

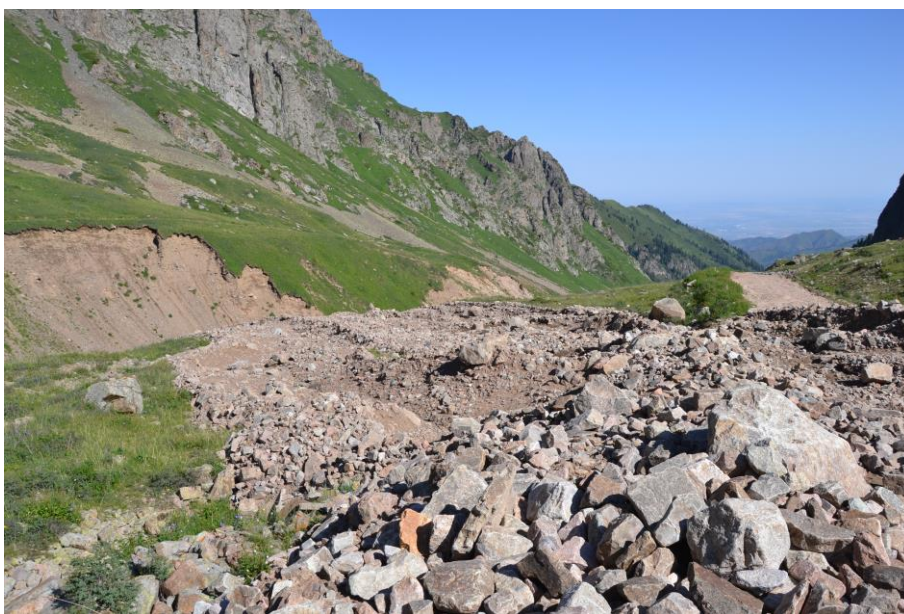


МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«КАЗГИДРОМЕТ»

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР

**ЕЖЕГОДНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
МОНИТОРИНГА СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ
ДОЖДЕВОГО ГЕНЕЗИСА ПО ГОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЗА 2023 ГОД**



Алматы, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МАНГЫСТАУСКАЯ ОБЛАСТЬ.....	8
2. ТУРКЕСТАНСКАЯ И ЖАМБЫЛСКАЯ ОБЛАСТИ.....	11
3. АЛМАТИНСКАЯ ОБЛАСТЬ.....	18
4. ОБЛАСТЬ ЖЕТЫСУ.....	33
5. ОБЛАСТЬ АБАЙ.....	38
6. ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКАЯ ОБЛАСТЬ.....	41
ВЫВОДЫ.....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	49

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

РГП – Республиканское государственное предприятие

ДГП – Дочернее государственное предприятие

НИЦ – Научно-исследовательский центр

ВМО – Всемирная метеорологическая организация

МЭГПР РК – Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан

МЧС РК – Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан

УЧС – Управление по чрезвычайным ситуациям

КазНИИМОСК – Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

ГУ – Государственное учреждение

МС – Метеорологическая станция

АМС – Автоматическая метеорологическая станция

АС – Аэрологическая станция

ГП – Гидрологический пост

WRF – Weather Research and Forecasting

ВВЕДЕНИЕ

Республика Казахстан занимает территорию, площадь которой составляет 2 724 902 км². На долю гор и предгорий, где в основном сели формируются и наносят ущерб, приходится около 13 % территории. Территория предгорий, по своим природным особенностям, относится к наиболее пригодной для постоянного проживания, поэтому плотность населения относительно высокая, здесь проживает более 1/3 населения страны.

Деятельность по ведению метеорологического и гидрологического мониторинга, и мониторинга состояния окружающей среды с использованием государственной наблюдательной сети, относится к государственной монополии и осуществляется Национальной гидрометеорологической службой – юридическим лицом, созданным по решению Правительства Республики Казахстан в организационно-правовой форме республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения (Экологический кодекс Республики Казахстан, 2021).

Согласно Экологического кодекса Республики Казахстан, выдача штормовых предупреждений о возможности и факте возникновения опасных и стихийных гидрометеорологических явлений возложена на Национальную гидрометеорологическую службу Казахстана (Экологический кодекс Республики Казахстан, 2021).

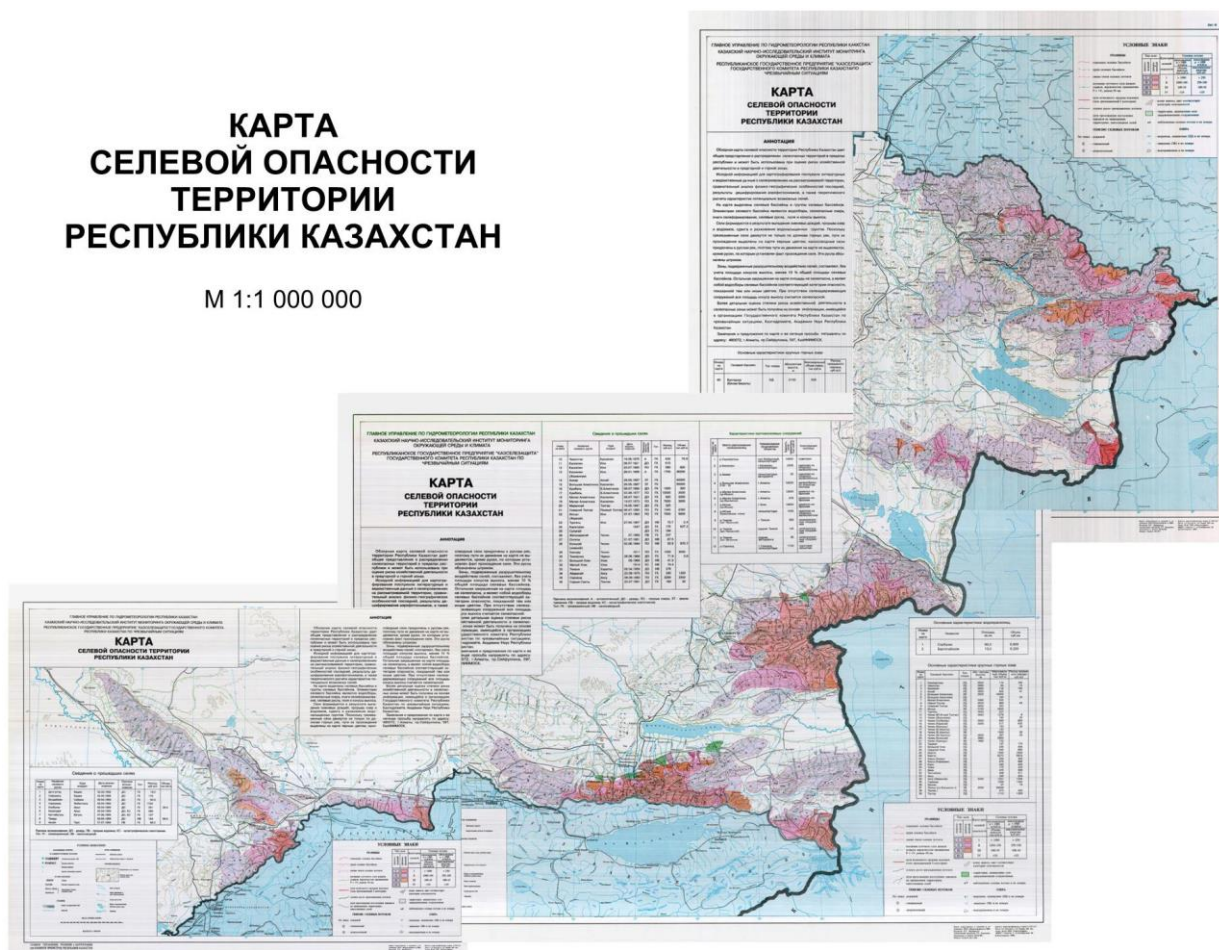
В 2023 г. Управление исследования селевых процессов и прогнозирования селей РГП «Казгидромет» в селеопасный период (май-сентябрь) осуществляло выпуск ежедневного бюллетеня селевой опасности дождевого генезиса для селеопасных районов Мангыстауской, Туркестанской, Жамбылской, Алматинской, Жетысу, Абай и Восточно-Казахстанской областей. В селеопасные районы входят: горы Мангыстау, Угамский хребет, Таласский, Киргизский, Иле, Кунгей, Терискей, Жетысу Алатау, Тарбагатай, Саур и Казахстанский Алтай (рисунок 1).

