

УДК 551.578.46

**ИССЛЕДОВАНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА РЕКИ ЖАЙЫК****Б.Т. Жездибаева<sup>1</sup>, А.Т. Мамытова<sup>1</sup>**<sup>1</sup>РГП "Казгидромет", г. Алматы, Казахстан

E-mail: zhezdebayeva\_b@meteo.kz , mamytova\_a@meteo.kz

В работе проведены исследования снежного покрова на территории бассейна реки Жайык, который включает следующие естественные ландшафтные зоны: Мугоджарские горы, Подуральское плато, Прикаспийская низменность. Основная задача настоящей работы заключается в определении пространственной изменчивости характеристик снежного покрова (высоты снежного покрова, запаса воды в снеге) и их временных изменений в бассейне реки Жайык. Основным источником изучения снежного покрова служат материалы непосредственных наблюдений на гидрометеорологической сети метеостанций. Данные по снежному покрову взяты с 1977 по 2020 гг. В качестве исходных материалов использованы даты установления и схода устойчивого снежного покрова, высота снега по постоянной рейке, плотность и запас воды в снеге по 23 метеорологическим станциям. По данным за последние 40 лет для территории бассейна реки Жайык было выявлено, что даты образования снежного покрова смещаются на более поздние сроки, даты разрушения – на более ранние, а число дней со снежным покровом и высота снежного покрова существенно не изменились.

**Ключевые слова:** снежный покров, запас воды в снеге, дата схода снежного покрова, дата разрушения снежного покрова, метеостанция, пространственная изменчивость

Поступила 15.11.21

DOI: 10.54668/2789-6323-2021-103-4-29-37

**ВВЕДЕНИЕ**

Характеристики снежного покрова являются климатически значимыми параметрами. К основным характеристикам снежного покрова относятся запас воды в снежном покрове, который зависит от толщины снежного покрова и его плотности. В качестве сроков залегания снежного покрова в работе используются фиксируемые на метеостанциях сроки образования и разрушения снежного покрова. Часто для исследования пространственно-временной динамики развития снежного покрова используются данные станционных метеорологических наблюдений или маршрутных снегомерных съемок. В соответствии с методикой Главной геофизической обсерватории (ГГО) за дату

образования устойчивого снежного покрова принят первый день периода устойчивого снежного покрова, за дату разрушения – первый день после периода со снежным покровом, когда степень покрытия территории снегом становится менее шести баллов по десятибалльной шкале. Устойчивым считается снежный покров при продолжительности его непрерывного залегания в течение не менее чем 30 дней с перерывами не более трех дней подряд или вразбивку в месячном промежутке [2, 5]

Метеорологические станции верхнего течения реки Жайык находятся в предгорье Мугоджар, в районе Подуральского плато, а метеорологические станции нижнего течения, в основном, на территории пустынно-степной зоны северной части Прикаспийской

низменности. В состав материалов исследования состояния снежного покрова входит иллюстративный материал (графики, таблицы) и подготовленный на его основе текст, содержащий анализ текущих климатических аномалий и наблюдаемых изменений в режиме снежного покрова. Устойчивый снежный покров образуется в бассейне реки Жайык в ноябре-

декабре, причем его формирование происходит с севера на юг рассматриваемой территории. В табл. 1 приведены даты формирования и разрушения устойчивого снежного покрова (средняя, ранняя, поздняя), рассчитано среднеквадратическое отклонение и повторяемость зим с неустойчивым снежным покровом.

Таблица 1

Даты установления и разрушения устойчивого снежного покрова

Широта	Долгота	Станция	Установление УСП				Разрушение УСП				Зимы с неустойчивым снежным покровом, %
			средняя	ранняя	поздняя	д д	средняя	ранняя	поздняя	д д	
Верхнее течение											
50.23	58.00	Новорос- сийское	22.11	28.10	23.12	16	08.04	13.03	24.04	9	0
49.98	56.35	Ильинский	05.12	31.10	20.01	15	26.03	04.03	11.04	11	0
50.30	57.23	Актобе	25.11	28.10	30.12	15	30.03	10.03	13.04	9	0
50.73	57.87	Кос-Истек	18.11	28.10	21.12	14	07.04	21.03	23.04	8	0
50.75	56.51	Маргук	21.11	25.10	21.12	14	30.03	14.03	11.04	8	0
50.65	57.17	Родниковка	16.11	20.10	21.12	15	11.04	20.03	27.04	7	0
51.03	54.10	Чингирлау	28.11	29.10	19.01	18	06.04	12.03	24.04	10	0
51.18	53.00	Аксай	05.12	07.11	19.01	17	26.03	02.03	10.04	10	0
51.45	52.25	Январцево	29.11	29.10	02.01	16	26.03	28.02	10.04	11	0
Нижнее течение											
51.25	51.28	Уральск	03.12	29.10	27.01	18	27.03	28.02	11.04	10	0
51.10	50.12	Каменка	28.11	29.10	04.01	15	01.04	28.02	18.04	11	0
50.20	51.17	Чапаево	06.12	07.11	18.01	16	20.03	16.01	11.04	15	0
50.25	52.57	Джамбейта	08.12	09.11	19.01	16	26.03	28.02	12.04	11	0
49.05	51.87	Тайпак	14.12	10.11	18.01	15	17.03	19.02	09.04	12	16
49.20	50.30	Джанагала	23.12	11.11	27.01	20	08.03	11.01	08.04	20	16
49.67	49.48	Жалпактал	22.12	09.11	18.01	17	14.03	13.01	09.04	19	12
48.57	51.75	Индербор- ский	25.12	27.11	05.02	18	07.03	30.12	31.03	22	36
47.67	51.58	Махамбет	20.12	10.11	03.02	20	26.02	25.01	23.03	16	36
47.12	51.88	Атырау	04.01	08.12	04.02	16	19.02	12.01	20.03	17	53
46.90	51.67	Пешной	02.01	28.11	04.02	20	21.02	05.01	26.03	23	56
49.83	48.68	Казталовка	17.12	09.11	18.01	18	15.03	10.01	10.04	19	8

