










Научная статья

## ПРОСТРАНСТВЕННО ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕЛЕФОРМИРОВАНИЯ В ГОРАХ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Виталий В. Жданов<sup>1</sup>  к.т.н., Мәулен М. Тоғыс<sup>1,2</sup> , Виктор П. Благовещенский<sup>1</sup>  д.г.н.,  
Сандугаш У. Ранова<sup>1</sup>  к.г.н., Айдана Н. Камалбекова<sup>1,2</sup> , Еркебулан Е. Халыков<sup>1</sup>  PhD,  
Ұлжан Р. Алдаберген<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup>Институт географии и водной безопасности, Алматы, Казахстан; [zhdanovvitaliy@yandex.kz](mailto:zhdanovvitaliy@yandex.kz) (ВВЖ), [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru) (ММТ), [victor.blagov@mail.ru](mailto:victor.blagov@mail.ru) (ВПБ), [sandu2004@mail.ru](mailto:sandu2004@mail.ru) (СУР), [aidana.kamalbekova@gmail.com](mailto:aidana.kamalbekova@gmail.com) (АНК), [e.halykov@mail.ru](mailto:e.halykov@mail.ru) (ЕЕХ), [aldabergen\\_u@mail.ru](mailto:aldabergen_u@mail.ru) (ҰРА)

<sup>2</sup>Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru) (ММТ), [aidana.kamalbekova@gmail.com](mailto:aidana.kamalbekova@gmail.com) (АНК), [aldabergen\\_u@mail.ru](mailto:aldabergen_u@mail.ru) (ҰРА)

\*Автор корреспонденции: Мәулен М. Тоғыс, [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru)

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

GIS –  
картографирование,  
метеорологический  
архив, селевая опасность,  
селевой риск, факторы  
селеформирования,  
экстремальные осадки,  
Южный Казахстан

### АБСТРАКТ

Селевые потоки и наносоводные паводки в горах Южного Казахстана регулярно приносят значительный ущерб. Их воздействию подвержены хозяйственные объекты в бассейнах многих рек: Сайрам, Бадам, Терис, Келес, Угам, Балдыбрек, Тамды. Прошедшие потоки относились к двум типам ливневые и тало-дождевые. Актуальность изучения этого района связана с малой изученностью и небольшим количеством доступных публикаций. В условиях изменения климата анализ метеофакторов требует регулярного обновления. Целью исследований является оценка климатических условий селеформирования и их тенденций в XXI веке. Было определено, что распределение экстремальных осадков связано с расположением горных хребтов по отношению к ведущим потокам в атмосфере. Экстремальные селеопасные осадки регистрируются в центральных частях Таласского и Киргизского Алатау и хребта Каратау. Именно здесь расположены основные селевые очаги. Отмечается рост сумм разовых осадков с высотой местности. Отмечается увеличение средней температуры воздуха и годовых сумм осадков в XXI веке по сравнению с нормами XX века. Однако нет тенденции изменчивости экстремальных температур воздуха и суточных осадков. Это говорит о случайном стохастическом характере развития условий селеформирования. Были построены климатические карты, которые являются важным этапом в построении комплексных GIS карт селевой опасности и селевого риска в горах Южного Казахстана.

### По статье:

Получено: 13.01.2026  
Пересмотрено: 10.03.2026  
Принято: 22.06.2026  
Опубликовано: 01.07.2026

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Селевые потоки и наносоводные паводки на горных реках являются одним из основных источников стихийных бедствий в мире. Во многих странах, где горные регионы занимают значительные площади, селевые потоки оказывают большое влияние на инфраструктуру и население. Поэтому изучение этого стихийного явления имеет важное значение при обеспечении безопасности населения [9, 12, 14, 19, 25].

В Республике Казахстан широко известны случаи прохождения катастрофических селевых потоков в горах Иле Алатау, однако в остальных горных районах тоже существует селевая угроза. Но в отличие от этого региона остальные регионы до сих пор слабо изучены [6, 8, 23].

**Для цитирования:**  
Жданов В., Тоғыс М.,  
Благовещенский В.,  
Ранова С., Камалбекова А.,  
Халыков Е., Алдаберген Ұ.,  
Пространственно  
временное распределение  
метеорологических  
условий  
селеформирования в горах  
Южного Казахстана//  
Гидрометеорология и  
экология, 122 (2), 2026, 75-  
89.

Территории горных хребтов Каратау, Огем, Таласский, Киргизский Алатау отличаются значительной или средней степенью селевой опасности [2]. Здесь по данным наблюдений начиная с 1900 года зарегистрированы более 200 случаев прохождения селевых потоков и наносоводных паводков [15, 16, 20, 22, 26, 27, 28, 29]. Воздействию селевых потоков подвержены ряд населенных пунктов, расположенных на предгорных конусах выноса, в том числе города Туркестан, Ленгер, Кентау, Каратау.

Чаще всего незначительные селевые явления происходят на малых горных реках без ущерба. Но в отдельные годы, такие как 1959, 1998, 2016, потоки отмечались повсеместно и сопровождалась значительным ущербом. Они относятся к потокам ливневого или тало-дождевого генезиса. Из-за большой площади региона и редкости наблюдательной сети регистрация потоков затруднена. В густонаселенных районах даже незначительный поток вызывает ущерб, а в отдаленных районах потоки с большим объемом и расходом могут проходить без последствий. Описание в архиве составлялось с задержкой по заключениям экспертов, которые осуществляли обследование [27]. Информация о потоках со значительным ущербом приведена в таблице 1.

**Таблица 1**

*Селевые потоки со значительным ущербом*

Дата	Место	Бассейн реки	Категория селя	Расход, м <sup>3</sup> /с	Ущерб
09.04.1956	Жамбылская обл.	Ассы, Куренсай	-	274	мосты, дороги, дома, ЛЭП
07-08.	Жамбылская и	Арыс, Бадам, Сайрамсу, Тамды, Келес,	-	2713	Дома, ЛЭП, ГЭС, дороги,
04.1959	Туркестанская области	Жабагылысу	-		погиб скот
20.05.1978	п. Мерке	Мерке	1	500	мосты, дороги, дома
17-19.	Луговской рн.	Макпал, Кайындысай	2	-	мосты, дороги, дома
07.1983					
26.05.1998	с. Жанабазар	Келес	2	-	мосты, хозпостройки
27.05.1998	Кызылтан	Жинишке	1	-	мосты, хозпостройки
28.05.1998	п. Кокпак	Кокпарсай	2	-	мосты, хозпостройки
29.05.1998	п Каржан	Коргансай	2	-	мосты, хозпостройки
28.05.1998	п. Казыгурт	Келес	2	-	мосты, хозпостройки
26.05.2003	г. Ленгер	Бадам	1	560	мосты, дороги, 12 домов
06.06.2016	г. Каратау	Тамды	-	-	мосты, дороги, дома

Исследования селей в Казахстане проводятся Институтом географии и водной безопасности, Казселезащитой и Казгидрометом [7, 21, 35, 42]. Институтом географии и водной безопасности в 2010 г. издан Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан, в котором приведены селевые карты на все горные районы Казахстана [2]. В 2018...2020 годах составлены карты селевой опасности и селевого риска речных бассейнов северного склона Иле Алатау, на которых показаны территории, подверженные воздействию селевых потоков с количественными характеристиками объемов, повторяемости и распространенности. В 2017 г. Институтом географии и водной безопасности разработана концепция автоматизированного мониторинга селевой опасности на территории города Алматы, а в 2018...2019 годах составлены подробные карты селевого риска на бассейны рек Киши и Улкен Алматы, Каргалы и Аксай [3,4].

Таласский и Киргизский Алатау, хребты Огем и Каратау относятся к регионам с сухим внутреконтинентальным климатом умеренных широт. Он характеризуется значительными амплитудами температуры воздуха и количества осадков [13]. Средняя

годовая температура воздуха в предгорьях составляет 10...12 °С и минус 2 °С в высокогорной зоне на уровне 3000 м., в зимние месяцы отмечается инверсионное распределение температуры, когда в горных районах бывает теплее, чем на равнине. Годовая сумма осадков меняется от 150 мм в равнинных полупустынных районах до 900 мм в осевой части хребта Таласского Алатау [30, 36].

Основным метеорологическим условием формирования дождевых селевых потоков и наносоводных паводков являются разовые экстремальные суммы осадков [10, 24, 33, 38, 41]. Пороговое значение более 30 мм осадков за 12 часов является стихийным гидрометеорологическим явлением и приводит к образованию поверхностного стока и поверхностной эрозии. Критические значения осадков более 50...60 мм за время дождя являются чрезвычайным явлением, приводящим к катастрофическим последствиям [35].