За селеопасный период 2023 г. было выпущено 104 ежедневных бюллетеней селевой опасности дождевого генезиса, 24 сверхкраткосрочных прогноза селевой опасности дождевого генезиса для бассейнов рек Киши Алматы и Улкен Алматы из них на основе 2-х прогнозов было дано 2 штормовых предупреждения, в 22-х случаях количество осадков не достигло критериального значения, селеформирование не состоялось. Государственные органы управления и население Республики Казахстан информировались о селевой опасности дождевого генезиса.

Для составления консультаций и прогнозов селевой опасности дождевого генезиса использовались синоптический прогноз осадков и температуры воздуха (дополнительно численный прогноз погоды по модели WRF), высотное положение сезонной снеговой линии, нулевой изотермы, увлажненность грунта. Полноценная информация о селеформирующих факторах имела только для центральной части северного склона Иле Алатау, селевая опасность других районов оценивалась исходя из принципа аналогии формирования явления и анализа исторических данных о селевой активности горных хребтов. Скудность информации объясняется недостатком метеорологических станций в среднегорной и высокогорной зонах селеопасных районов Казахстана.

КАРТА СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

М 1:1 000 000



* Карта разработана РГП "Казгидромет" по заказу ГУ "Казселезащита"

Рис. 1. Карта селевой опасности территории Республики Казахстан.

В соответствии с Наставлением по службе прогнозов погоды, под «сильные осадки» понимается слой осадков 15–29 мм, «очень сильные осадки» – слой осадков ≥ 30 мм (Наставление, 2005).

Наибольшее количество синоптических прогнозов «сильные осадки» за селеопасный период было дано для селеопасных районов Алматинской области (Иле Алатау). На втором месте селеопасные районы области Жетысу. На третьем месте селеопасные районы Жамбылской (Киргизский, Таласский Алатау) и Восточно-Казахстанской областей. Внутри селеопасного периода наибольшее количество прогнозов «сильные осадки» пришлось на август (таблица 1).

Таблица 1 – Количество прогнозов «сильный дождь» в селеопасных районах за селеопасный период 2023 г.

Области	Селеопасные районы	Количество прогнозов «сильный дождь»					
		май	июнь	июль	август	сентябрь	всего
Алматинская	Иле Алатау	4	1	5	7	6	23
	Кунгей Алатау	6	1	4	6	5	22
	Терискей Алатау	5	1	4	6	4	20
Жетысу	Жетысу Алатау	3	2	3	8	4	20
Жамбылская	Киргизский Алатау	3	-	3	4	4	14
	Таласский Алатау (Жамбылский)	3	-	3	4	4	14
Туркестанская	Таласский Алатау (Туркестанский)	3	-	-	4	-	7
	Угамский хребет	3	-	-	4	-	7
Мангыстауская	горы Мангистау	3	-	1	1	2	7
Абай	Тарбагатай	1	2	1	4	-	8
Восточно-Казахстанская	Саур	-	1	1	-	-	2
	Казахстанский Алтай	1	3	2	4	4	14

В ходе мониторинга селевой опасности дождевого генезиса по горной территории Республики Казахстан использовались:

синоптические прогнозы погоды по горной территории Республики Казахстан, предоставляемые Гидрометцентром РГП «Казгидромет»;

текущая синоптическая ситуация в пределах краткосрочного прогноза погоды по горной территории Республики Казахстан, предоставляемая Гидрометцентром РГП «Казгидромет»;

численные прогнозы погоды по модели WRF с заблаговременностью от 24 до 168 часов, предоставляемые Департаментом информационных технологий РГП «Казгидромет»;

гидрометеорологическая информация с АМС, МС и ГП государственной наблюдательной сети РГП «Казгидромет» в оперативном режиме;

наряду с оперативной информацией использовались метеорологическая и гидрологическая базы данных РГП «Казгидромет»;

данные АС «Алматы» и АС «Тараз» РГП «Казгидромет» в оперативном режиме;

данные о высоте снега, предоставляемые Гидрометцентром РГП «Казгидромет» в оперативном режиме;

данные снеголавинных станций РГП «Казгидромет» в оперативном режиме;

сведения о снежном покрове в горной местности, по данным снегосъемок, предоставляемые снегомерными партиями РГП «Казгидромет»;

данные мониторинга суточной динамики снежного покрова, получаемые с помощью инструмента MODSNOW, предоставляемые Научно-исследовательским центром РГП «Казгидромет»;

спутниковые снимки, полученные со спутников Landsat 8, 9 и Sentinel-2A;

данные о предварительном увлажнении грунта, рассчитанные по модели Литовченко-КазНИИМОСК (Отчет, 2000);

информация о селепроявлениях, предоставляемая ГУ «Казселезащита» согласно Совместного Приказа Министра МЧС РК от 19.01.2021 года №17 и Министра МЭГПР РК от 27.01.2021 года №16-П «По взаимному обмену информацией гидрометеорологического обеспечения» (Совместный Приказ, 2021);

метод краткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для северного склона Заилийского Алатау, разработанный ДГП «КазНИИМОСК» РГП «Казгидромет» в 2000 г.;

метод сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши Алматы и Улкен Алматы (метод Степанова-Яфязовой), разработанный РГП «Казгидромет» в 2010 г.

Ежегодный бюллетень мониторинга селевой опасности дождевого генезиса по горной территории Республики Казахстан содержит информацию о метеорологических условиях и аномальности текущего климата в горах в селеопасный период, а также сведения о селепроявлениях. Для описания аномальности текущего климата в горах в селеопасный период использовались ежемесячные бюллетени аномалий среднемесячной температуры воздуха и месячного количества атмосферных осадков на территории Казахстана, предоставляемые Управлением климатических исследований НИЦ РГП «Казгидромет».

В 2023 г. селепроявления отмечались в Мангыстауской и Алматинской областях (Яфязова Р.К., 2024). В ежегодном бюллетене приведена информация о селепроявлениях в бассейнах рек Киши Алматы и Улкен Алматы, обследованных и описанных сотрудниками Управления исследования селевых процессов и прогнозирования селей НИЦ РГП «Казгидромет» (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2023).

Информация об условиях формирования селей служит научной основой для оценки воздействия изменения климата на условия селеформирования, разработки адаптационных мер и устойчивого развития территории Казахстана, подверженной селевой опасности. Ежегодный бюллетень предназначен для органов государственного управления и специалистов, чья деятельность связана с горной территорией.

Бюллетень подготовлен сотрудниками Управления исследования селевых процессов и прогнозирования селей НИЦ РГП «Казгидромет». Подготовка Бюллетеня осуществлялась начальником управления д.т.н. Р.К. Яфязовой и сотрудниками управления д.г.н. Б.С. Степановым и С.А. Буралхиевым.

На обложке бюллетеня: *фотоснимок отложений селя 2023 г. в верховьях реки Киши Алматы. Фото В.П. Мишенина – наблюдателя МС Мынжылки.*

1. МАНГЫСТАУСКАЯ ОБЛАСТЬ

В **Мангыстауской области** на полуострове Мангышлак находится селеопасный район: горы Мангыстау – невысокие горные хребты, которые протянулись с северо-запада на юго-восток (рисунок 1.1). Их длина составляет около 110 км, ширина – около 12 км. Наивысшая вершина гор Мангыстау – гора Бешоки (556 м). Склоны гор изрезаны глубокими саями, постоянно действующих водотоков нет.



*Рис. 1.1. Горы Мангыстау.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.*

В горах Мангыстау среднее многолетнее годовое количество осадков не превышает 180 мм (МС Туштыбек). В селеопасный период (с мая по сентябрь) выпадает менее 42 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май (около 40 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в горах Мангыстау, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае осадков выпало около нормы (108 % нормы). Среднемесячная температура воздуха в мае была также около нормы.

В июне было сухо, выпало осадков менее 20 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в июне была выше нормы на 1 °С.

В июле осадков выпало около 43 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в июле была около нормы.

В августе осадков выпало около 49 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в августе была выше нормы на 0,9 °С.

В сентябре осадков выпало около нормы (103 % нормы). Среднемесячная температура воздуха в сентябре была ниже нормы на 0,2 °С.