### МАТЕРИАЛЫ И РАСЧЕТЫ

В верховье реки Жайык устойчивый снежный покров образуется в среднем с 16 ноября по 05 декабря, самое раннее с 20 октября по 7 ноября (МС Родниковское), а самое позднее с 21 декабря по 20 января (МС Ильинский). В нижнем течении отмечается запаздывание почти на месяц, образуется с 28 ноября по 25 декабря, в

отдельные годы устойчивый снежный покров не образуется, т.к. местные термические условия холодного полугодия далеко не всегда благоприятны для сохранения выпавшего снега. Самое раннее образование устойчивого снежного покрова наблюдалось 29 октября по 8 декабря (МС Январцево, МС Уральск, МС Каменка), самое позднее со 2 января по 5 февраля (МС Индерборский). Среднеквадратическое отклонение

колеблется от 14...17 дней в верховье реки, от 15...20 дней в нижнем течении. Также посчитана повторяемость зим с неустойчивым снежным покровом. Анализ данных показывает, что в верховьях р. Жайык зим с неустойчивым снежным покровом не наблюдается, в низовьях в равнинной части бассейна повторяемость зим с неустойчивым снежным покровом колеблется от 8 до 16 % (МС Казталовка, МС Тайпак), а в Прикаспийской низменности повторяемость зим с неустойчивым снежным покровом до 36...56 % (МС Махамбет, МС Пешной).

Режим весеннего разрушения и схода снега. Разрушение устойчивого снежного покрова в верховье реки происходит в течение двух месяцев – в среднем с 26 марта по 11 апреля, самое раннее – с 02 по 21 марта (МС Кос-Истек), самое позднее – с 10 по 27 апреля (МС Родниковка). В низовье реки разрушение устойчивого снежного покрова происходит в

среднем с 7 марта по 1 апреля. Самое раннее разрушение устойчивого снежного покрова наблюдалось с 30 декабря (МС Индерборский) по 28 февраля, самое позднее – с 20 марта по 18 апреля (МС Каменка). На всей территории бассейна р. Жайык устойчивый снежный покров сходит с юга на север. Это обуславливается многими причинами:

- физико-географическими особенностями;
- интенсивностью весеннего притока солнечной радиации;
- адвекцией теплых воздушных масс;
- особенностью местности;
- величиной запасов снега и т. д.

Анализ пространственной структуры поля снежного покрова в бассейне реки Жайык. В таблице 2 приведены данные снежного покрова: средние, наибольшие и наименьшие параметры за период 1977...2020 гг. из наибольших значений за зиму.

Таблица 2

Средние, наибольшие и наименьшие параметры снежного покрова за период 1977...2020 гг. из наибольших значений за зиму