Актуальность исследований. В горном регионе Южного Казахстана селевые потоки и наносоводные паводки способны наносить огромный ущерб. Однако по сравнению с хорошо изученным хребтом Иле Алатау этот район до сих пор остается неизученным. Количество научных публикаций для гор южного Казахстана невелико и многие из них выполнены еще в XX веке [20, 22, 26]. Учитывая тенденции к изменению климата данные об условиях селеформирования устаревают и требуют обновления. Поэтому оценка селевой опасности и селевого риска в горах Каратау, Таласском и Киргизском Алатау имеет важное прикладное значение. Оценка метеорологических и климатических условий формирования один из этапов работы.

Цель исследований. Оценить многолетние тенденции изменения основных факторов селеформирования в горных районах Южного Казахстана (среднегодовые температуры воздуха, годовые суммы осадков, абсолютный максимум осадков). Выполняемые задачи – статистический анализ метеорологических данных, выявление значимых многолетних трендов, создание электронной карты условий селеформирования.

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа метеорологических условий формирования селевых потоков были использованы методы статистической обработки метеорологических данных (среднегодовая температура воздуха, годовая сумма осадков, абсолютный годовой максимум осадков) и технологии GIS-картографирования. Для оценки взяты данные климатических справочников (КазССР, УзССР, КирССР) и электронные архивы метеорологической информации. Используются данные 25 метеостанций в горах Каратау, Таласского и Киргизского Алатау, расположенных близко к районам прохождения селевых потоков и паводков (таблица 2). Зоны формирования большинства селевых потоков и наносоводных паводков расположены в пограничных высокогорных районах с Республиками Кыргызстан и Узбекистан. Однако многие метеостанции расположены в низкогорной зоне, что ограничивает изучение факторов селеформирования в высокогорье. Для изучения доступны только наземные данные существующих архивов.

Анализировались основные метеорологические факторы селеформирования и их тенденции в XX и XXI веках. Данные о климатических нормах за XX век взяты из климатических справочников [30, 31, 32]. Период осреднения 1881...1980 гг. Данные за XXI век (с 2000 по 2024 гг.) взяты из свободных источников климатических архивов Казгидромета и Росгидромета [5, 17, 18]. Период осреднения 2000...2025 гг. Для анализа взяты средние годовые температуры воздуха, суммы осадков и экстремальные разовые осадки. Затем были рассчитаны средние значения за периоды наблюдений, их тенденции изменения и результаты нанесены на GIS карту.

Современные технологии GIS картографирования – важный инструмент при анализе природных опасностей. Геоинформационная система представляет из себя комплексное программное обеспечение для хранения, анализа и визуализации

пространственных данных [1, 40]. В работе был использован программный комплекс ArcGIS 10.8. В результате получается интегрированная карта с возможностями интерполяции данных и выведения различных слоев. Интерполяция реализована в модуле Spatial Analyst. Метод сплайн-интерполяции (Spline) основан на построении гладкой поверхности с минимальным общим изгибом, проходящей через все исходные точки. В ArcGIS 10.8 реализованы два варианта: Regularized Spline (регуляризованный сплайн) и Tension Spline (сплайн с натяжением). Он эффективен при работе с постепенно изменяющимися поверхностями. Это позволяет оценить и отобразить пространственное распределение метеорологических и гидрологических параметров. Собранные нами данные накладывались на цифровую модель рельефа (ЦМР), а программное обеспечение позволяет визуализировать карту с заданным масштабом. Это позволяет отображать слои и объекты с различным разрешением, от 1:10000 до 1:1500000. Создание климатической карты условий селеформирования является важным этапом для оценки селевой опасности и селевого риска в Южном Казахстане.

**Таблица 2**

*Список метеорологических станций Казахстана, Узбекистана и Кыргызстана*

Метеостанция	Широта	Долгота	Высота места, м	Индекс ВМО
Шиели	66.729003	44.182537	152	38069
Аккум	67,417299	43,709005	173	38191
Туркестан	68.191389	43.271944	209	38198
Шаян	69.370833	43.021389	366	38207
Шулакурган	69.170833	43.754167	480	38201
Каратау	70.439828	43.179672	518	38208
Казыгурт	69.375556	41.747222	597,6	38452
Шымкент	69.7000	42.347778	604	38328
Тараз	71.293542	42.867658	651,2	38341
Мерке	73.170917	42.879975	690,8	38344
Кулан	72.730672	42.919336	700	38343
Турар Рыскулов	70.353889	42.544722	808,9	38334
Ащисай	68.8975	43.552222	820	38196
Чарвак	70.0000	41.6000	974	38464
Чон Арык	73.7500	42.0600	1100	38354
Тасарык	70.155278	42.234167	1122,5	38337
Кордай	74.930008	43.321411	1140,8	38229
Талас	72.2167	42.5167	1217	38345
Пскем	70.3671	41.9091	1258	38462
Чаткал	71.3500	41.9000	1937	38471
Шуылдак	70.428611	42.295556	1947,1	38338
Сусамыр	73.9833	42.1500	2061	38358
Ойгайинг	70.8696	42.1628	2150	38339
Ангрен	70.7167	41.6667	2286	38466
Тюя-Ашу	74.000	42.5000	3090	38359

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Многолетняя изменчивость факторов селеформирования*

Для изучения многолетних тенденций изменения факторов селеформирования были рассчитаны отклонения этих элементов в XXI веке от климатических норм XX века.

Нормы за XX век взяты из климатических справочников [30, 31, 32]. Период осреднения 1881...1980 гг. Нормы за XXI век взяты из электронной базы данных Казгидромета и Росгидромета [5, 17, 18]. Период осреднения 2000...2025 гг. Результаты приведены в таблице 3.

Данные наземных наблюдений есть только в низкогорных и среднегорных районах. Высокогорные метеостанции есть только в горах Киргизского хребта на территории Кыргызстана. Поэтому есть возможность оценить изменчивость факторов селеформирования в этих высотных зонах. Оценить температуру и осадки в высокогорье возможно только по математическим моделям [39]. Повсеместно в XXI веке отмечается тенденция роста средних температур воздуха на 0,4...1,9 °С, что соответствует мировому тренду потепления климата. Вековые тенденции изменения годовых сумм осадков в XXI неоднозначные, от роста до 100 мм, до падения на 60 мм по сравнению с многолетними нормами. Это подтверждается выводами других экспертов [34].

**Таблица 3**

*Изменения среднего значения температуры воздуха и сумм осадков в XXI веке по отношению к нормам в XX веке*

Метеостанция	XX век		XXI век		Изменение	
	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм
Шиели	10,6	156	12,3	139	1,7	-17
Аккум	11,7	186	13,1	151	1,4	-35
Туркестан	12,1	201	14	218,9	1,9	17,9
Шаян	12,1	372	13,4	318	1,3	-54
Шулакурган	9,4	184	11,2	181	1,8	-3
Казыгурт	11,9	480	13,8	501	1,9	21
Шымкент	12,4	576	13,7	618	1,3	42
Тараз	9,8	326	11,5	346	1,7	20
Мерке	9,9	411	11,2	351	1,3	-60
Кулан	9,3	338	10,9	360	1,6	22
Турар					0,8	9
Рыскулов	11,7	759	12,5	768		
Ащисай	10,6	545	11,5	549	0,9	4
Тасарык	9,6	707	10,4	726,8	0,8	19,8
Кордай	7,9	495	9,2	441,4	1,3	-53,6
Талас	7,5	313	9,3	314	1,8	1
Пскем	9,2	757	10,1	871	0,9	114
Шуылдак	5,9	877	6,3	818,4	0,4	-58,6
Сусамыр	-2,1	376	-0,4	333	1,7	-43
Ойгайинг	2,3	627	3,3	728	1	101
Тюя-Ашу	-1,4	718	-2,9	631	-1,5	-87

В таблице 4 приведены данные по экстремальным суточным осадкам и максимальным температурам воздуха в горах Южного Казахстана. Несмотря на полупустынный климат и малое количество годовых осадков здесь отмечаются редкие события, когда суточные осадки превышают критические для селеформирования значения в 50...60 мм. Для формирования селевых потоков экстремальные значения осадков являются важнейшим предиктором [10, 24, 37, 38, 41], поэтому их тенденции очень важны в условиях меняющегося климата. Абсолютный максимум осадков зарегистрирован на метеостанции

Ойгаинг в Узбекистане (200 мм за сутки). Абсолютные максимумы осадков за историю наблюдений в основном отмечены в XX веке, только на нескольких станциях абсолютный максимум пришелся на XXI. Стоит отметить, что разовое выпадение экстремальных осадков носит случайный стохастический характер. Оно слабо подчиняется общим закономерностям и не обладает выраженной цикличностью. Это сильно затрудняет оценку и прогнозирование стихийных явлений, вызванных сильными дождями.