Из-за недостатка метеорологических станций, о метеорологической ситуации в горах Мангыстау приходится судить по данным МС Туштыбек, расположенной на высоте

238,4 м. В селеопасный период на МС Тущыбек наблюдались осадки, не приводящие к селеформированию (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Сумма осадков за месяц, мм	31,8	2	5,3	4	8
Среднемесячная температура воздуха, °С	19,9	25,7	27,9	27,3	19,5

По данным метеорологической станции, в селеопасном периоде «сильные осадки» не наблюдались (рисунок 1.2). Среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение всего селеопасного периода. Минимальная среднесуточная температура воздуха (11,3 °С) наблюдалась 4 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (34,9 °С) наблюдалась 8 июля. Продолжительность среднесуточной температуры воздуха выше 10 °С составила 153 суток (рисунок 1.3).

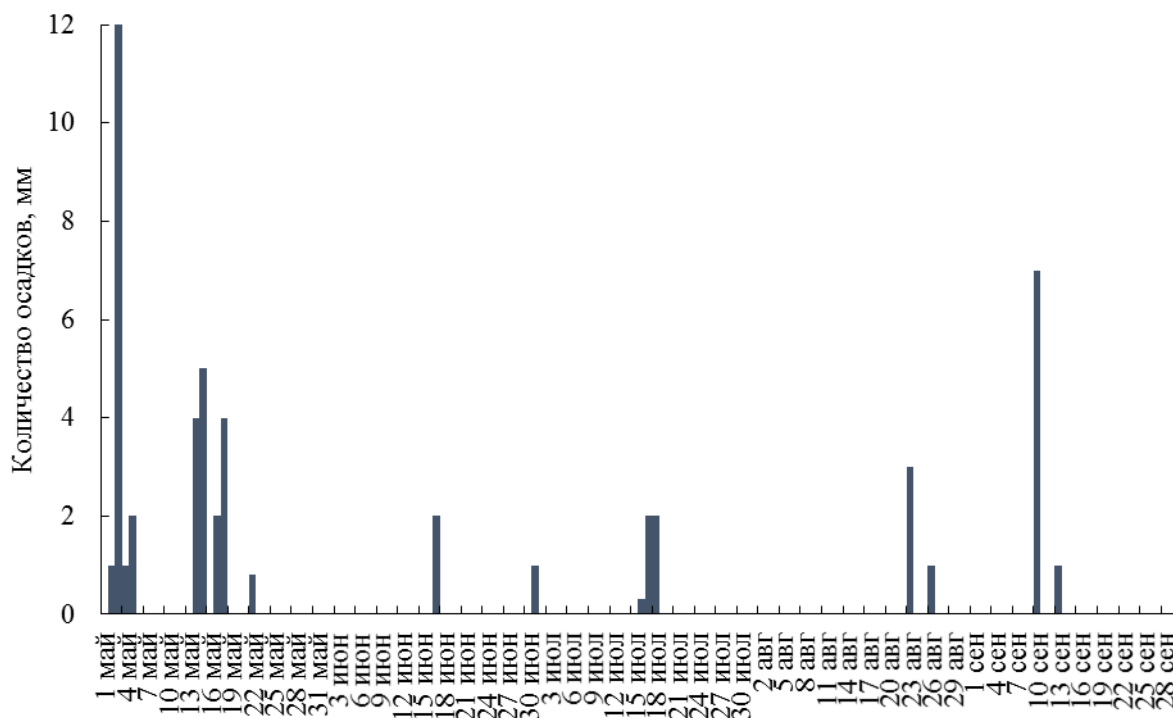


Рис. 1.2. Осадки по МС Тущыбек за селеопасный период.

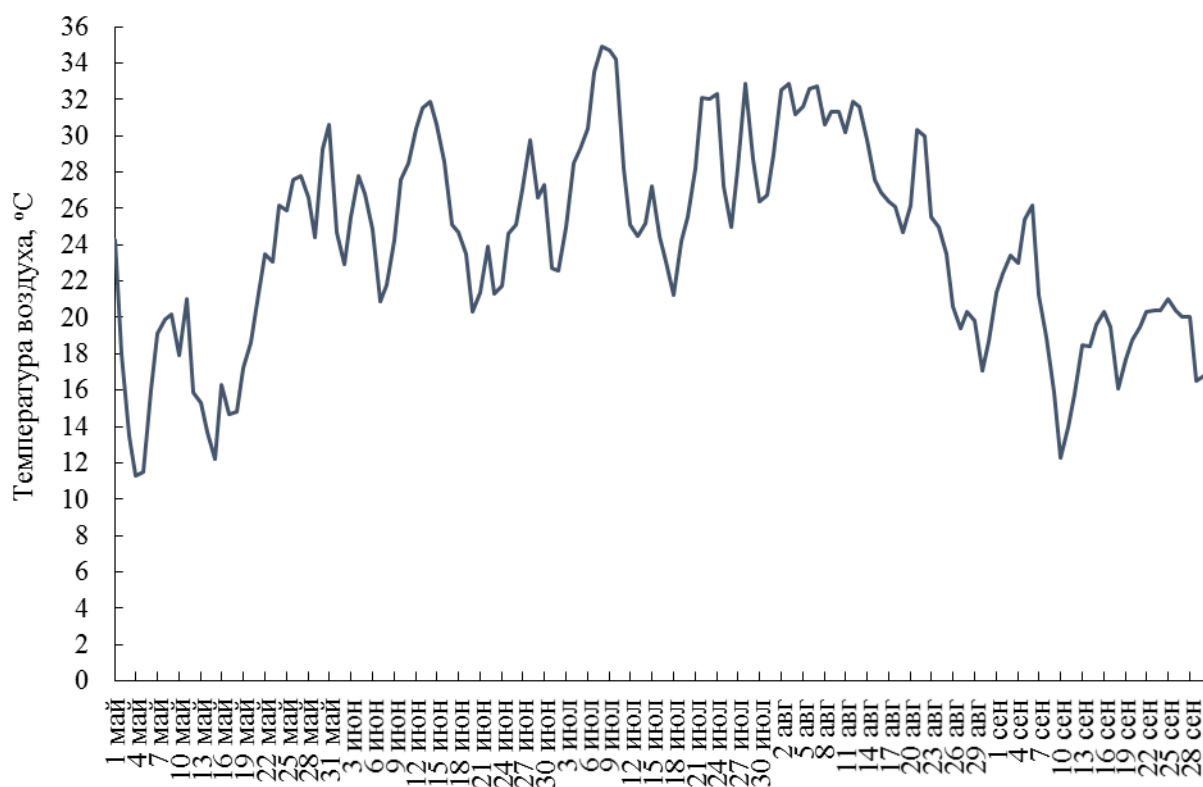


Рис. 1.3. Среднесуточная температура воздуха по МС Тушыбек за селеопасный период.



Рис. 1.4. Локальное выпадение осадков в районе подземной мечети Бекет-ата. Автор фото неизвестен.

17–18 июля в Каракиянском районе на территории подземной мечети Бекет-ата и в селе Таучик Тупкараганского района сошел сель дождевого генезиса. Из-за относительно редкой метеорологической сети в этом районе количество выпадавших осадков не известно.

Сель произошел на расстоянии около 180 км от МС Тушыбек. Дата селя приходится на период, когда средняя месячная температура воздуха на МС Тушыбек имела значение 27,9 °C. В этот же период максимальная температура воздуха составляла 34,9 °C, минимальная – 21,2 °C. В день формирования селя средняя температура воздуха составляла около 22 °C. Количество осадков, по данным МС Тушыбек, составило 2 мм

Геолого-геоморфологические условия территории, где формировался сель, малоизвестны. Однако из фотоснимка (рисунок 1.4) следует, что водосбор происходит на крутых склонах, легко поддающихся водной эрозии. Судя по фотоснимку, сильный дождь выпал на локальной территории, прогноз которого трудноосуществим.

По данным УЧС г. Жанаозен, в результате сильного 10-минутного ливневого дождя вода, стекающая с горы, превратившаяся в грязевой поток, смыла некоторые пешеходные переходы, на месте происшествия пострадавших нет.

2. ТУРКЕСТАНСКАЯ И ЖАМБЫЛСКАЯ ОБЛАСТИ

В Туркестанской и Жамбылской областях находятся селеопасные районы: Угамский хребет, Таласский и Киргизский Алатау.