Широта	Долгота	Станция	Средняя декадная высота снежного покрова по постоянной рейке, см			Высота снежного покрова по снегосъемкам на последний день декады, см (поле)			Плотность снежного покрова по снегосъемкам на последний день декады, кг/м <sup>3</sup> (поле)			Запас воды в снежном покрове по снегосъемкам на последний день декады, мм (поле)		
			средн.	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.
Верхнее течение														
50.23	58.00	Новорос- сийское	37	77	13	34	65	12	30	42	20	111	267	31
49.98	56.35	Ильинский	34	104	7	18	29	6	22	34	9	45	76	17
50.30	57.23	Актобе	34	65	13	26	45	11	30	41	20	70	158	27
50.73	57.87	Кос-Истек	49	79	20	38	61	22	30	40	16	122	220	46
50.75	56.51	Маргук	34	55	21	28	42	16	25	35	14	74	133	36
50.65	57.17	Родниковка	74	137	27	55	87	24	31	57	22	178	357	65
51.03	54.10	Чингирлау	30	57	8	24	45	11	25	38	17	66	114	27
51.18	53.00	Аксай	29	73	14	23	46	11	24	36	11	68	154	26
Нижнее течение														
51.25	51.28	Уральск	35	59	11	27	55	12	24	37	15	74	137	30
51.10	50.12	Каменка	34	86	13	29	64	11	32	45	15	101	246	20
50.20	51.17	Чапаево	26	90	5	21	53	6	23	36	9	60	118	11
50.25	52.57	Джамбейта	28	81	8	22	42	7	31	47	18	93	214	15
49.05	51.87	Тайпак	18	38	4	13	28	4	27	40	16	41	88	15
49.67	49.48	Жалпактал	21	45	4	14	27	1	27	40	14	53	105	6
48.57	51.75	Индербор- ский	20	80	2	13	43	2	28	48	9	47	160	6
47.67	51.58	Махамбет	12	35	1	11	30	1	21	43	7	32	129	6
47.12	51.88	Атырау	12	42	1	11	30	3	21	34	9	27	75	3
46.90	51.67	Пешной	12	55	1	12	39	3	20	24	16	29	85	9

**Анализ данных верхнего течения р. Жайык:**

1) высота снежного покрова по постоянной рейке: средняя – от 29 до 74 см, максимальная – от 65 до 137 см, минимальная – от 7 до 27 см;

2) высота снежного покрова по снегосъемке: средняя – от 18 до 55 см, максимальная – от 29 до 87 см, минимальная – от 6 до 24 см;

3) плотность снежного покрова по снегосъемке: средняя – от 0,22 до 0,31 г\см<sup>3</sup>, максимальная – от 0,34 до 0,57 г\см<sup>3</sup>, минимальная – от 0,09 до 0,22 г\см<sup>3</sup>;

4) запас воды снежного покрова по снегосъемке: средняя – от 45 до 178 мм, максимальная – от 76 до 357 мм, минимальная – от 17 до 65 мм.

Наибольшие значения снежного покрова отмечались на МС Родниковское, наименьшие значения – на МС Ильинский.

**Анализ данных нижнего течения р. Жайык:**

1) высота снежного покрова по постоянной рейке: средняя – от 12 до 35 см, максимальная – от 38 до 90 см, минимальная – от 1 до 13 см;

2) высота снежного покрова по снегосъемке: средняя – от 11 до 29 см, максимальная – от 27 до 64 см, минимальная – от 1 до 12 см;

3) плотность снежного покрова по снегосъемке: средняя – от 0,20 до 0,32 г\см<sup>3</sup>, максимальная – от 0,24 до 0,48 г\см<sup>3</sup>, минимальная – от 0,07 до 0,18 г\см<sup>3</sup>;

4) запас воды снежного покрова по

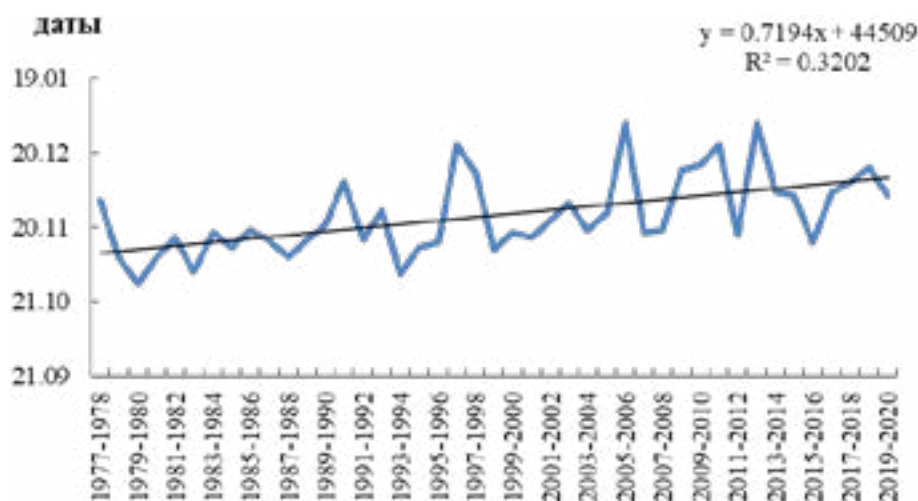
снегосъемке: средняя – от 27 до 101 мм, максимальная – от 76 до 246 мм, минимальная – от 7 до 18 мм.

Наибольшие значения снежного покрова отмечались на МС Каменка, наименьшие значения – на МС Атырау.