Таблица 4

*Изменения максимальных температур воздуха и сумм осадков в XXI веке по отношению к значениям в XX веке*

Метеостанция	XX век		XXI век		Изменение	
	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм
Шиели	45	58,7	43,4	30	-1,6	-28,7
Аккум	46	55,4	-	31	-	-24,4
Туркестан	49	62,2	55,7	36	6,7	-26,2
Шаян	49	57,3	45	40	-4	-17,3
Шулакурган	47	49,9	42	50	-5	0,1
Казыгурт	46	43,2	42,6	41	-3,4	-2,2
Шымкент	44	57,8	43,6	104	-0,4	46,2
Тараз	45	62,6	42,5	33	-2,5	-29,6
Мерке	44	60,3	41,2	38,2	-2,8	-22,1
Кулан	44	48,8	41,5	34	-2,5	-14,8
Турар						-7,7
Рыскулов	42	85,7	41,5	78	-0,5	
Ащисай	45	110	39,5	84	-5,5	-26
Тасарык	40	79,3	38	63,6	-2	-15,7
Кордай	40	56,8	38	42	-2	-14,8
Талас	40	53	50,7	39	10,7	-14
Пскем	-	70	39,4	77	-	7
Шуулдак	34	65	38,8	46	4,8	-19
Сусамыр	35	38	49,8	54	14,8	16
Ойгаинг	-	77	36,7	210	-	133
Тюя-Ашу	25	65	27,6	34	2,6	-31

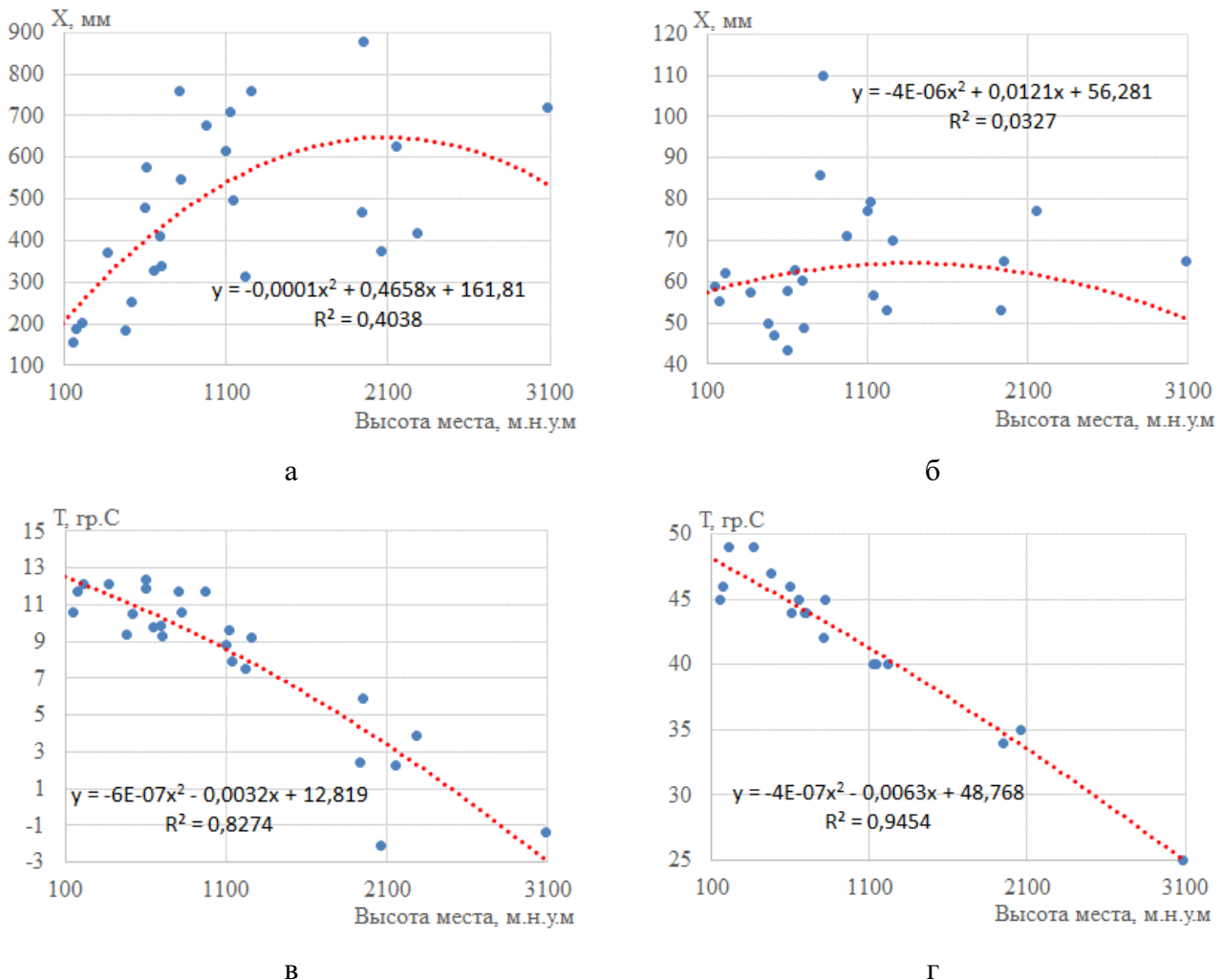
*Распределение факторов селеформирования по высоте местности*

Распределение климатических норм XX века с учётом высоты местности показано на рисунке 1. Отмечается естественное падение температуры воздуха с высотой местности. Она меняется от 10 °С тепла в предгорной зоне до минус 2 °С в высокогорной зоне выше 3000 м над уровнем моря (Метеостанция Тюя-Ашу). Количество осадков меняется от 150 мм в год в полупустынных предгорьях хребта Каратау до 877 мм в год в среднегорной зоне Таласского Алатау (Метеостанция Шуулдак). Из-за значительных площадей и условий отмечается значительные колебания в зависимости от широтного распределения метеостанций. Но общая тенденция показывает максимум сумм осадков в среднегорной зоне (метеостанция Шуулдак) и стандартное падение средних температур воздуха с высотой местности. Высотная изменчивость температуры воздуха имеет четкую зависимость и аппроксимируется линией. В среднем высотный градиент стандартный – 7 °С на 1 км поднятия. Максимум осадков же приходится на среднегорную высотную зону 2000

м. Выше и ниже отмечается уменьшение годовых сумм. Высотное распределение температуры и осадков очень важно для понимания высоты местности, где отмечаются благоприятные условия для зарождения селей и паводков.

*Сезонная изменчивость факторов селеформирования*

Сезонная изменчивость экстремальных суточных осадков приведена в таблице 5. Данные приведены за весь год, поскольку экстремальные осадки и опасные гидрологические явления на реках могут отмечаться круглогодично. В сезонном ходе отмечаются два максимума осадков весной и осенью. Суточные осадки более 60 мм регистрировались преимущественно с февраля по июнь или с октября по ноябрь. Исключением стала метеостанция Ащисай где абсолютный максимум 110 мм зарегистрирован в декабре. В жаркие летние и холодные зимние месяцы максимально зарегистрированные суммы суточных осадков намного ниже. Поэтому в сочетании с началом снеготаяния и влажностью почво-грунтов в конце зимы и весной складываются наиболее опасные условия. Это подтверждается данными о зарегистрированных селевых явлениях из таблицы 1. В отличие от соседнего хребта Иле Алатау селеопасный сезон здесь смещен на более ранние сроки и кроме угрозы грязекаменных селей широко распространены наносоводные паводки в период снеготаяния.