Угамский хребет – горный хребет Западного Тянь-Шаня, отрог Таласского Алатау. Северо-западный склон хребта находится на территории Казахстана. Протяженность хребта около 100 км. Наивысшая вершина хребта – пик Сайрам (4207 м) (рисунок 2.1).



*Рис. 2.1. Пик Сайрам (Угамский хребет).
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.*

В зоне сопряжения Угамского хребта с Таласским Алатау среднее многолетнее годовое количество осадков составляет более 800 мм (МС Шуылдак). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает менее 30 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май (около 46 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в Угамском хребте, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае на большей части хребта осадков выпало менее 40 % нормы, в восточной части хребта – около 80 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 0,7–1 °С.

В июне осадков выпало менее 20 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в юго-западной части хребта была выше нормы на 2,7 °С, в центральной и восточной частях хребта на 2,5–2,6 °С.

В июле количество выпавших осадков было неравномерным: в юго-западной и центральной частях хребта осадков выпало 119–151 % нормы, в восточной части хребта –

около 45 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в юго-западной и центральной частях хребта была выше нормы на 2,4 °С, в восточной части хребта – на 1,9 °С.

В августе было экстремально влажно, в юго-западной части хребта выпало осадков около 700 % нормы, в центральной части – 560 % нормы, в восточной части – 773 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в юго-западной части хребта была около нормы, в центральной части – ниже нормы на 0,6 °С, в восточной части – ниже нормы на 1,7 °С.

В сентябре на большей части хребта осадков выпало около 71–74 % нормы, в восточной части хребта – 125 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в юго-западной части хребта была около нормы, в центральной части – ниже нормы на 1,2 °С, в восточной части – ниже нормы на 2,5 °С.

Таласский Алатау – горный хребет Западного Тянь-Шаня. Западная оконечность хребта находится на территории Казахстана (большая часть – в Жамбылской области, меньшая – в Туркестанской) (рисунок 2.2). Протяженность хребта на территории Казахстана составляет около 50 км, ширина – 18–20 км, наивысшая вершина хребта на территории Казахстана – гора Чатангат (4131 м), находится в точке пересечения границ Казахстана, Кыргызстана и Узбекистана. В 2015 г. площадь оледенения казахстанской части Западного Тянь-Шаня (в бассейнах рек Арысь и Майдантал) составляла 56,7 км², объем – 1,32 км³ (Вилесов Е.Н., 2016).

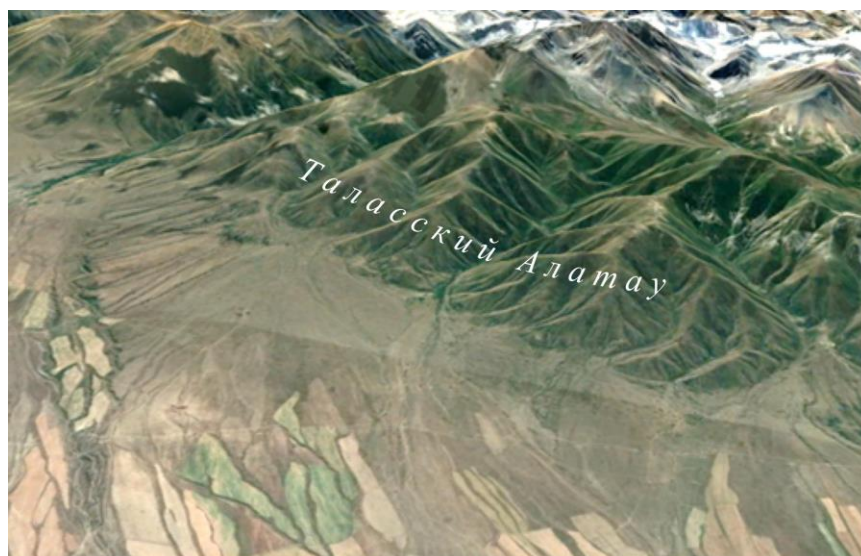


Рис. 2.2. Таласский Алатау.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.

В селеопасном периоде 2023 г. в Таласском Алатау, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае осадков выпало около 65–80 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 0,6–1 °С.

В июне было сухо, осадков выпало менее 20 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2,4–2,6 °С.

В июле осадков выпало около 32–45 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2,1 °С.

В августе было экстремально влажно, в западной части хребта выпало осадков 773 % нормы, в восточной части – около 600 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в западной части хребта была ниже нормы на 1,7 °С, в восточной части – ниже нормы на 0,8 °С.

В сентябре в западной части хребта выпало осадков 125 % нормы, в восточной части – около 105 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в западной части хребта была ниже нормы на 2,5 °С, в восточной части – ниже нормы на 1 °С.

Из-за недостатка горных метеостанций, о метеорологической ситуации на территории Угамского хребта и Таласского Алатау приходится судить по данным МС Шуылдак, расположенной на высоте 1947 м (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Сумма осадков за месяц, мм	67,9	6	12	102	18,1
Среднемесячная температура воздуха, °С	11,8	17,7	19,4	15,2	10,0

По данным метеорологической станции, в мае наблюдалось два «сильных дождя»: 13 и 18 мая, осадков выпало 15 мм и 15 мм соответственно. В августе наблюдалось четыре «сильных дождя»: 8, 27, 28 и 31 августа, осадков выпало 30 мм, 19 мм, 19 мм и 18 мм соответственно (рисунок 2.3). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 131 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (5,7 °С) наблюдалась 28 августа; максимальная среднесуточная температура воздуха (21,1 °С) наблюдалась 14 июля и 1 августа (рисунок 2.4).

В Угамском хребте и Таласском Алатау сезонная снеговая линия достигла отметки 3000 м 12 мая, что создало условия для селеформирования в среднегорной зоне; сезонная снеговая линия достигла отметки 3500 м 18 и 20 июня соответственно, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне.

В селеопасном периоде 2023 г. на территории Угамского хребта и Таласского Алатау селепроявления не наблюдались. В мае и августе наблюдались «сильные осадки», которых оказалось недостаточно для селеформирования.

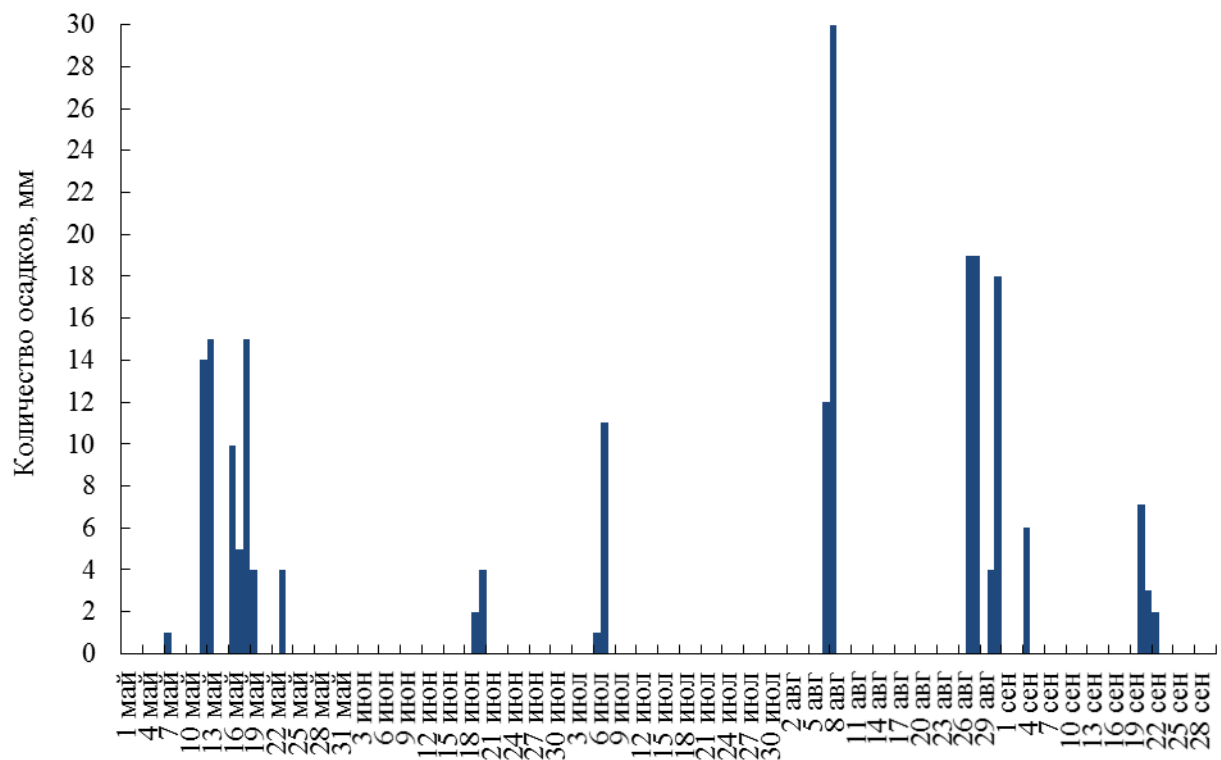


Рис. 2.3. Осадки по МС Шуылдак за селеопасный период.