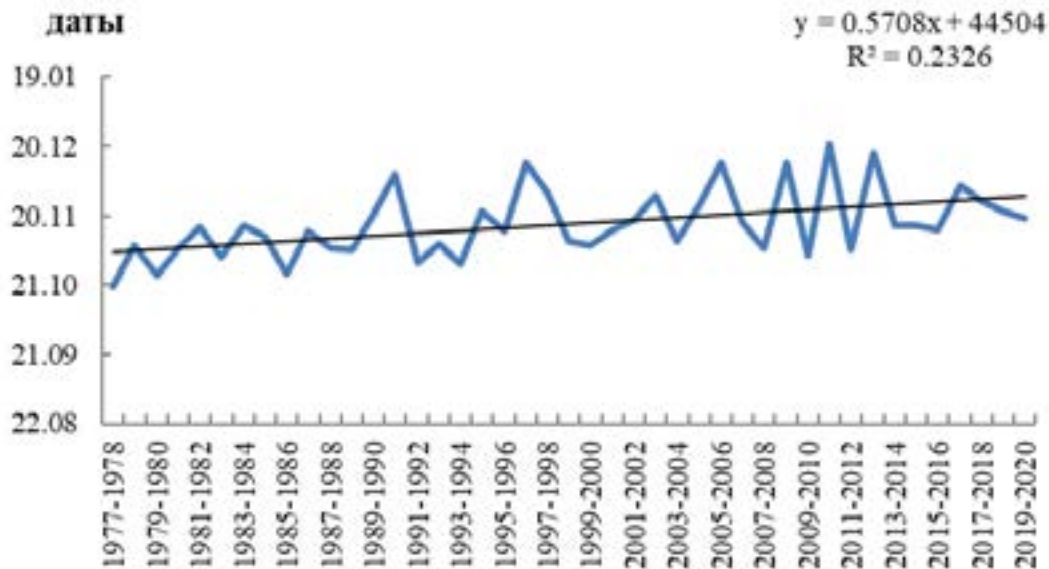
Исследование параметров снежного покрова. На рисунке 1 показаны пространственно-временная изменчивость даты образования устойчивого снежного покрова за период 1977...2020 гг. по бассейну р. Жайык. В верховье реки по МС района Мугоджарских гор рассчитанные тренды обнаруживают значимую тенденцию к более поздним срокам образования устойчивого снежного покрова на 0,11...0,72 сут\год (МС Новороссийское, МС Родниковка). В нижнем течении тренды статистически не значимы.

Динамика дат разрушения устойчивого снежного покрова приведена рис. 2. В верховье реки на исследуемой территории отмечается значимая тенденция смещения сроков схода устойчивого снежного покрова на более ранние даты (-0,04...-0,28 сут\год) (МС Новороссийское). В нижнем течении, в районе Подуральское плато, также прослеживается значимая тенденция на более ранние даты (-0,19...-0,27 сут\год).

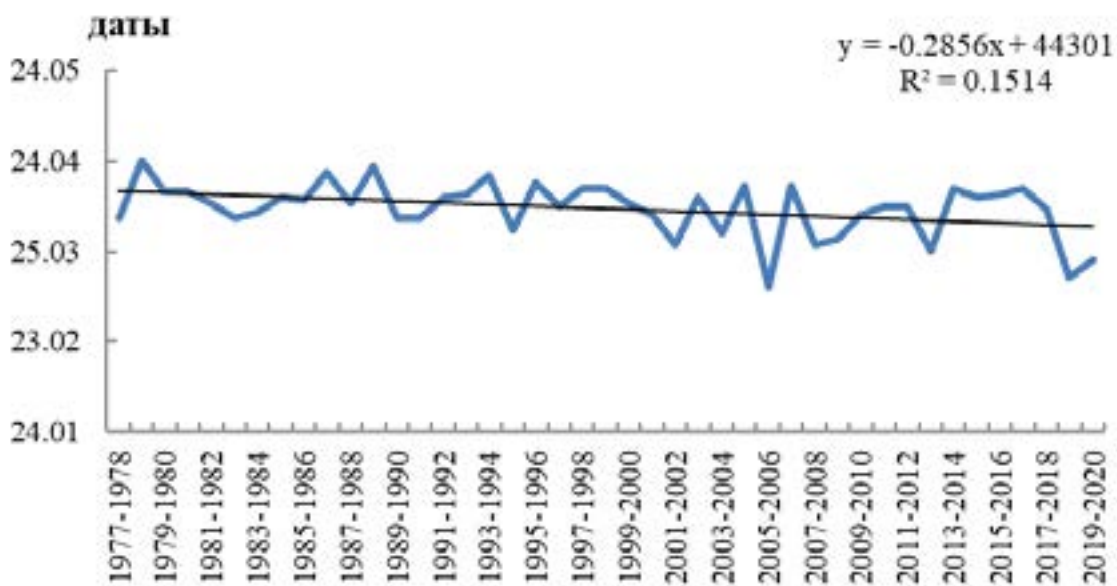
Известно, что формирование снежного покрова находится в тесной зависимости от температурных условий. Изменение дат образования и разрушения устойчивого снежного покрова связано с региональным потеплением [4].