**Рисунок 1.** Распределение метеорологических условий селеформирования в зависимости от высоты места:  
 а – годовая сумма осадков; б – абсолютный максимум осадков; в – среднегодовая температура воздуха;  
 г – абсолютный максимум температуры воздуха

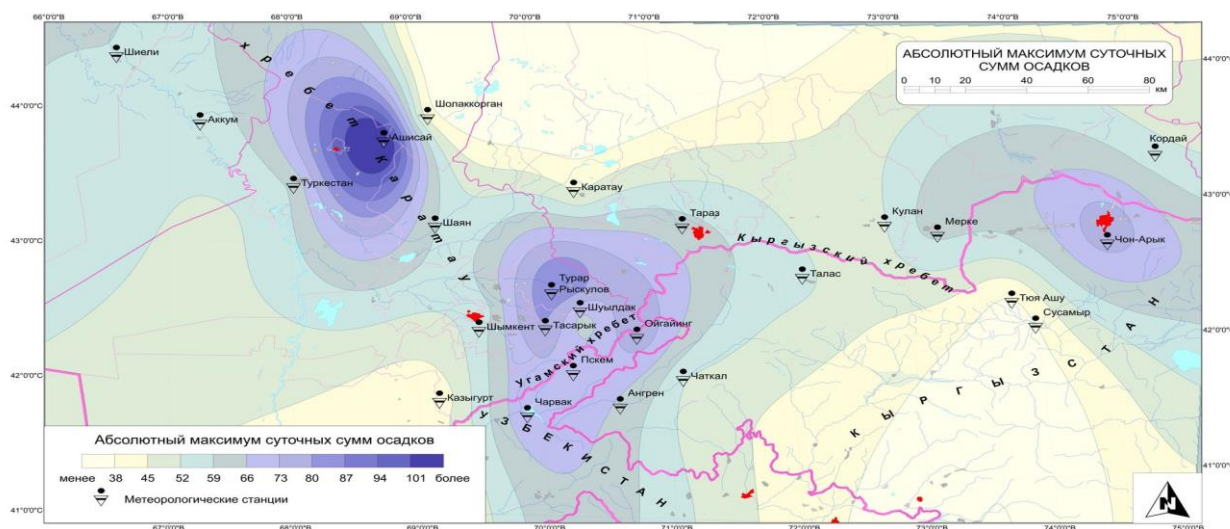
**Таблица 5**

*Сезонная изменчивость абсолютных максимумов суточных осадков*

МС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Шиели	13,5	20,2	31,5	30,4	58,7	20,3	27,6	20,7	21,5	19,9	30,4	20,4
Аккум	18	18,5	37,6	36	55,4	44	30,6	20,8	11,7	18,8	26,3	29,9
Туркестан	29,5	25,6	53,5	39,3	62,2	25,7	17	17,4	21	22,7	28	46,5
Шаян	23,1	33,9	39,7	38,3	56,1	27,7	36,4	22	24,3	57,3	42	36,6
Шулакурган	15,3	25,3	24,6	43,5	49,9	34,8	21,6	26,8	17	16,2	22,2	23,5
Каратау	20,1	24,4	40	46,8	26,8	34,7	33,2	28,4	22,8	35	40	34,7
Казыгурт	30,9	38,3	43,2	40	46,4	25,6	23,6	26,5	16	39	53,3	39
Шымкент	40,3	53	46,3	51,1	57,8	38	28,3	28,1	29,7	46,1	68,6	46,3
Тараз	39,3	34,4	42,3	43,8	41,7	62,6	43,8	22,1	41,9	45,3	44,6	25,8
Мерке	16	36,8	29,9	46,7	60,3	44,9	30,5	25,6	28,5	31,9	38,4	18
Кулан	27,8	36	35,2	48,8	41	28,4	25,7	38,2	30	31,5	32,4	22,6
Турар Рыскулов	48	66,9	85,7	75,2	61,6	54,4	64	34,9	53,7	53,9	73,4	73,6
Ащисай	43,9	56,6	81,1	78,9	52,7	48,2	30,9	31,3	29,5	65,5	73,4	110
Тасарык	45,6	57,4	79,3	81,2	58,1	50,4	39,4	53,2	43,3	89,7	53,3	42
Кордай	32,9	35,3	41,6	44,5	56,8	45,4	36,8	31,2	38,1	39,8	35,7	33,7
Шуылдак	51,1	53,3	64,6	74,6	65,4	54,4	53,1	32,7	40,6	95,5	61,5	53,2
ср. Макс	31,0	38,5	48,5	51,2	53,2	40,0	33,9	28,7	29,4	44,3	45,2	41,0
абс. Макс	51,1	66,9	85,7	81,2	65,4	62,6	64,0	53,2	53,7	95,5	73,4	110,0

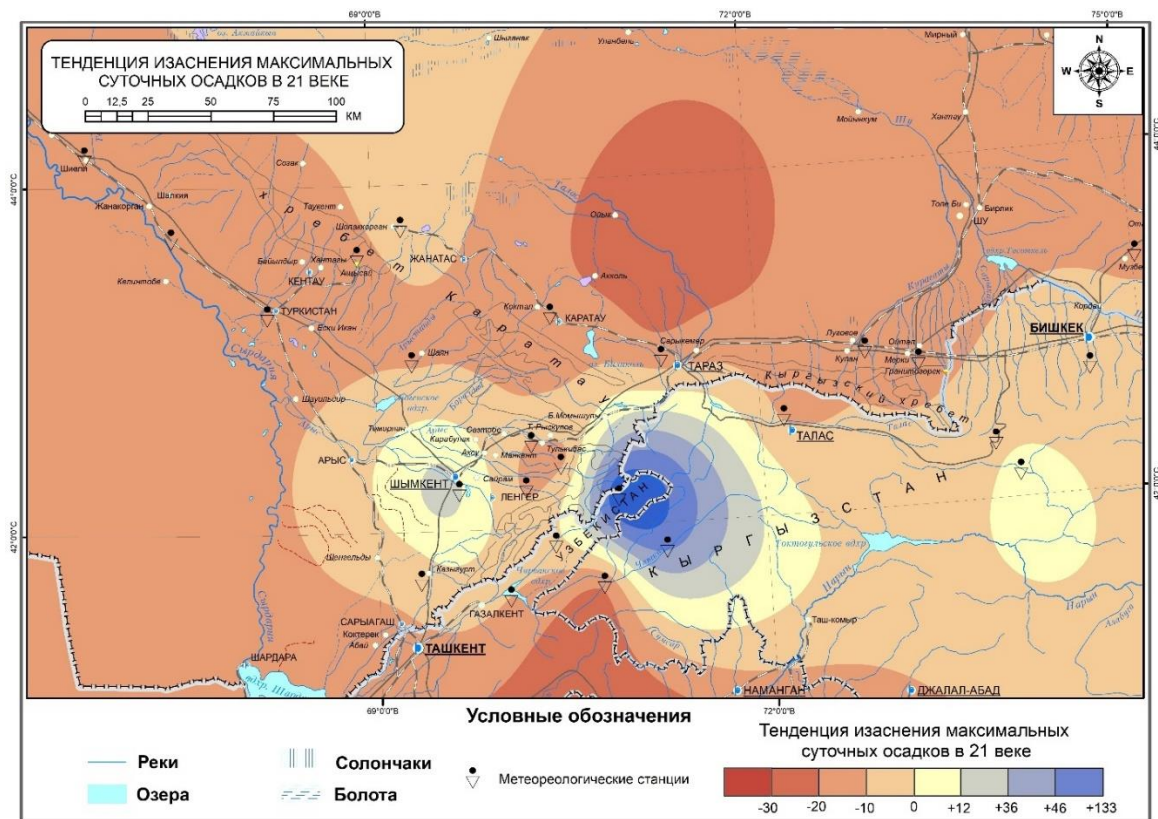
*Пространственное распределение факторов селеформирования*

Для оценки пространственного распределения факторов селеформирования были созданы картографические модели распределения температуры воздуха и количества осадков с применением GIS технологий. Была проведена интерполяция по методу Spline и построено поле пространственного изменения экстремальных осадков. На рисунках 2 и 3 показано распределение экстремальных селеформирующих осадков в XX веке и их тенденции изменения в XXI веке.