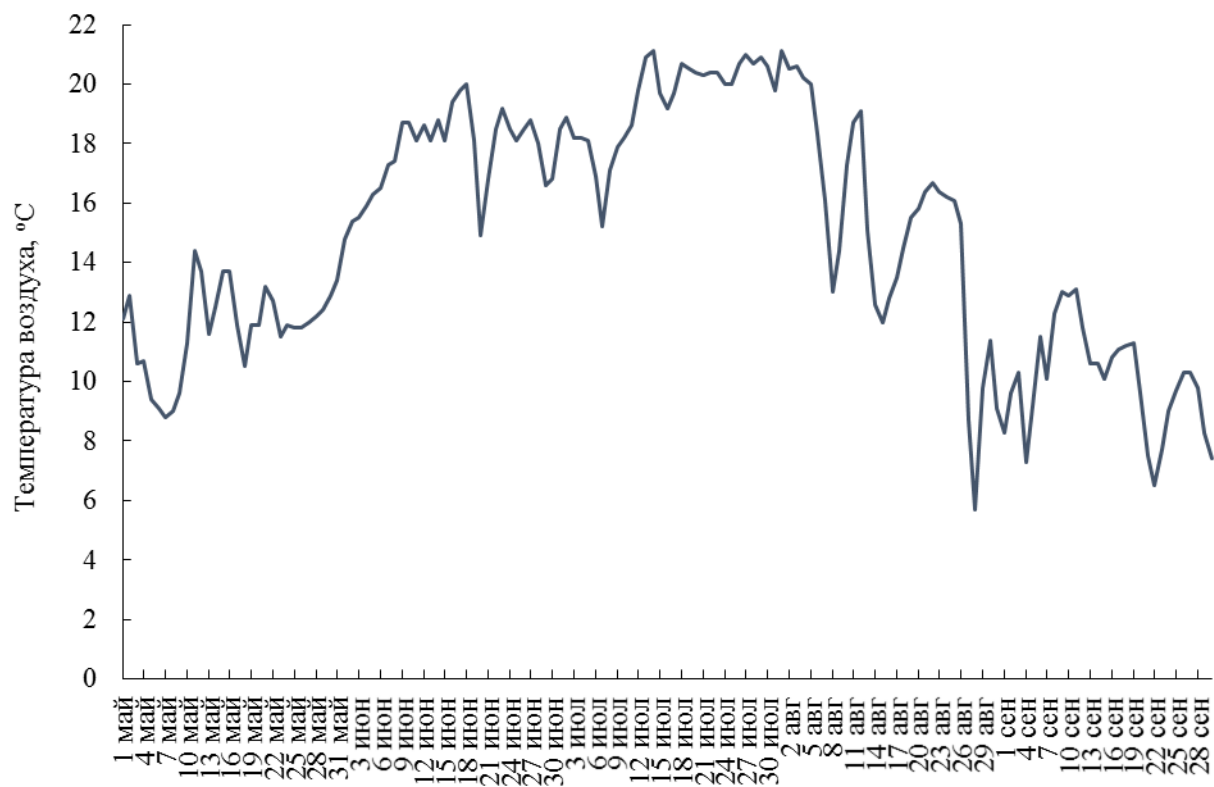


Рис. 2.4. Среднесуточная температура воздуха по МС Шуылдак за селеопасный период.

Киргизский Алатау – горный хребет Центрального Тянь-Шаня. Северный склон западной части хребта находится на территории Казахстана, простирается с запада на восток от г. Тараза до пос. Гранитогорск (рисунок 2.5). Протяженность этой части хребта около 170 км, ширина – от 10–12 км (в западной части) до 40 км (в восточной). Наибольшую высоту хребет достигает в верховьях бассейна р. Аспара (4315 м), понижаясь затем к западу. Заканчивается хребет в районе г. Тараз невысокими холмами Тектурмаз (500–800 м). Оледенение Казахстанской части хребта незначительное. В 2015 г. площадь оледенения составляла 4,09 км², объем – 0,09 км³ (Вилесов Е.Н., 2016).



*Рис. 2.5. Киргизский Алатау.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.*

В Киргизском Алатау среднее многолетнее годовое количество осадков составляет около 340 мм (МС Кулан). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает около 32 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май (около 40 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в Киргизском Алатау, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае на большей части хребта осадков выпало около 22 % нормы, в крайней западной части – около 50 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была около нормы.

В июне на большей части хребта осадков выпало около 37 % нормы, в крайней западной части хребта было экстремально сухо, осадки отсутствовали в течение месяца. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 1,9–2,2 °С.

В июле на большей части хребта осадков выпало около 54 % нормы, в крайней западной части хребта осадков выпало менее 20 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2–2,3 °С.

В августе на большей части хребта осадков выпало более 150 % нормы, в крайней западной части хребта было экстремально влажно, осадков выпало более 400 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была около нормы.

В сентябре на большей части хребта осадков выпало более 170 % нормы, в крайней западной части хребта осадков выпало менее 90 % нормы. Среднемесячная температура воздуха на большей части хребта была около нормы, в крайней западной части хребта – ниже нормы на 0,4 °С.

В Киргизском Алатау горных метеостанций нет. О метеорологической ситуации на территории Киргизского Алатау приходится судить по данным ГП зим. Улбутуй (р. Мерке), расположенного на высоте 1026 м (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Сумма осадков за месяц, мм	42,9	-	-	31,5	30,6
Среднемесячная температура воздуха, °С	14,4	22,6	23,2	20,8	14,7

По данным гидрологического поста, в мае наблюдались «сильные осадки» 20 мая, осадков выпало 15,6 мм. В сентябре наблюдались «сильные осадки» 19 сентября, осадков выпало 18,2 мм (рисунок 2.6). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 147 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (3,7 °С) наблюдалась 3 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (26,8 °С) наблюдалась 19 июля и 5 августа (рисунок 2.7).

Сезонная снеговая линия достигла отметки 3000 м 7 мая, что создало условия для селеформирования в среднегорной зоне; сезонная снеговая линия достигла отметки 3500 м 16 июня, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне.

В селеопасном периоде 2023 г. на территории Киргизского Алатау селепроявления не наблюдались. В мае и сентябре наблюдались «сильные осадки», которых оказалось недостаточно для селеформирования.

