	1,0	12,1	30,6	45,9	344,6
	4	43,3	54,7	72,0	53,8	40,5	5,4	0,9	0,3	0,7	11,1	38,3	41,3	362,3
Акрабад (1599 м)	1	53,9	54,9	89,9	84,0	39,7	5,9	2,3	0,1	1,6	15,5	27,7	50,1	425,6
	2	54,0	63,0	97,0	88,0	44,0	7,0	2,0	0,0	1,0	12,0	31,0	49,0	448,0
	3	53,6	62,3	82,6	71,1	48,1	9,5	2,7	2,5	2,4	14,1	34,0	51,3	434,2
	4	52,7	68,3	80,8	74,0	52,1	9,5	1,8	2,8	1,8	13,5	41,5	45,6	444,4
Минчукур (2130 м)	1	85,8	91,0	133,2	112,7	51,3	8,8	6,7	0,5	3,6	32,2	44,7	85,5	656,0
	2	85,0	98,0	136,0	121,0	62,0	8,0	3,0	1,0	2,0	27,0	52,0	80,0	675,0
	3	86,5	97,7	125,3	95,2	62,8	16,0	7,3	2,4	5,1	26,3	65,1	93,6	683,3
	4	90,1	106,1	116,0	101,0	68,3	18,8	5,2	3,2	4,5	26,6	73,9	83,5	697,2
Куль* (2161 м)	3	66,6	96,6	112,2	112,1	96,4	47,2	18,5	4,4	13,0	43,6	67,1	71,9	749,6
	4	72,3	91,4	109,7	117,6	97,8	39,8	15,4	5,0	11,7	48,5	66,5	66,8	742,5
Сурхандарьинская область														
Термез (313 м)	1	23,4	20,2	37,7	26,2	9,8	0,8	0,1	0,0	0,1	3,3	8,8	17,4	147,8
	2	23,0	22,0	32,0	21,0	11,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	9,0	19,0	140,0
	3	24,3	23,7	36,4	23,5	9,5	1,5	0,2	0,0	0,5	3,2	11,1	20,5	154,4
	4	22,9	29,6	31,5	24,3	9,5	1,3	0,2	0,0	0,5	3,0	20,0	17,8	160,6
Шерабад (417 м)	1	32,3	28,4	46,4	27,6	10,2	0,8	0,5	0,0	0,1	5,4	11,3	23,7	186,7
	2	35,0	34,0	44,0	29,0	11,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	13,0	24,0	194,0
	3	35,7	32,3	49,2	28,8	14,2	5,2	0,2	0,6	0,3	5,1	14,5	30,3	216,4
	4	31,8	36,1	44,0	31,5	14,7	4,9	0,2	0,6	0,3	4,5	19,5	24,9	213,0
Шурчи (449 м)	1	44,7	39,9	68,7	43,3	16,1	0,8	0,2	0,0	0,5	9,7	18,9	33,9	276,7
	2	42,0	40,0	63,0	44,0	20,0	1,0	0,0	0,0	0,0	7,0	18,0	30,0	265,0
	3	44,8	46,8	67,0	39,3	24,0	4,1	0,8	0,0	0,9	7,6	22,1	42,4	299,8
	4	41,5	50,4	60,8	43,9	23,8	4,7	0,7	0,0	0,8	6,5	30,2	37,7	301,0
Денау (553 м)	1	54,6	52,9	82,9	57,1	23,0	1,1	0,3	0,2	0,5	12,4	26,2	42,0	353,2
	2	56,0	52,0	79,0	63,0	32,0	3,0	0,0	0,0	0,0	8,0	28,0	42,0	363,0
	3	49,3	57,7	75,0	47,9	26,8	3,9	0,3	0,0	1,1	10,9	25,6	45,2	343,7
	4	44,7	59,3	66,2	51,3	28,5	4,7	0,4	0,1	1,0	11,1	34,4	44,5	346,2
Сарыясния* (586 м)	4	39,1	62,2	62,7	58,8	28,3	4,0	0,8	0,4	0,6	11,4	40,8	33,9	343,0
Байсун (1241 м)	1	61,2	58,4	96,6	87,9	44,1	4,8	4,4	1,2	1,4	15,7	25,5	53,2	454,4
	2	66,0	67,0	109,0	93,0	50,0	8,0	2,0	2,0	1,0	11,0	31,0	54,0	494,0
	3	56,9	65,6	89,8	68,4	45,8	13,1	5,8	1,4	2,6	14,2	30,8	55,9	450,3
	4	56,8	73,6	91,2	76,5	54,4	13,1	4,6	0,6	2,4	14,3	42,4	49,7	479,6

* – для некоторых периодов отсутствуют данные.

Проанализированные выше данные, без сомнения, представляют определенный практический интерес. Однако, имеющаяся наблюдательная сеть не дает возможность получить достоверное пространственное распределение исследуемых величин [5]. Основываясь на ряде исследований, выполненных для территории Узбекистана, для выявления пространственного распределения многолетней средней температуры воздуха и количества осадков на юге Узбекистана использованы данные реанализа ERA5 ECMWF [6, 7]. Результаты обработки срочных данных реанализа ERA5 приведены на рис. 2 и 3.