**Рисунок 2.** Пространственное распределение климатических норм экстремальных осадков в XX веке

Максимальные значения по данным наземных наблюдений приходятся на предгорные и среднегорные районы хребтов северо-западного и западного макро-склона хребтов Каратау, Огем и Таласского Алатау. Это близко к зонам зарождения селевых потоков на реках Сайрам, Огем, Бадам, Тамды, Терис, Келес. Однако высокогорная зона не охвачена наблюдениями и выводы делаются по результатам интерполяции. Северные склоны Киргизского Хребта – реки Талас, Мерке, Аспара обладают значительно меньшими суммами экстремальных осадков и более редкими случаями прохождения селевых потоков и паводков. Внутренние высокогорные районы Таласского и Киргизского хребтов на территории Кыргызстана закрыты от ведущих потоков атмосферной циркуляции, поэтому здесь наблюдаются сухие холодные высокогорные гляциально-нивальные районы с минимальной высотой снега и площадью оледенения. Тенденция увеличения сумм разовых максимальных осадков в XXI веке отмечается только на отдельных метеостанциях в центральной части горных хребтов. В предгорных районах на территории Казахстана отмечается отрицательная тенденция.



**Рисунок 3.** Пространственное распределение тенденций изменения экстремальных осадков в XXI веке

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных исследований были получены следующие результаты:

Суммы средних годовых и абсолютных максимальных осадков имеют четкое пространственное распределение. Максимум отмечается на макро-склонах, перекрывающих ведущие атмосферные потоки. Поэтому в бассейнах рек северного и северо-западного склона хребта Таласский Алатау и центральной части хребта Каратау селеопасные ливни и вызванные ими селевые потоки и наносоводные паводки отмечаются намного чаще. В хребте Киргизский Алатау, особенно во внутренних высокогорных районах экстремальные селеформирующие осадки редкость.

В сезонном ходе осадков отмечаются два максимума весной (март-май) и осенью (октябрь-ноябрь). Поэтому в конце зимы и начале весны в период начала снеготаяния складываются самые селеопасные условия. А сезон формирования селевых потоков и

наносоводных паводков смещен на более ранние месяцы по сравнению с соседним изученным хребтом Иле Алатау.

Выпадение разовых экстремальных сумм осадков – это случайный стохастический процесс, что затрудняет его изучение. В условиях меняющегося климата в XXI веке отмечается рост средней температуры воздуха на 0,4...1,9 °С в сравнении с нормами середины XX по представленным метеостанциям. Годовые суммы и абсолютные максимумы осадков не имеют выраженного тренда. Тенденции изменчивости обладают различными знаками от значительного роста (до 114 мм) до значительного падения (60 мм).

Построенная картографическая модель с использованием GIS-технологий позволяет наносить данные на топооснову и визуализировать в заданном масштабе. Это очень полезно при оценке опасных гидрологических явлений. Комплексная карта отображает географическое распределение зон зарождения селевых потоков и зон выпадения максимальных годовых и разовых сумм осадков.

Полученные результаты имеют важное прикладное значение: оценка селевой опасности горной территории, планирование рекреационной и хозяйственной деятельности, организация системы селевого мониторинга и раннего предупреждения. Основные потребители информации: РГП «Казгидромет», ГУ «Казселезащита», областные департаменты по чрезвычайным ситуациям и бассейновые управления Министерства водного хозяйства.

#### **ДОСТУПНОСТЬ ДАННЫХ**

Все полученные данные представлены в статье.

#### **ВКЛАД АВТОРОВ**

Все авторы внесли равный вклад в подготовку статьи.

#### **БЛАГОДАРНОСТЬ**

Авторы выражают благодарность сотрудникам РГП «Казгидромет» и ГУ «Казселезащита» ответственным за сбор и публикацию этих данных.

#### **ФИНАНСИРОВАНИЕ**

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по проекту грантового финансирования AP26198857 «Составить электронные карты селевой опасности и селевого риска на горные районы Южного Казахстана на основе ГИС-Технологий».

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Мусина А.К., Абдуллаева Ә.С. Иле Алатауының орталық бөлігіндегі өзен алаптарының сел қауіптілігін бағалау және зоналау // Гидрометеорология и экология. 2023. №4 (111). Б. 34-60. <https://doi.org/10.54668/2789-6323-2023-111-4-34-60>.
2. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. (2010). Под ред. Медеу А.Р. Алматы, 264 с.
3. Akhmetkal, R. Medeu, Nikolay, V. Popov, Viktor, P. Blagovechshenskiy, Maulken, A. Askarova, Alikhan, A. Medeu, Sandugash U. Ranova, Aidana Kamalbekova, Tobias Bolch. (2022). Moraine-dammed glacial lakes and threat of glacial debris flows in South-East Kazakhstan. *Earth-Science Reviews*, vol. 229, pp. 103999. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.103999>.
4. Medeu A.R., Blagoveshchenskiy V.P., Gulyayeva T.S. & Ranova S.U. (2019). Debris Flow Activity in Trans-III Alatau in the 20th - Early 21 th Centuries. *Geogr. Nat. Resour.* no 3, pp. 292-298. <https://doi.org/10.1134/S1875372819030120>.
5. Архив метеонаблюдений РГП "Казгидромет". [Электронный ресурс]. URL:[https://meteo.kazhydromet.kz/database\\_meteo/](https://meteo.kazhydromet.kz/database_meteo/). (дата обращения 05.03.2024).
6. Баймолдаев, Т.А., Касенов, М.К., Мусина, А.К., Раймбекова, Ж.Т. (2018). Пространственно-временной анализ распределения селевых явлений и пути предупреждения и снижения их разрушительных воздействий в горных и предгорных районах Казахстана. Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита, тр. 5-й междунар. конф., с. 262-270.
7. Баймолдаев, Т.А., Виноходов, В.Н. (2007). "Казселезащита" - оперативные меры до и после стихии. Алматы, 284 с.