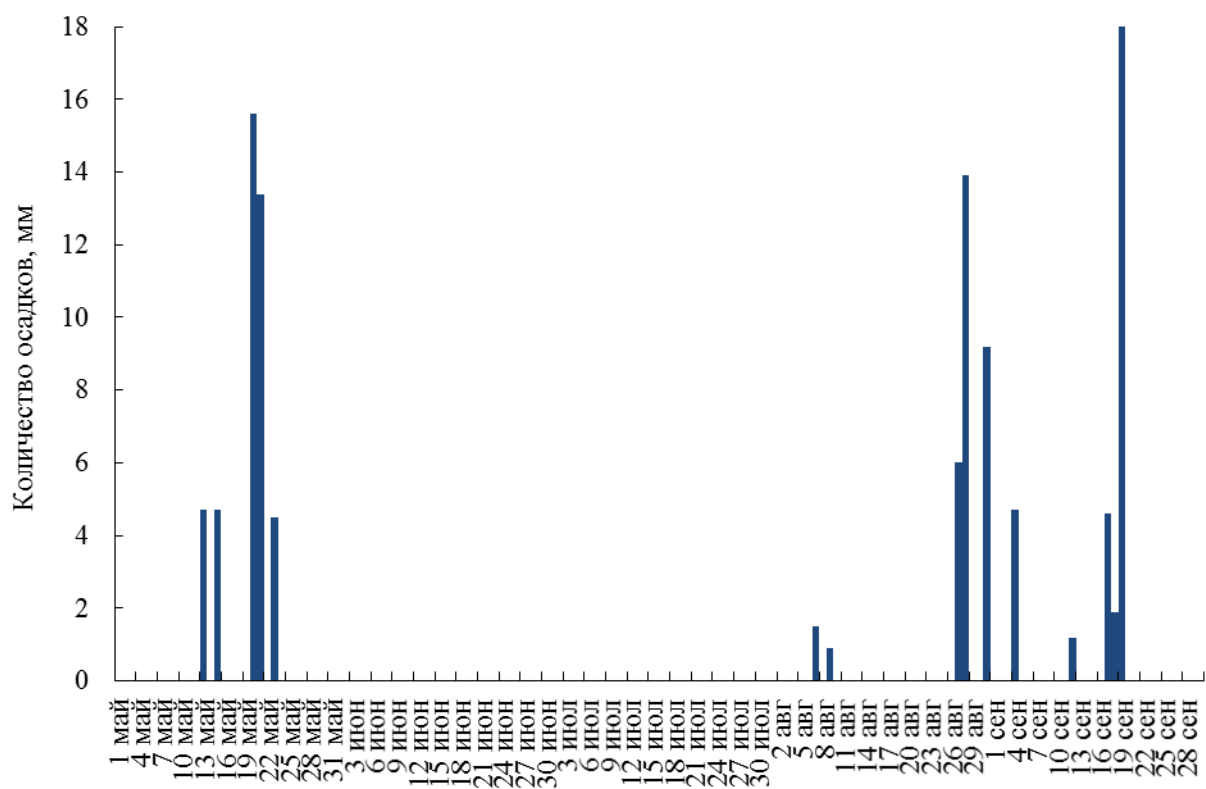


Рис. 2.6. Осадки по ГП зим. Улбутуй, р. Мерке за селеопасный период.

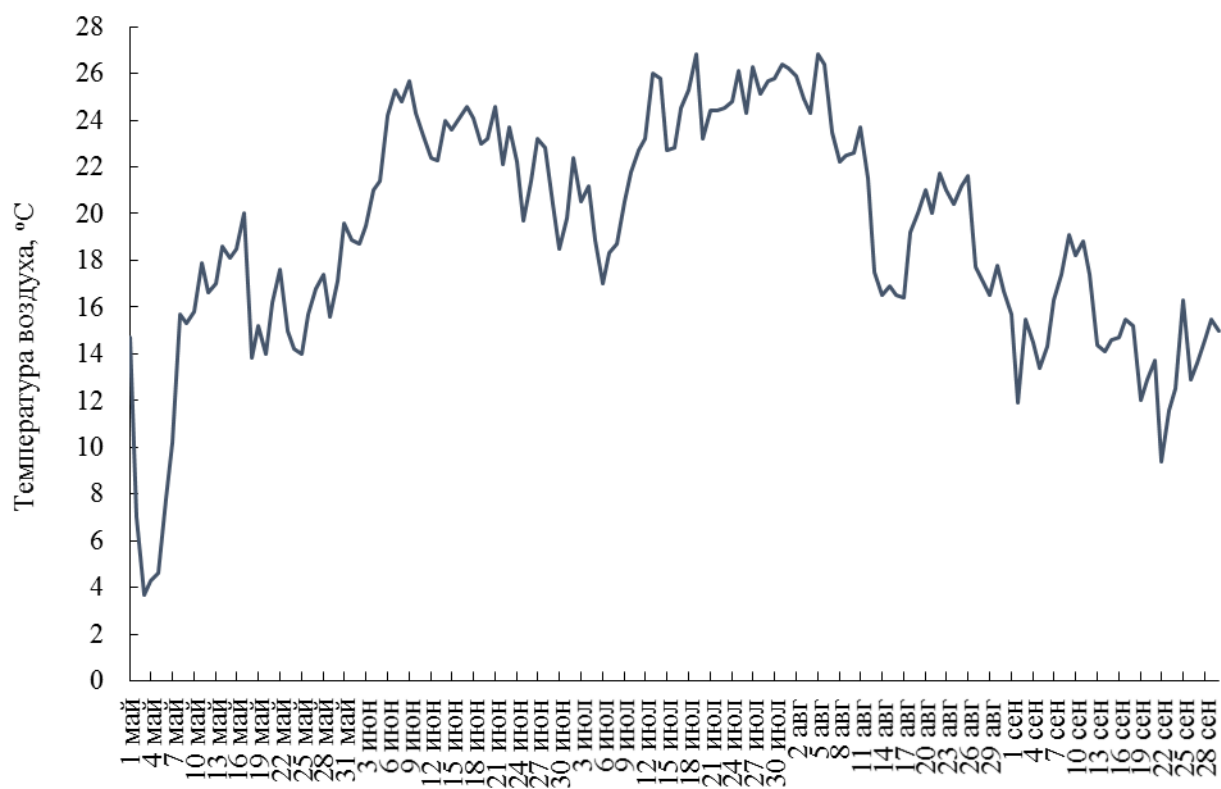


Рис. 2.7. Среднесуточная температура воздуха по ГП зим. Улбутуй, р. Мерке за селеопасный период.

3. АЛМАТИНСКАЯ ОБЛАСТЬ

В **Алматинской области** находятся селеопасные районы: Иле, Кунгей и Терискей Алатау. **Иле Алатау** – горный хребет Северного Тянь-Шаня. Северный склон и южный склон восточной части хребта находятся на территории Казахстана (рисунок 3.1). Иле Алатау простирается в широтном направлении почти на 350 км, ширина хребта – 40–60 км. Средняя высота – 4000 м, наивысшая вершина – пик Талгар (4979 м). В 2015 г. площадь оледенения на северном макросклоне Иле Алатау составила 162,5 км², объем – 5,2 км³ (Вилесов Е.Н., 2016).



Рис. 3.1. Иле Алатау.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.

На северном склоне Иле Алатау в низкогорной зоне центральной части хребта среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 893 мм (МС Каменское плато), восточной части – 647,8 мм (МС Узынагаш), западной части – 488 мм (МС Есик). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) в низкогорной зоне выпадает около 40 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май (около 40 % осадков за селеопасный период).

В среднегорной зоне центральной части хребта среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 855,4 мм (МС БАО). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает около 60 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май-июль (77 % осадков за селеопасный период).

В высокогорной зоне центральной части хребта среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 871,2 мм (МС Мынжылки). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает около 65 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май-июль (около 76 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в Иле Алатау, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае в низкогорной зоне хребта осадков выпало менее

50 % нормы, в среднегорной зоне – около 85 % нормы, в высокогорной зоне – около 100 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в низкогорной зоне была ниже нормы на 0,3–0,6 °С, в среднегорной и высокогорной зонах – ниже нормы на 1,7–1,9 °С.

В июне в низкогорной зоне было экстремально сухо, осадков выпало менее 20 % нормы, в среднегорной и высокогорной зонах осадков выпало около 50–60 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в низкогорной зоне была выше нормы на 2,2 °С, в среднегорной и высокогорной зонах – выше нормы на 1,7–1,8 °С.

В июле в низкогорной зоне осадков выпало около 50 % нормы, в среднегорной и высокогорной зонах осадков выпало около 98–107 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в низкогорной зоне была выше нормы на 2,6 °С, в среднегорной и высокогорной зонах – выше нормы на 1,8–1,9 °С.

В августе было влажно, в низкогорной зоне осадков выпало около 190 % нормы, в среднегорной зоне – около 168 % нормы; в высокогорной зоне – около 177 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в низкогорной зоне была выше нормы на 1 °С, в среднегорной и высокогорной зонах – около нормы.

В сентябре было влажно, в низкогорной зоне осадков выпало около 200 % нормы, в среднегорной и высокогорной зонах – около 169 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в низкогорной зоне была ниже нормы на 0,9 °С, в среднегорной зоне – ниже нормы на 1,2 °С, в высокогорной зоне – ниже нормы на 0,6 °С.