**Рис.1.** Временные ряды и линейный тренд аномалий даты образования устойчивого снежного покрова за период 1977...2020 гг. по бассейну р. Жайык, Метеостанция Новороссийское.



**Рис.2.** Временные ряды и линейный тренд аномалий даты образования устойчивого снежного покрова за период 1977...2020 гг. по бассейну р. Жайык, Метеостанция Родниковка.



**Рис.3.** Временные ряды и линейный тренд аномалий даты разрушения устойчивого снежного покрова за период 1977...2020 гг. по бассейну р. Жайык, Метеостанция Новороссийское.

В верхнем течении р. Жайык на МС в районе Мугоджарских гор аномалии запаса воды варьируются от -113 до + 179 мм. Наибольшее положительное отклонение аномалии наблюдалось в 2015...2016 гг., наибольшее отрицательное – в 2008...2009 гг. Наибольшее положительное и наибольшее отрицательное отклонения наблюдались на МС Родниковка.

В нижнем течении р. Жайык (Подуральское плато) аномалии запаса воды варьируются от -81 до + 145 мм. Наибольшее положительное

отклонение аномалии наблюдалось в 1987...1988 гг., наибольшее отрицательное – в 2000...2001 гг. Наибольшее положительное и также наибольшее отрицательное отклонения наблюдались на МС Каменка. В Прикаспийской низменности аномалии запаса воды варьируются от -41 до + 113 мм. Наибольшее положительное отклонение аномалии наблюдалось в 2011...2012 гг., наибольшее отрицательное – в 2006...2007 гг. (рис. 4, рис. 5 и рис.6)

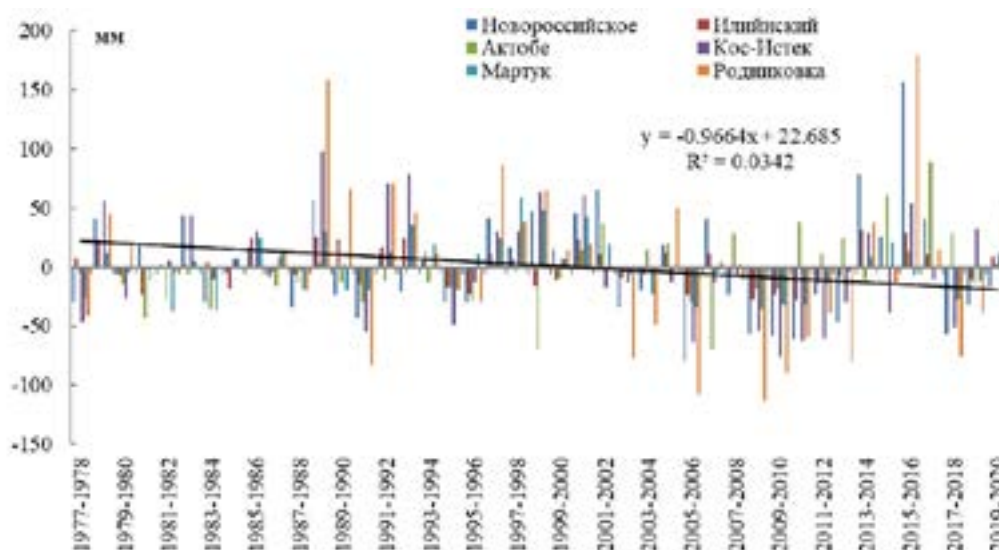


Рис.4. Временные ряды и линейный тренд аномалий запаса воды в снеге за период 1977...2020 гг., по территории бассейна р. Жайык, район Мугоджарских гор. Аномалии рассчитаны относительно осредненного периода 1977...2020 гг..