8. Бекенов, К.А., Касенов, М.К. (2023). Селевая безопасность. 50 лет деятельности Казселезащиты: итоги, эффективность, перспективы. 1973-2023 гг. Алматы: Zialy баспасы, 208 с.
9. Veniamin, Perov., Sergey, Chernomorets., Olga, Budarina., Elena, Savernyuk., Tatiana, Leontyeva. (2017). Debris flow hazards for mountain regions of Russia: regional features and key events. *Natural Hazards*, vol. 88, pp. 199-235.
10. Виноградов, Ю.Б. (1977). Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки. - Ленинград: Гидрометеоиздат, с. 155.
11. Государственный климатический кадастр. [Электронный ресурс]. URL: [https://meteo.kazhydromet.kz/climate\\_kadastr/](https://meteo.kazhydromet.kz/climate_kadastr/) (дата обращения 13.02.2024 г.).
12. Dash, R.K., Falae, P.O., Kanungo, D.P. (2022). Debris flow susceptibility zonation using statistical models in parts of Northwest Indian Himalayas-implementation, validation, and comparative evaluation. *Nat. Hazards*, № 111, pp. 2011-2058.
13. Дементьев, В. С., Спиридонова, А. Р. (2025). Туристско-рекреационный потенциал Южного Казахстана. Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки, т. 18, № 2. с. 1-20.
14. Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. (2025). Proceedings of the 8th International Conference (Tbilisi, Georgia). Ed. by S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili, K.S. Viskhadzhieva. Moscow: Geomarketing LLC, 496 p.
15. Дуйсенов, Е.Д. (1971). Селевые потоки в Заилийском Алатау. Алма-Ата: Казахстан, 192 с.
16. Ежегодные обзоры стихийных гидрометеорологических явлений в Казахстане. [Электронный ресурс]. URL: <https://journal.kazhydromet.kz/index.php/kazgidro/search/index>. (дата обращения: 12.11.2025).
17. Информация о погоде по данным метеостанций. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rp5.ru>. (дата обращения: 12.11.2025).
18. Информация о погоде и климате архив Росгидромета. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history>. (дата обращения: 12.11.2025).
19. Hou, Jiangping, Zhou, Jun. (2023). Development characteristics and trend of Napa debris flow in lewang town, Wangmo County, Guizhou Province, *Geology of Yunnan*, 42(2), pp. 244-250.
20. Заппаров, М.Р. (2001). Гидрометеорологические условия формирования селевых явлений в Южно-Казахстанской области Республики Казахстан: Современные проблемы геоэкологии и созологии. Доклады Международной научно-практической конференции 22-23 января 2001 г. Алматы, с. 213-220.
21. Kapitsa, V., Shahgedanova, M., Kasatkin, N., Severskiy, I., Kasenov, M., Yegorov, A., Tatkova, M. (2023). Bathymetries of proglacial lakes: a new data set from the northern Tien Shan, Kazakhstan *Front. Earth Sci*, vol. 11:1192719, pp. 1-17. - <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1192719>.
22. Кавецкий, С.П., Раушенбах, И.О., Рыбкина, М.П. (1964). Казахстан. Сели в СССР и меры борьбы с ними, М.: Наука, с. 149-177.
23. Кочубей, К.А. (2024). Системная оценка селевой опасности с использованием гис-технологий на примере бассейнов рек Таласского Алатау // Научная конференция молодых ученых и аспирантов ИФЗ РАН: Тезисы докладов. Москва, ИФЗ РАН, 6-7 ноября 2024 г., М.: ИФЗ РАН, 71 с.
24. Киренская, Т.Л., Данилина, Н.А. (1989). О долгосрочных прогнозах селевых явлений ливневого происхождения. "Селевые потоки", сб.11, КазНИГМИ., с. 27-35.
25. Li, Caixia, Ma, Yu. (2019). Formation, mechanical characteristics and vulnerability of debris flow in Yaojiawan Gully, Wangmo County, Guizhou province. *Science, technology and engineering*, no 19 (24), pp. 62767.
26. Медеуов, А., Колотилин, Н.Ф., Керемкулов, В.А. (1993). Сели Казахстана, Алматы: Гылым, 160 с.
27. Медеу, А.Р., Баймолдаев, Т.А., Киренская, Т.Л. (2016). Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Антология селевых явлений и их исследования, Алматы, 576 с.
28. Медеуов, А.Р. (1981). О формировании селевых процессов в зоне Угамского хребта (северо-западные отроги Тянь-Шаня). Проблемы противоселевых мероприятий, Алма-Ата: Казахстан, с. 166-170.
29. Медеу, А.Р. (2011). Селевые явления Юго-Восточного Казахстана.: Основы управления. Алматы, т. 1. с. 46-49.
30. Научно-прикладной справочник по климату СССР. (1989). Под ред. Е.П. Борисенкова. Л.: Гидрометеоиздат, Сер. 3, многолетние данные, вып. 18, ч. 1-6, кн. 1, 2, 440 с.
31. Научно-прикладной справочник по климату СССР. (1989). Под ред. Е.П. Борисенкова. Л.: Гидрометеоиздат, Сер. 3, многолетние данные, вып. 32, ч. 1-6, кн. 1, 2, 376 с.
32. Научно-прикладной справочник по климату СССР. (1989). Под ред. Е.П. Борисенкова. Л.: Гидрометеоиздат, Сер. 3, многолетние данные, вып. 19, ч. 1-6, кн. 1, 2, 280 с.
33. Полякова, С.Е., Таланов, Е.А. (2016). Рекомендации по моделированию характеристик полей ливневых осадков для горных районов. Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита: Материалы IV междунар. конф. (Россия, г. Иркутск пос. Аршан (Республика Бурятия), 6-10 сентября 2016 г.), Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, с. 211-214.
34. Сальников, В., Турулина, Г., Полякова, С., & Петрова, Е. (2023). Изменение климата и его региональные проявления в Казахстане. *Гидрометеорология и экология*. № 2, с. 17-31. <https://journal.kazhydromet.kz/kazgidro/article/view/634>.
35. Степанов, Б.С. (2023). Вклад национальной гидрометеорологической службы республики Казахстан в селевую безопасность страны. *Гидрометеорология и экология*. № 4, с. 113-123. DOI: 10.54668/2789-6323-2023-111-4-113-123.
36. Справочник по климату Казахстана. (2004). Многолетние данные. РГП "Казгидромет", вып. 13, разделы 1-6, 295 с.

37. Степанов, Б.С., Яфязова, Р.К. (2023). Сверхкраткосрочный прогноз дождевых селей и формирование селей в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы 21 июля 2023 года // *Гидрометеорология и экология*, № 4, с. 16-24.
38. Степанов, Б.С.; и др. (2001). Механизмы, приводящие к формированию селей дождевого генезиса в высокогорной зоне Заилийского Алатау. *Гидрометеорология и экология*. Алматы, № 1-2, с. 74-81.
39. Toropov, P.A., Shestakova, A.A., Yarynich, J.I., Kutuzov, S.S. (2022). Simulation of orographic precipitation's component on the Mount Elbrus example Led i Sneg. Ice and Snow, 62 (4), pp. 485-503. [In Russian]. doi: 10.31857/S2076673422040146.
40. Толепбаева, А., Карагулова, Р., Есжанова, А., Танбаева, А., Радуснова, О., & Камалбекова, А. (2024). Использование данных космических снимков для актуализации векторной картографической основы тематических карт (на примере горных районов Иле и Жетысу Алатау). *Вестник КазНУ. Серия географическая*. 74(3), с. 36-50. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2024.v74.c3-04>.
41. Яфязова, Р.К. (2014). К концепции сверхкраткосрочного прогноза. *Гидрометеорология и экология*. № 4, с. 52-57.
42. Яфязова, Р.К. (2007). *Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации*. Алматы, 158 с.

## REFERENCES

1. Abdullayeva, A., & Musina, A. (2023). Assessment and zoning of mudflow hazard in river basins of the central part of Ile Alatau, *Hydrometeorology and ecology*, no. 4, pp. 34–60. <https://doi.org/10.54668/2789-6323-2023-111-4-34-60>.
2. Atlas prirodnih i tehnogennyh opasnostey i riskov Respubliki Kazakhstan. [Atlas of natural and man-made hazards and risks of emergency situations in the Republic of Kazakhstan]. (2010). Edited by Medeu A.R., Almaty, 264 p. [In Russian].
3. Akhmetkal, R. Medeu, Nikolay, V. Popov, Viktor, P. Blagovechshenskiy, Maulken, A. Askarova, Alikhan, A. Medeu, Sandugash, U. Ranova, Aidana, Kamalbekova, Tobias, Bolch. (2022). Moraine-dammed glacial lakes and threat of glacial debris flows in South-East Kazakhstan. *Earth-Science Reviews*, vol. 229, pp. 103999. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.103999>.
4. A.R. Medeu, V.P. Blagoveshchenskiy, T.S. Gulyayeva & S.U. Ranova. (2019). Debris Flow Activity in Trans-Ili Alatau in the 20th – Early 21st Centuries. *Geogr. Nat. Resour*, no. 40, pp. 292-298. <https://doi.org/10.1134/S1875372819030120>.
5. Archive of meteorological observations of RSE "Kazhydromet".(date of access 05.03.2024). [Electronic resource]. URL: [https://meteo.kazhydromet.kz/database\\_meteo/](https://meteo.kazhydromet.kz/database_meteo/)
6. Baimoldaev, T.A., Kasenov, M.K., Musina, A.K., Raimbekova, Zh.T. (2018). Prostranstveno vremennoy analis raspredeleniy selevyh yavleniy i puti preduprezdeniy ih razrusitelnyh vozdeistviy v gornih i predgornih raionah Kazahstana [Spatio-temporal analysis of the distribution of mudflow phenomena and ways to prevent and reduce their destructive impacts in the mountainous and foothill regions of Kazakhstan]. *Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashita* [Mudflows: disasters, risk, forecast, protection], proceedings of the 5th int. conf., pp. 262-270 [In Russian].
7. Baimoldayev, T.A., Vinokhodov, V.N. (2007). «Kazselezashchita» – operativnye mery do i posle stihii. [«Kazselezashchita» – operational measures before and after a disaster]. Almaty, 284 p. [In Russian].
8. Bekenov, K.A., Kasenov, M.K. (2023). Selevaya bezopasnost 50 let deyatelnosti Kazselezashchity: itogi, effektivnost, perspektivy. 1973-2023 gg. [Mudflow safety. 50 years of Kazselezashchita activity: results, effectiveness, prospects. 1973-2023]. Almaty: *Zialy bapcasy*, 208 p. [In Russian].
9. Veniamin Perov, Sergey Chernomorets, Olga Budarina, Elena Savernyuk. Tatiana Leontyeva. (2017). Debris flow hazards for mountain regions of Russia: regional features and key events. *Natural Hazards*, vol. 88, pp. 199–235.
10. Vinogradov, Yu.B. (1977). Glycialnye proryvnye pavodki i selevye potoki. [Glacial outburst floods and mudflows]. Leningrad, *Hydrometeorological Publishing House*, p. 155. [In Russian].
11. State Climate Cadastre. (date of access 13.02.2024). [Electronic resource]. URL: [https://meteo.kazhydromet.kz/climate\\_kadastr/](https://meteo.kazhydromet.kz/climate_kadastr/)
12. Dash, R.K., Falae, P.O., Kanungo, D.P. (2022). Debris flow susceptibility zonation using statistical models in parts of Northwest Indian Himalayas-implementation, validation, and comparative evaluation, *Nat. Hazards*, no. 111, pp. 2011–2058.
13. Dementyev, V.S., Spiridonova, A.R. (2025). Turistsko-rekreacionnyj potencial Yuzhnogo Kazahstana [Tourism and recreational potential of Southern Kazakhstan]. *Bulletin of Pskov State University, Series: Natural and Physical-Mathematical Sciences*, vol. 18, no. 2, pp. 1–20 [In Russian].
14. Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. (2025). Proceedings of the 8th International Conference (Tbilisi, Georgia). – Ed. by S.S. Chernomorets, G.V. Gavardashvili, K.S. Viskhadzhieva. Moscow: *Geomarketing LLC*, 496 p.
15. Duisenov, E.D. (1971). Selevye potoki v Zailijskom Alatau [Mudflows in the Trans-Ili Alatau]. Alma-Ata, Kazakhstan, 192 p. [In Russian].
16. Ezhegodnye obzory stihijnyh gidrometeorologicheskikh yavlenij v Kazahstane [Weather information from meteorological stations]. (date accessed: 12.11.2025). [Electronic resource]. URL: <http://www.rp5.ru> [In Russian]
17. Weather and climate information from the Roshydromet archive. (date accessed: 12.11.2025). [Electronic resource]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history> [In Russian]