В центральной части Иле Алатау имеется минимально необходимое количество метеостанций и гидропостов, расположенных в различных высотных зонах: 5 метеорологических станций, 7 автоматических метеорологических станций и 11 гидрологических постов. В Ежегодном бюллетене мониторинга селевой опасности дождевого генезиса по горной территории Республики Казахстан приводится информация о метеорологической ситуации по следующим метеорологическим станциям: МС Мынжылки, расположенная на высоте 3017 м, МС БАО, расположенная на высоте 2516 м, МС Шымбулак, расположенная на высоте 2193 м и МС Каменское плато, расположенная на высоте 1317 м (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
МС Мынжылки					
Сумма осадков за месяц, мм	141,4	95,6	147,4	156,1	76,1
Среднемесячная температура воздуха, °С	0,8	8,3	10,4	8,3	3,9
МС БАО					
Сумма осадков за месяц, мм	116,9	63,9	119,9	121,8	71,2
Среднемесячная температура воздуха, °С	4,4	11,6	13,8	11,4	6,3
МС Шымбулак					
Сумма осадков за месяц, мм	139,0	73,3	87,0	122,6	85,3
Среднемесячная температура воздуха, °С	7,2	14,7	16,7	14,2	8,4
МС Каменское плато					
Сумма осадков за месяц, мм	66,9	17,1	36,4	72,6	73,2
Среднемесячная температура воздуха, °С	14,2	21,6	24,2	21,6	14,8

По данным МС Мынжылки, в мае наблюдались «сильные осадки» 21 и 22 мая, осадков выпало 21 мм и 25 мм соответственно. В июне наблюдался «сильный дождь» 30 июня, осадков выпало 15 мм. В июле наблюдалось три «сильных дождя»: 5, 21 и 28 июля, осадков выпало 27 мм, 56 мм и 17 мм соответственно. В августе наблюдалось четыре «сильных дождя»: 2, 11, 12 и 28 августа, осадков выпало 23 мм, 19,7 мм, 25 мм и 39 мм соответственно. В сентябре наблюдались «сильные осадки» 29 сентября, осадков выпало 29 мм (рисунок 3.2).

В селеопасном периоде в высокогорной зоне среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 39 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (минус 10 °С) наблюдалась 4 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (15,1 °С) наблюдалась 13 июля (рисунок 3.3).

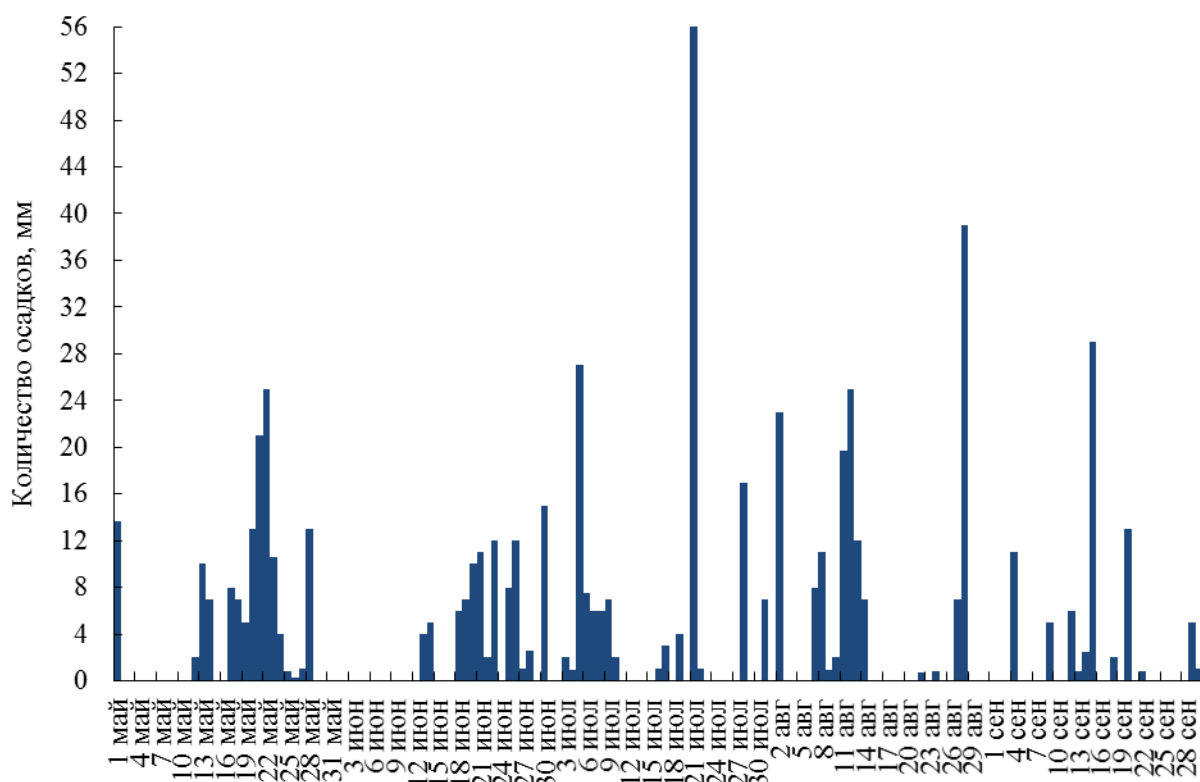


Рис. 3.2. Осадки по МС Мынжылки за селеопасный период.

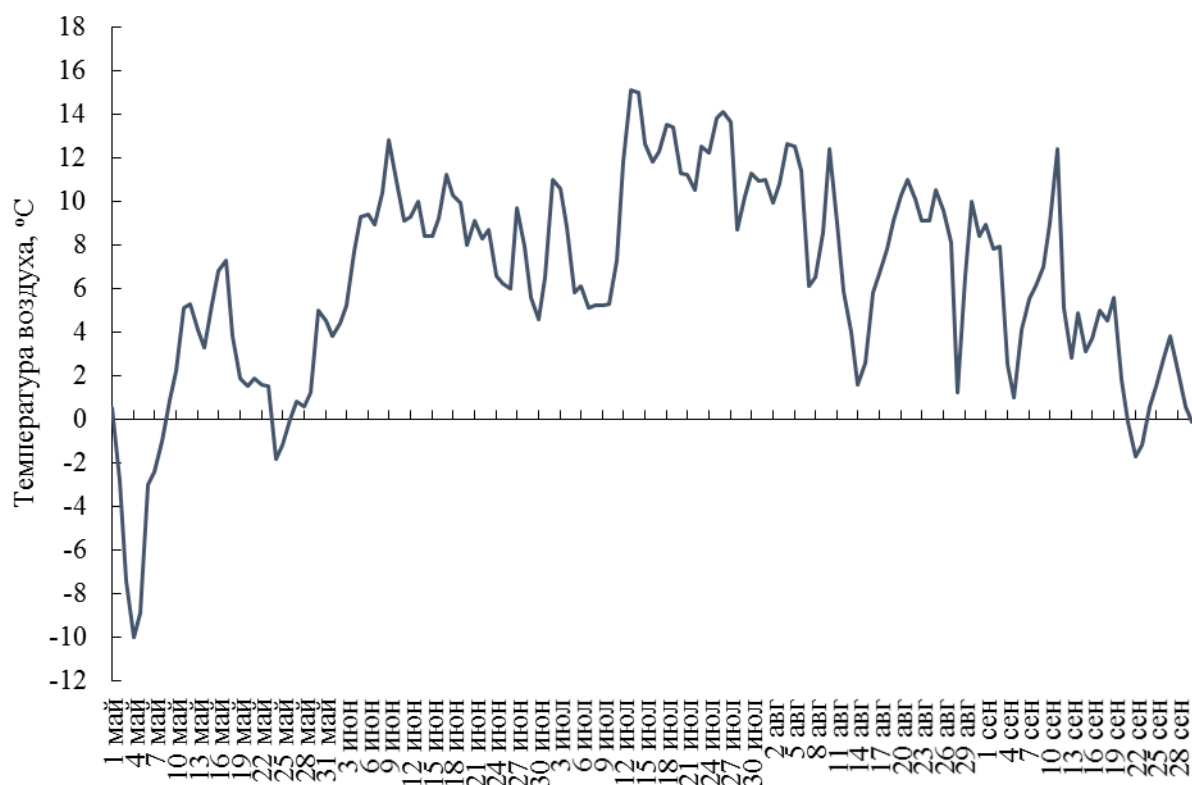


Рис. 3.3. Среднесуточная температура воздуха по МС Мынжылки за селеопасный период.