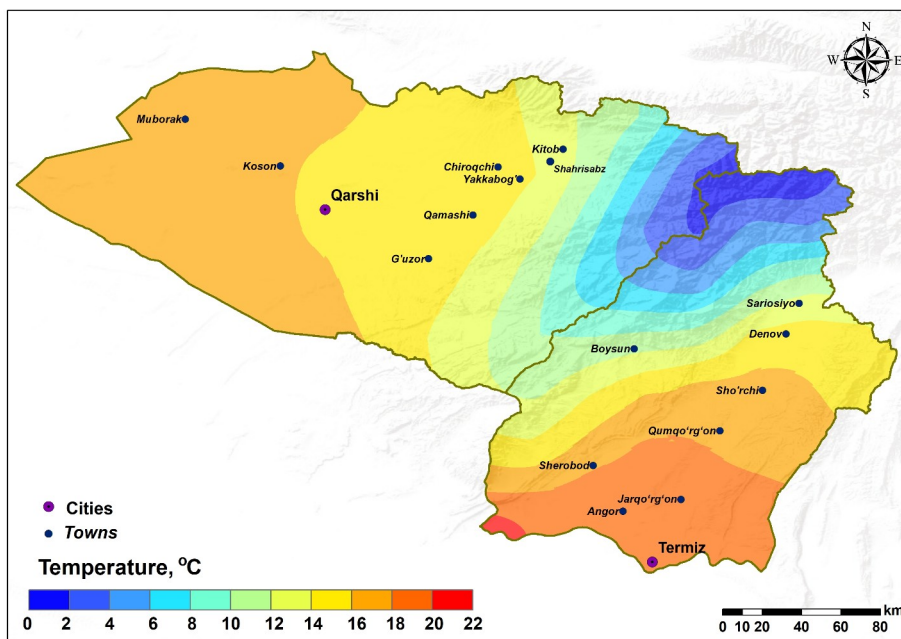


Рис. 2. Распределение многолетней среднегодовой температуры воздуха в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях в период 1991-2020 гг. (на основе данных реанализа ERA5)

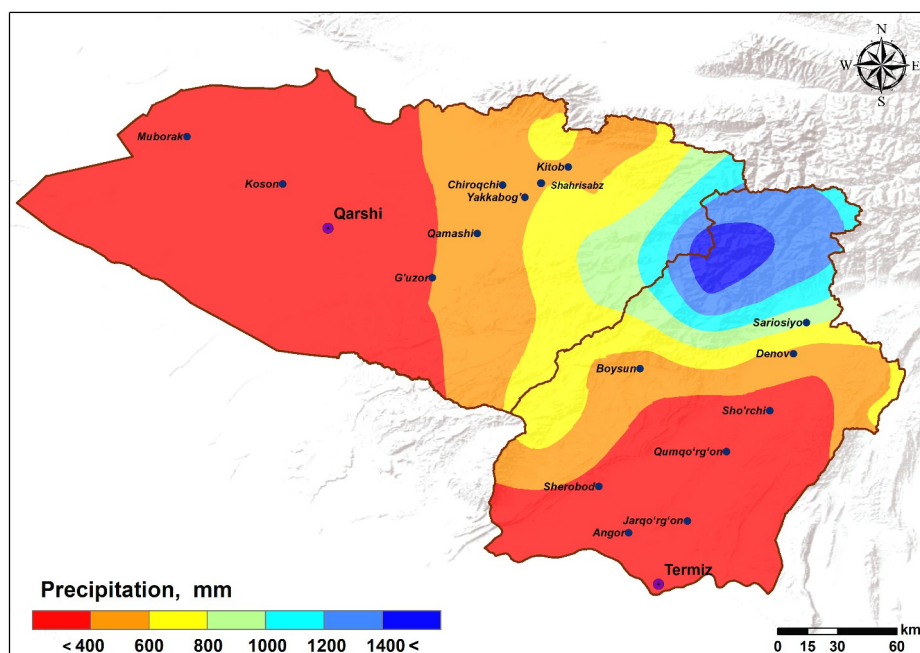


Рис. 3. Распределение многолетней среднегодовой суммы осадков в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях в период 1991-2020 гг. (на основе данных реанализа ERA5)

Использованные источники:

1. Средние многолетние значения метеорологических элементов по станциям Республики Узбекистан (за период 1961-1990 гг.). – Ташкент: Узгидромет, 2003. – 17 с.
2. Средние многолетние значения метеорологических элементов по станциям Республики Узбекистан (за период 1971-2000 гг.). – Ташкент: Узгидромет, 2009. – 110 с.
3. Средние многолетние значения метеорологических элементов по станциям Республики Узбекистан (за период 1981-2010 гг.). – Ташкент: Узгидромет, 2017. – 30 с.
4. Средние многолетние значения метеорологических элементов по станциям Республики Узбекистан (за период 1991-2020 гг.). – Ташкент: Узгидромет, 2022. – 70 с.
5. Арушанов М.Л. Методика рационализации метеорологической сети станций на примере территории Узбекистана // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды, № 4, 2021. – С. 20-30.
6. Рахимов Э.Ю., Омонов Б.Ю., Холматжанов Б.М., Абдикулов Ф.И. Возможности использования данных о температуре воздуха с баз NASA POWER и ERA5 в Узбекистане // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды, №3, 2023. – С. 8-20.
7. Rakhmatova N., Arushanov M., Shardakova L., Nishonov B., Taryannikova R., Rakhmatova V., Belikov D.A. Evaluation of the Perspective of ERA-Interim and ERA5 Reanalyses for Calculation of Drought Indicators for Uzbekistan // Atmosphere, 12(5):527. 2021.