18. Informaciya o pogode i klimate arhiv Rosgidrometa [Annual reviews of natural hydrometeorological phenomena in Kazakhstan]. URL: <https://journal.kazhydromet.kz/index.php/kazgidro/search/index> [In Russian]
19. Hou, Jiangping, Zhou, Jun. (2023). Development characteristics and trend of Napa debris flow in Lewang town, Wangmo County, Guizhou Province, *Geology of Yunnan*, 42 (2), pp. 244-250.
20. Zapparov, M.R. (2001). Gidrometeorologicheskie usloviya formirovaniya selevyh yavlenij v YUzhno-Kazahstanskoj oblasti Respubliki Kazahstan: Sovremennye problemy geokologii i sozologii. [Hydrometeorological conditions for the formation of mudflow phenomena in the South Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan Modern problems of geocology and zoology. Reports of the International Scientific and Practical Conference, January 22-23, 2001]. Almaty, pp. 213-220 [In Russian].
21. Kapitsa, V., Shahgedanova, M., Kasatkin, N., Severskiy, I., Kasenov, M., Yegorov, A., Tatkovala, M. (2023). Bathymetries of proglacial lakes: a new data set from the northern Tien Shan, Kazakhstan, *Front. Earth Sci.* vol. 11:1192719., pp. 1-17, <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1192719>.
22. Kavetsky, S.P., Rauschenbach, I.O., Rybkina, M.P. (1964). Kazakhstan. Seli v SSSR i mery borby s nimi [Mudflows in the USSR and measures to combat them]. M.: *Nauka*, pp. 149-177 [In Russian].
23. Kochubey, K.A. (2024). Sistemnaya ocenka selevoj opasnosti s ispol'zovaniem gis-tekhnologij na primere bassejnov rek Talasskogo Alatau. Nauchnaya konferenciya molodyh uchenyh i aspirantov IFZ RAN: Tezisy dokladov [Systematic assessment of mudflow hazard using GIS technologies: the example of the Talas Alatau river basins. Scientific conference of young scientists and postgraduate students of the IPE RAS: Abstracts of reports]. Moscow, IPE RAS, November 6-7, 2024, M.: IPE RAS, 71 p. [In Russian].
24. Kirenskaya, T.L., Danilina, N.A. (1989). O dolgosrochnyh prognozah selevyh yavlenij livnevnogo proiskhozhdeniya «Selevye potoki» [On long-term forecasts of mudflow phenomena of rainfall origin «Mudflows»]. Collection of articles no. 11, KazNIGMI., pp. 27-35 [In Russian].
25. Li, Caixia, Ma, Yu. (2019). Formation, mechanical characteristics and vulnerability of debris flow in Yaojiawan Gully, Wangmo County, Guizhou province. *Science, technology and engineering*. no. 19(24), pp. 62-67.
26. Medeuov, A., Kolotilin, N.F., Keremkulov, V.A. (1993). Seli Kazahstana [Mudflows of Kazakhstan]. Almaty, Gylym, 160 p. [In Russian].
27. Medeu, A.R., Baimoldayev, T.A., Kirenskaya, T.L., (2016). Selevye yavleniya Yugo-Vostochnogo Kazahstana: Antologiya selevyh yavlenij i ih issledovaniya, [Mudflow Phenomena of South-Eastern Kazakhstan: Anthology of Mudflow Phenomena and Their Research]. Almaty, 576 p. [In Russian].
28. Medeuov, A.R. (1981). O formirovanii selevyh processov v zone Ugamskogo hrebta (severo-zapadnye otrogi Tyan-Shanya. Problemy protivoselevyh meropriyatij, [On the Formation of Mudflow Processes in the Ugam Range Zone (Northwestern Spurs of the Tien Shan // Problems of Anti-Mudflow Measures]. Alma-Ata, Kazakhstan, pp. 166-170 [In Russian].
29. Medeu, A.R. (2011). Selevye yavleniya Yugo-Vostochnogo Kazahstana.: Osnovy upravleniya. [Mudflow Phenomena of South-Eastern Kazakhstan: Fundamentals of Management]. Almaty, vol. 1, pp. 46-49 [In Russian].
30. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. [Scientific and applied handbook on the climate of the USSR]. Ed. E.P. Borisenkov, (1989). L., *Gidrometeoizdat*, Series 3, Long-term data, Issue 18, Parts 1-6, Book 1, 2, 440 p. [In Russian].
31. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. [Scientific and applied handbook on the climate of the USSR]. Ed. E.P. Borisenkov. 1989. L., *Gidrometeoizdat*, Series 3, Long-term data, Issue 32, Parts 1-6, Book 1, 2, 376 p. [In Russian].
32. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. [Scientific and applied handbook on the climate of the USSR]. Ed. E.P. Borisenkov. (1989). L., *Gidrometeoizdat*, Series 3, Long-term data, Issue 19, Part 1-6, Book 1, 2, 280 p. [In Russian].
33. Polyakova, S. E., Talanov, E.A. (2016). Rekomendacii po modelirovaniyu harakteristik polej livnevnyh osadkov dlya gornyh rajonov. Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita: Materialy IV mezhdunar. konf. [Recommendations for modeling the characteristics of rainfall fields for mountainous areas. Mudflows: disasters, risk, forecast, protection: Proceedings of the IV int. conf.]. (Russia, Irkutsk - Arshan village (Republic of Buryatia), September 6-10, 2016), Irkutsk, Publishing house of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, pp. 211-214 [In Russian].
34. Salnikov, V., Turulina, G., Polyakova, S., & Petrova, E. (2023). Izmenenie klimata i ego regional'nye proyavleniya v Kazahstane [Climate change and its regional manifestations in Kazakhstan]. *Hydrometeorology and ecology*, no. 2, pp. 17-31. <https://journal.kazhydromet.kz/kazgidro/article/view/634> [In Russian].
35. Stepanov, B.S. (2023). Vklad nacionalnoj gidrometeorologicheskoy sluzhby respubliki Kazahstan v selevuyu bezopasnost' strany [Contribution of the National Hydrometeorological Service of the Republic of Kazakhstan to Mudflow Safety of the Country]. *Hydrometeorology and ecology*, no. 4, pp. 113-123. DOI: 10.54668/2789-6323-2023-111-4-113-123. [In Russian].
36. Spravochnik po klimatu Kazahstana [Handbook of Kazakhstan Climate]. (2004). Long-Term Data, RSE «Kazhydromet», Issue 13, Sections 1-6, 295 p. [In Russian].
37. Stepanov, B.S., Yafyazova, R.K. (2023). Sverhkratkosrochnyj prognoz dozhdevykh selej i formirovanie selej v bassejnah rek Kishi i Ulken Almaty 21 iyulya 2023 goda [Ultra-short-term forecast of rain mudflows and mudflow formation in the Kishi and Ulken river basins of Almaty on July 21, 2023]. *Hydrometeorology and ecology*, no. 4, pp. 16-24 [In Russian].