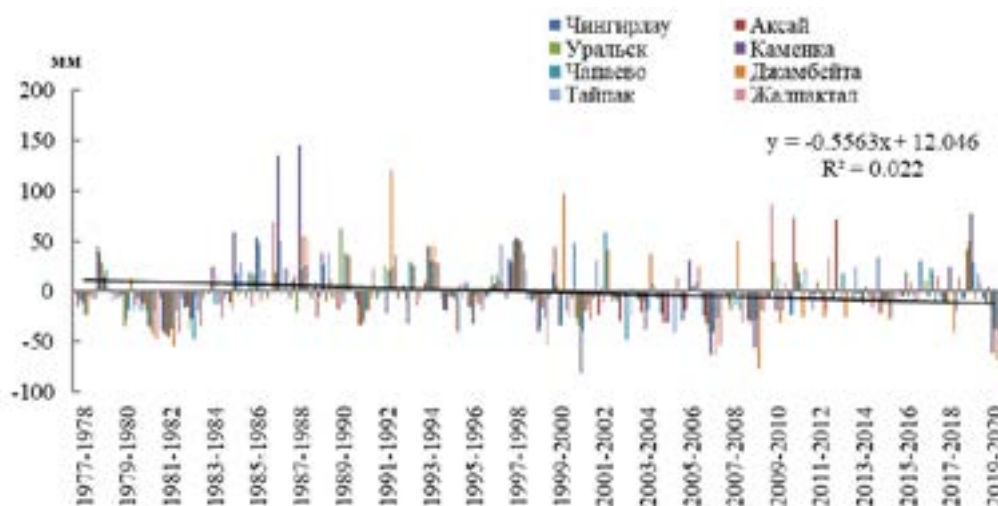


Рис.5. Временные ряды и линейный тренд аномалий запаса воды в снеге за период 1977...2020 гг., по территории бассейна р. Жайык, Подуральское плато. Аномалии рассчитаны относительно осредненного периода 1977...2020 гг..

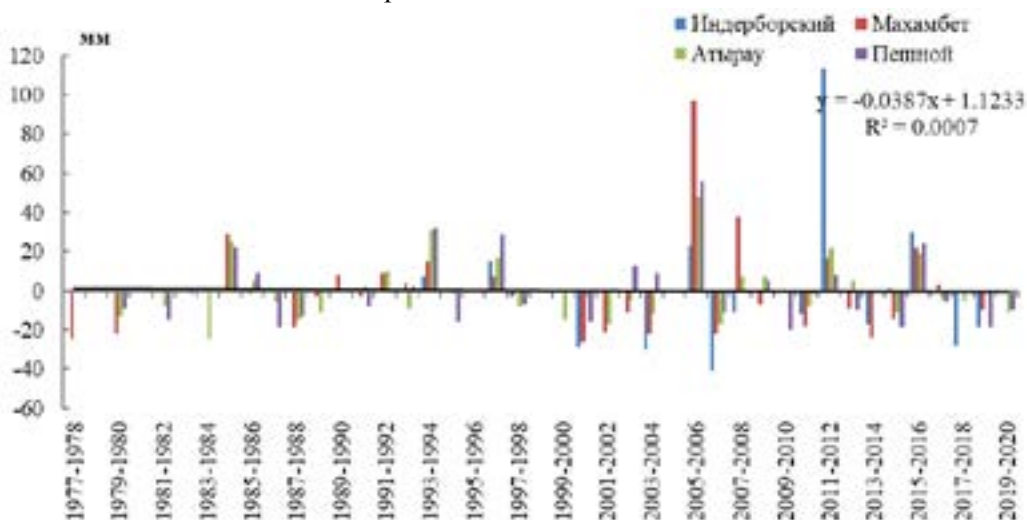


Рис.6. Временные ряды и линейный тренд аномалий запаса воды в снеге за период 1977...2020 гг., по территории бассейна р. Жайык. Прикаспийская низменность. Аномалии рассчитаны относительно осредненного периода 1977...2020 гг..



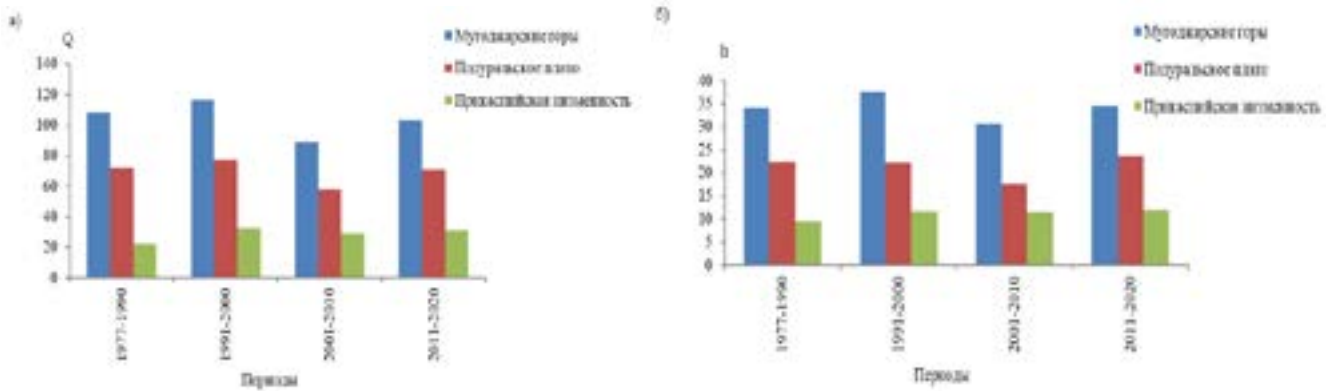


Рис.7. а) Средний за периоды запас воды в снеге б) высота снега по снегосъемкам осредненный по территории.