38. Stepanov, B.S.; et al. (2001). Mekhanizmy, privodyashchie k formirovaniyu selej dozhdevogo genezisa v vysokogornoj zone Zailijskogo Alatau. [Mechanisms leading to the formation of rain-induced mudflows in the high-mountain zone of the Trans-Ili Alatau]. *Hydrometeorology and ecology*, Almaty, no. 1-2, pp. 74–81 [In Russian].
39. Toropov, P.A., Shestakova, A.A., Yarynich, J.I., Kutuzov, S.S. (2022). Simulation of orographic precipitation's component on the Mount Elbrus example Led i Sneg, Ice and Snow, 62 (4), pp. 485–503 [In Russian]. doi: 10.31857/S2076673422040146.
40. Tolepbaeva, A., Karagulova, R., Eszhanova, A., Tanbaeva, A., Radosnova, O., & Kamalbekova, A. (2024). Ispolzovanie dannyh kosmicheskikh snimkov dlya aktualizacii vektornoj kartograficheskoj osnovy tematiceskikh kart (na primere gornyh rajonov Ile i Zhetysu Alatau) [Using space imagery data to update the vector cartographic basis of thematic maps (on the example of the mountainous regions of Ile and Zhetysu Alatau)]. *Bulletin of KazNU, Geographical series*, 74(3), pp. 36–50. [In Russian]. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2024.v74.c3-04>.
41. Yafyazova, R.K. (2014). K koncepcii sverhkratkosrochnogo prognoza [On the Concept of Ultra-Short-Term Forecasting]. *Hydrometeorology and ecology*, no. 4, pp. 52–57 [In Russian].
42. Yafyazova, R.K. (2007). Priroda selej Zailijskogo Alatau. Problemy adaptacii. [The Nature of Mudflows in the Trans-Ili Alatau. Adaptation Problems]. Almaty, 158 p. [In Russian].

## ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ТАУЛАРЫНДАҒЫ СЕЛ ПАЙДА БОЛУЫНЫҢ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНЫҢ КЕҢІСТІКТІК УАҚЫТТЫҚ ТАРАЛУЫ

Виталий В. Жданов<sup>1</sup> т.ғ.к., Мәулен М. Тоғыс<sup>1,2\*</sup>, Виктор П. Благовещенский<sup>1</sup> г.ғ.д., Сандугаш У. Ранова<sup>1</sup> г.ғ.к., Айдана Н. Камалбекова<sup>1,2</sup>, Еркебулан Е. Халыков<sup>1</sup> PhD, Ұлжан Р. Алдаберген<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан, [zhdanovvitaliy@yandex.kz](mailto:zhdanovvitaliy@yandex.kz), [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru), [victor.blagov@mail.ru](mailto:victor.blagov@mail.ru), [sandu2004@mail.ru](mailto:sandu2004@mail.ru), [aidana.kamalbekova@gmail.com](mailto:aidana.kamalbekova@gmail.com), [e.halykov@mail.ru](mailto:e.halykov@mail.ru), [aldabergen\\_u@mail.ru](mailto:aldabergen_u@mail.ru)

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru), [aidana.kamalbekova@gmail.com](mailto:aidana.kamalbekova@gmail.com), [aldabergen\\_u@mail.ru](mailto:aldabergen_u@mail.ru)

\*Автор корреспондент: Мәулен М. Тоғыс, [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru)

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Сел қаупі, сел тәуекелі, селдің пайда болу факторлары, экстремалды жауын-шашын, ГАЖ картасын жасау, метеорологиялық мұрағат, Оңтүстік Қазақстан

### Мақала жайында:

Жіберілді: 13.01.2026  
Қайта қаралды: 10.03.2026  
Қабылданды: 22.06.2026  
Жарияланды: 01.07.2026

### АБСТРАКТ

Оңтүстік Қазақстан тауларында сел мен шөгінді тасқындар үнемі табиғи ортаға айтарлықтай зиян келтіреді. Олар көптеген: Сайрам, Бадам, Теріс, Келес, Өгем, Балдыберек және Тамды өзендер бассейндеріндегі шаруашылық нысандарына әсер етеді. Өткенші ағындар екі түрге бөлінді нөсер және еріген қар суы. Бұл аймақты зерттеудің өзектілігі аз зерттелуімен және қол жетімді басылымдардағы мақалалардың санының аздығымен байланысты. Климаттың өзгеруі жағдайында метеофакторларды талдау үнемі жаңартуды қажет етеді. Зерттеудің мақсаты - селдің пайда болуының климаттық жағдайларын және олардың ХХІ-ғасырдағы үрдістерін бағалау. Жауын-шашынның экстремалды мөлшерінің таралуы атмосферадағы жетекші ағындарға қатысты тау жоталарының орналасуымен байланысты екені анықталды. Экстремалды сел қаупі бар жауын-шашын Талас және Қырғыз Алатауы мен Қаратау жотасының орталық бөліктерінде тіркеледі. Дәл осы жерде негізгі сел ошақтары орналасқан. Биіктікке қарай бір реттік жауын-шашын мөлшерінің артуы байқалады. ХХ ғасырдағы орташа ауа температурасы мен жылдық жауын-шашын мөлшерінің ХХ ғасырдағы нормалармен салыстырғанда артқаны анықталды. Алайда, ауа температурасы мен күнделікті жауын-шашынның өзгергіштік тенденциясы байқалмайды. Бұл сел пайда болу жағдайларының дамуының кездейсоқ стохастикалық сипатын көрсетеді. Оңтүстік Қазақстан тауларындағы сел қаупі мен сел тәуекелінің кешенді ГАЖ карталарын құрудағы маңызды қадам болып табылатын климаттық карталар жасалды.

# SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF METEOROLOGICAL CONDITIONS OF DEBRIS FLOW FORMATION IN THE MOUNTAINS OF SOUTHERN KAZAKHSTAN

Vitaliy Zhdanov<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Maulen Togys<sup>1,2\*</sup>, Victor Blagoveshchensky<sup>1</sup> Doctor of Geographical Sciences, Sandugash Ranova<sup>1</sup> Candidate of Geographical Sciences, Aidana Kamalbekova<sup>1,2</sup>, Erkebulan Khalykov<sup>1</sup> PhD, Ulzhan Aldabergen<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan, [zhdanovvitaliy@yandex.kz](mailto:zhdanovvitaliy@yandex.kz), [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru), [victor.blagov@mail.ru](mailto:victor.blagov@mail.ru), [sandu2004@mail.ru](mailto:sandu2004@mail.ru), [aidana.kamalbekova@gmail.com](mailto:aidana.kamalbekova@gmail.com), [e.halykov@mail.ru](mailto:e.halykov@mail.ru), [aldabergen\\_u@mail.ru](mailto:aldabergen_u@mail.ru)

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru), [aidana.kamalbekova@gmail.com](mailto:aidana.kamalbekova@gmail.com), [aldabergen\\_u@mail.ru](mailto:aldabergen_u@mail.ru)

\*Corresponding author: Maulen Togys. [maulenmm@mail.ru](mailto:maulenmm@mail.ru)

---

## KEY WORDS

GIS mapping, meteorological archive, debris flow danger, debris flow risk, debris flow-forming factors, extreme precipitation, Southern Kazakhstan.

### About article:

Received: 13.01.2026

Revised: 10.03.2026

Accepted: 22.03.2026

Published: 01.07.2026

---

## ABSTRACT

Debris flows and sediment floods in the mountains of Southern Kazakhstan regularly cause significant damage. They impact economic facilities in the basins of many rivers: the Sairam, Badam, Teris, Keles, Ugam, Baldybrek, and Tamdy. The flows that occurred were classified as rain and showers. The relevance of studying this region is due to the paucity of research and the small number of available publications. In the context of climate change, the analysis of meteorological factors requires regular updating. The aim of this research is to assess the climatic conditions of mudflow formation and their trends in the XXst century. It was determined that the distribution of extreme precipitation events is related to the location of mountain ranges relative to the leading atmospheric flows. Extreme debris flow-prone precipitation events are recorded in the central parts of the Talas and Kyrgyz Alatau mountains and the Karatau range. This is where the main debris flow centers are located. An increase in the amount of one-time precipitation with altitude is noted. An increase in average air temperature and annual precipitation in the XXIst century compared to XXth-century norms is noted. However, there is no trend in variability in extreme air temperatures and daily precipitation. This suggests a random, stochastic nature to the development of debris flow-forming conditions. Climate maps were created, which are an important step in the development of comprehensive GIS maps of debris flow danger and debris flow risk in the mountains of Southern Kazakhstan.

---

**Примечание издателя:** заявления, мнения и данные во всех публикациях принадлежат только автору (авторам), а не журналу "Гидрометеорология и экология" и/или редактору (редакторам).