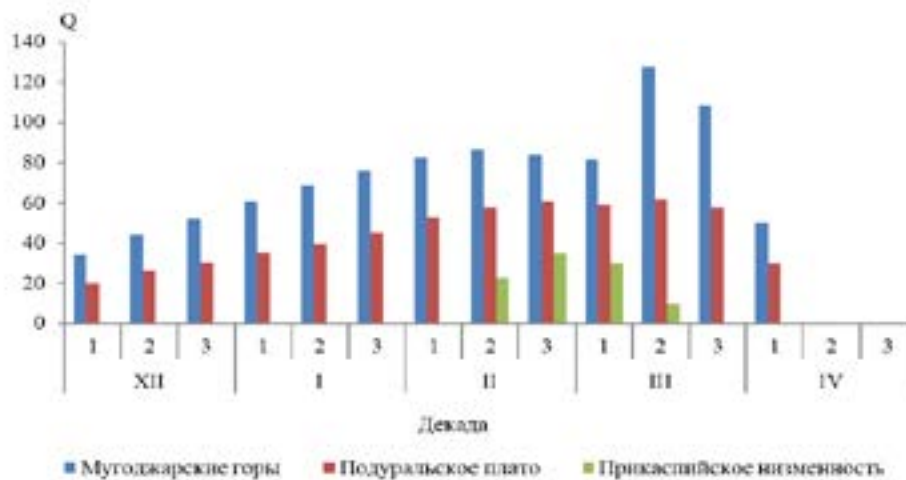


Рис.8. Средние многолетние декадные значения запаса воды в снеге.

На рис. 7 посчитан по 10-летним периодам осредненный по области запас воды в снеге и высота снега по снегосъемкам в последний день декады.

На рис. 8 приведены средние, многолетние декадные значения запаса воды в снеге, осредненные по территории. Накопление максимальных снеготрезоров в районе Мугоджарских гор и Подуральское плато приходится на вторую декаду марта, а в Прикаспийской низменности в третьей декаде февраля.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены основные составляющие снежного покрова в бассейне реки Жайык, т.к. питание реки и ее притоков преимущественно снеговое. На долю снежного покрова приходится более 80 процентов годового стока реки. Питание происходит почти исключительно в период таяния снегов весной. Формирование снежного покрова находится в тесной зависимости

от температурных условий. Изменение дат образования и разрушения снежного покрова связано с влиянием изменения климата. Анализ данных показывает, что наибольшие значения запаса воды в снеге и высоты снежного покрова отмечались за период 1991...2000 гг., также следует отметить что, за последнее десятилетие 2010...2020 гг. наибольшие значения запаса воды в снеге увеличились, по сравнению с периодом 2001...2010 гг. по всей территории бассейна р. Жайык. Максимальные значения запаса воды в снеге за период 1991...2000гг. составляют 117 мм, а минимальные – 22 мм. Максимальная высота снега составляет – 38 см, минимальная – 12 см.

На территории бассейна реки Жайык устойчивый снежный покров, в среднем, образуется ноябре, а разрушается – в первой половине апреля. В последние десятилетия даты установления устойчивого снежного покрова смещаются на более поздние сроки, а даты разрушения – на более ранние.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. *Кауазов А.М.* Возможность определения дат схода снежного покрова в Северном Казахстане по спутниковым данным NOAA/AVHRR // Вестник КазНУ. Серия географическая. 2010. № 1. С. 95-99.

2. Методические указания. По критическому просмотру материалов по снежному покрову (ежедневные наблюдения и снегосъёмки) // РГП Казгидромет, Алматы – 2006

3. Научно-прикладной справочник по климату СССР // Серия 3. Многолетние данные Части 1-6. Выпуск 18. Казахская ССР. Книга 2 С. 322-323, 330-410

4. Научно-прикладной справочник по климату Казахстана// Астана - 2011

5. Руководство по подготовке к печати материалов по снежному покрову (снегосъёмки и снеготаяние) // Гидрометеиздат, Ленинград –1963

6. Руководящий документ, Производство наблюдений над интенсивностью снеготаяния и водоотдачей из снежного покрова // РД 52.08. 2009 – Санкт-Петербург – 2009

7. *Турулина Г.К., Сальников В.Г., Полякова С.Е., Муратова Н.Р.* Современные тенденции продолжительности залегания устойчивого снежного покрова в Северном Казахстане // Гидрометеорология и экология. –2013. – № 3. – С. 7-15.

8. *Чурылин Е.В., Жданова Е.Ю.* Пространственная и временная изменчивость характеристик снежного покрова на территории Московского региона в последние десятилетия (2000-2018гг) // Гидрометцентр России

1. *Kauazov A.M.* Vozmozhnost' opredeleniya dat skhoda snezhnogo pokrova v Severnom Kazakhstane po sputnikovym dannym NOAA/AVHRR//Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya. 2010. № 1. S. 95–99.

2. Metodicheskie ukazaniya. Po kriticheskomu prosmotru materialov po snezhnomu pokrovu (ezhednevnyye nablyudeniya i snegos"emki) // RGP Kazgidromet, Almaty – 2006

3. Nauchno-prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR // Seriya 3. Mnogoletnie dannye Chasti 1-6. Vypusk 18. Kazakhskaya SSR. Kniga 2 S. 322-323, 330-410

4. Nauchno-prikladnoi spravochnik po klimatu Kazakhstana// Astana – 2011

5. Rukovodstvo po podgotovke k pechati materialov po snezhnomu pokrovu (snegos"emki i snegotayanie) // Gidrometeoizdat, Leningrad – 1963

6. Rukovodyashchii dokument, Proizvodstvo nablyudenii nad intensivnost'yu snegotayaniya i vodootdachei iz snezhnogo pokrova // RD 52.08. 2009 – Sankt-Peterburg – 2009

7. *Turulina G.K., Sal'nikov V.G., Polyakova S.E., Muratova N.R.* Sovremennye tendentsii prodolzhitel'nostizaleganiya ustoichivogo snezhnogo pokrova v Severnom Kazakhstane // Gidrometeorologiya i ekologiya. –2013. – № 3. – S. 7-15.

8. *Churyulin E.V., Zhdanova E.Yu.* Prostranstvennaya i vremennaya izmenchivost' kharakteristik snezhnogo pokrova na territorii Moskovskogo regiona v poslednie desyatiletia (2000-2018gg)// Gidromettsentr Rossii



## ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІ БАССЕЙІНІНІҢ АУМАҒЫНДАҒЫ ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫНА ЖҮРГІЗІЛГЕН ЗЕРТТЕУЛЕР

**Б.Т. Жездібаева<sup>1</sup>, А.Т. Мамытова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*«Қазгидромет» РМК, Алматы, Қазақстан*

*E-mail: zhezdibayeva\_b@meteo.kz, mamytova\_a@meteo.kz*

Жұмыс барысында Мұғалжар таулары, Подуральское үстірті, Каспий маңы ойпаты сияқты табиғи ландшафттық аймақтарды қамтитын, Жайық өзені бассейнінің аумағындағы қар жамылғысына зерттеулер жүргізілді. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты - Жайық өзені бассейніндегі қар жамылғысы сипаттамаларының (қар жамылғысының биіктігі, қардағы су қоры) кеңістік тұрғысынан алғандағы өзгергіштігін және олардың уақыт бойынша өзгерістерін анықтау болып табылады. Қар жамылғысын зерттеудің негізгі көзі ретінде метеостанциялардың гидрометеорологиялық желісінде тікелей жүргізілген бақылаулардың материалдары пайдаланылды. 1977...2020 жылдар аралығындағы қар жамылғысы бойынша мәліметтер алынды. Алғашқы материалдар ретінде 23 метеорологиялық станция бойынша тұрақты қар жамылғысының орныққан және ери бастаған күндері, тұрақты қар өлшеуіш рейка бойынша қар биіктігі, қардағы судың қоры мен тығыздығы қолданылды. Соңғы 40 жылдағы мәліметтерге сәйкес, Жайық өзені бассейнінің аумағы бойынша қар жамылғысының пайда болу және бұзылу күндері бір бағытқа жылжып отырғандығы, ал қар жамылғысы болған күндердің саны мен қар жамылғысының биіктігі айтарлықтай өзгергендігі анықталды.

**Түйін сөздер:** қар жамылғысы, қардағы судың қоры, қар жамылғысының еру күні, қар жамылғысының бұзылу күні, метеорологиялық станция, кеңістік тұрғысынан өзгергіштік

### STUDY OF SNOW COVER IN THE TERRITORY OF THE ZHAIYK RIVER BASIN

**B.T. Zhezdibaeva<sup>1</sup>, A.T. Mamytova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*RSE «Kazhydromet», Almaty, Kazakhstan*

*E-mail: zhezdibayeva\_b@meteo.kz, mamytova\_a@meteo.kz*

The paper studies of the snow cover on the territory of the Zhaiyk river basin, which includes the following natural landscape zones: Mugodzhaz Mountains, the Ural plateau, the Caspian lowland. The main task of this work is to determine the spatial variability of snow cover characteristics (snow cover height, snow water supply) and their temporal changes in the Zhaiyk River basin. The main source of studying the snow cover is the materials of direct observations on the hydrometeorological network of weather stations. Data on snow cover are taken from 1977 to 2020. The initial materials used were the dates of establishment and descent of a stable snow cover, the height of the snow on a constant rail, the density and water supply in the snow at 23 meteorological stations. According to the data for the last 40 years for the territory of the Zhaiyk river basin, it was found out that the dates of formation and destruction of the snow cover shifted in one direction, and the number of days with snow cover and the height of the snow cover did not change significantly.

**Keywords:** snow cover, water supply in snow, date of snow cover, date of snow cover destruction, weather station, spatial variability