По данным МС БАО, в мае наблюдались «сильные осадки» 1, 20, 21 и 22 мая, осадков выпало 21 мм, 15 мм, 21,4 мм и 22 мм соответственно. В июле наблюдалось три «сильных дождя»: 5, 21 и 28 июля, осадков выпало 22 мм, 36 мм и 24 мм соответственно. В августе наблюдалось два «сильных дождя»: 12 и 28 августа, осадков выпало 19 мм и 26 мм соответственно. В сентябре наблюдался «сильный дождь» 15 сентября, осадков выпало 15,9 мм (рисунок 3.4).

По данным МС БАО, в селеопасном периоде в среднегорной зоне среднесуточная температура воздуха превышала 10 °C в течение 71 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (минус 6,6 °C) наблюдалась 4 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (19,2 °C) наблюдалась 14 июля (рисунок 3.5).

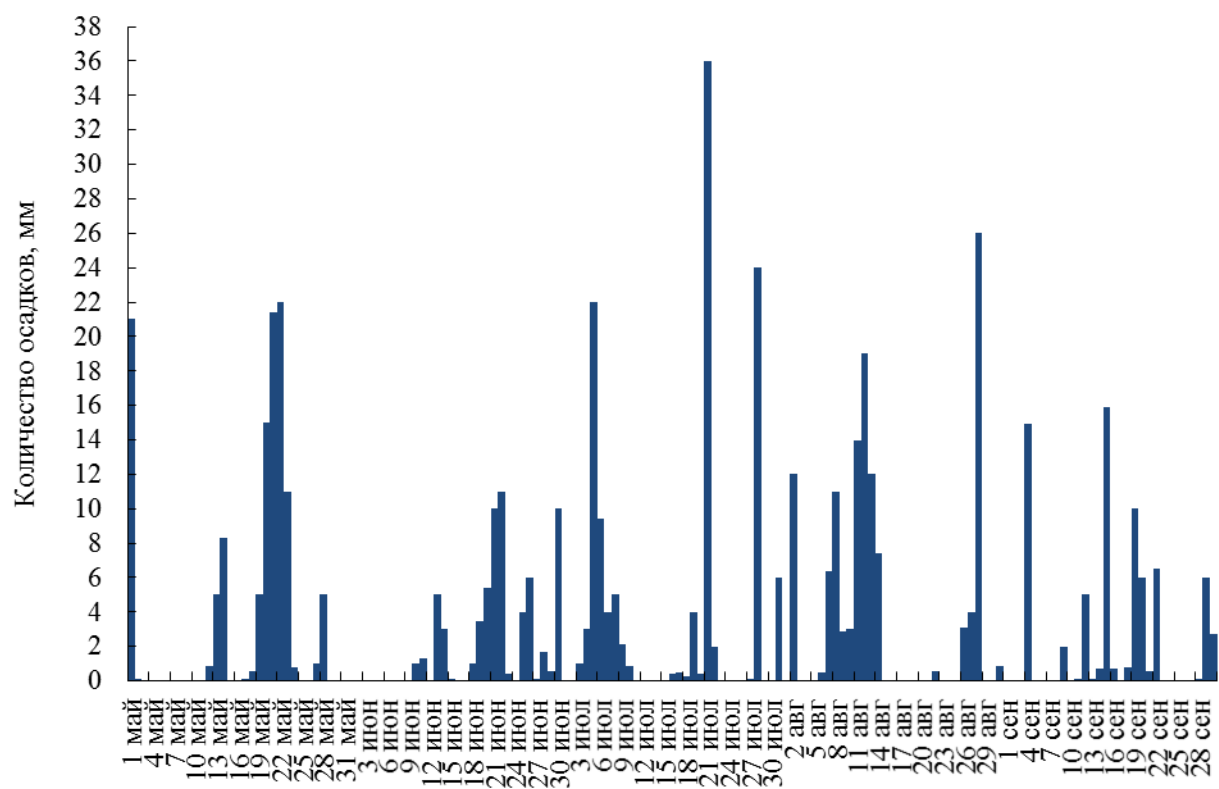


Рис. 3.4. Осадки по МС БАО за селеопасный период.

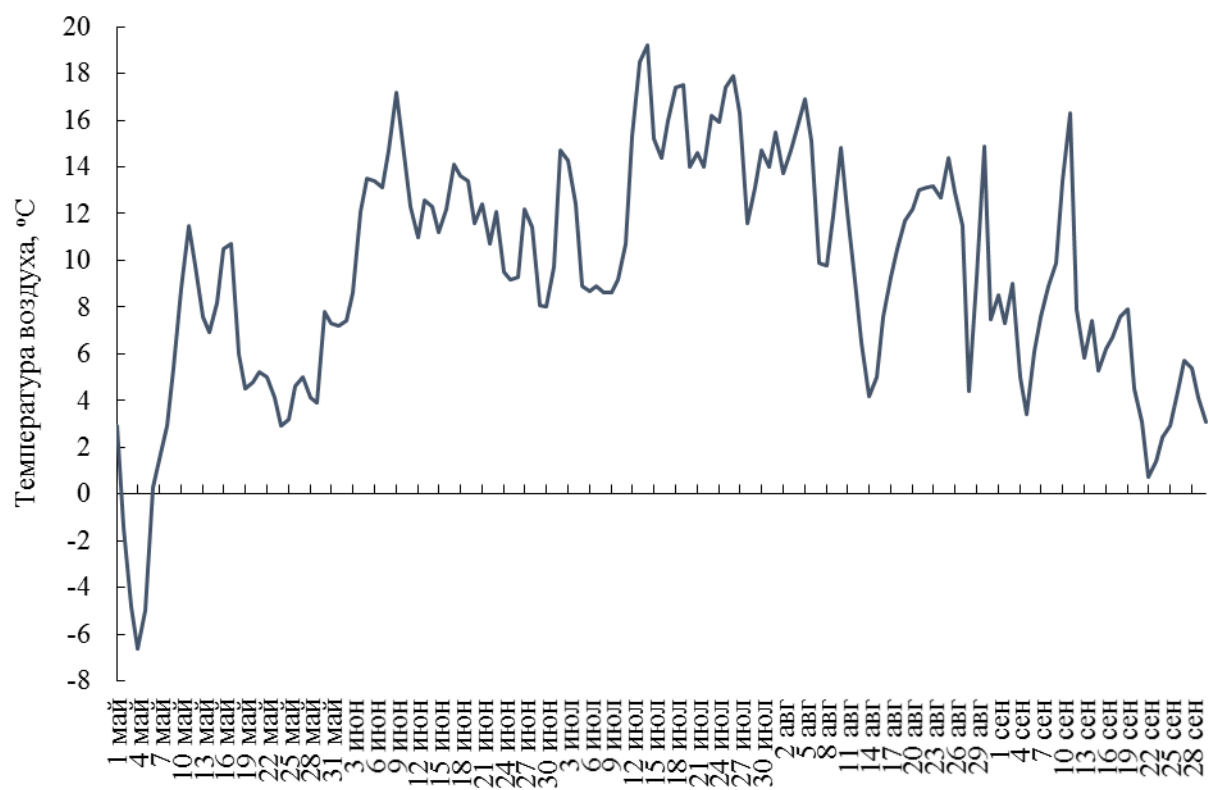


Рис. 3.5. Среднесуточная температура воздуха по МС БАО за селеопасный период.

По данным МС Шымбулак, в мае наблюдалось пять «сильных дождей»: 1, 20, 21, 22 и 28 мая, осадков выпало 19 мм, 19 мм, 26 мм, 18 мм и 24 мм соответственно. В июне наблюдался «сильный дождь» 21 июня, осадков выпало 32 мм. В июле наблюдалось два «сильных дождя»: 21 и 28 июля, осадков выпало 16 мм и 21 мм соответственно. В августе наблюдалось три «сильных дождя»: 11, 12 и 28 августа, осадков выпало 15 мм, 47,1 мм и 26 мм соответственно. В сентябре наблюдалось три «сильных дождя»: 4, 15 и 20 сентября, осадков выпало 17,1 мм, 21 мм и 16 мм соответственно (рисунок 3.6).

По данным МС Шымбулак, в селеопасном периоде в среднегорной зоне среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 103 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (минус 3,7 °С) наблюдалась 4 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (22,4 °С) наблюдалась 14 июля (рисунок 3.7).

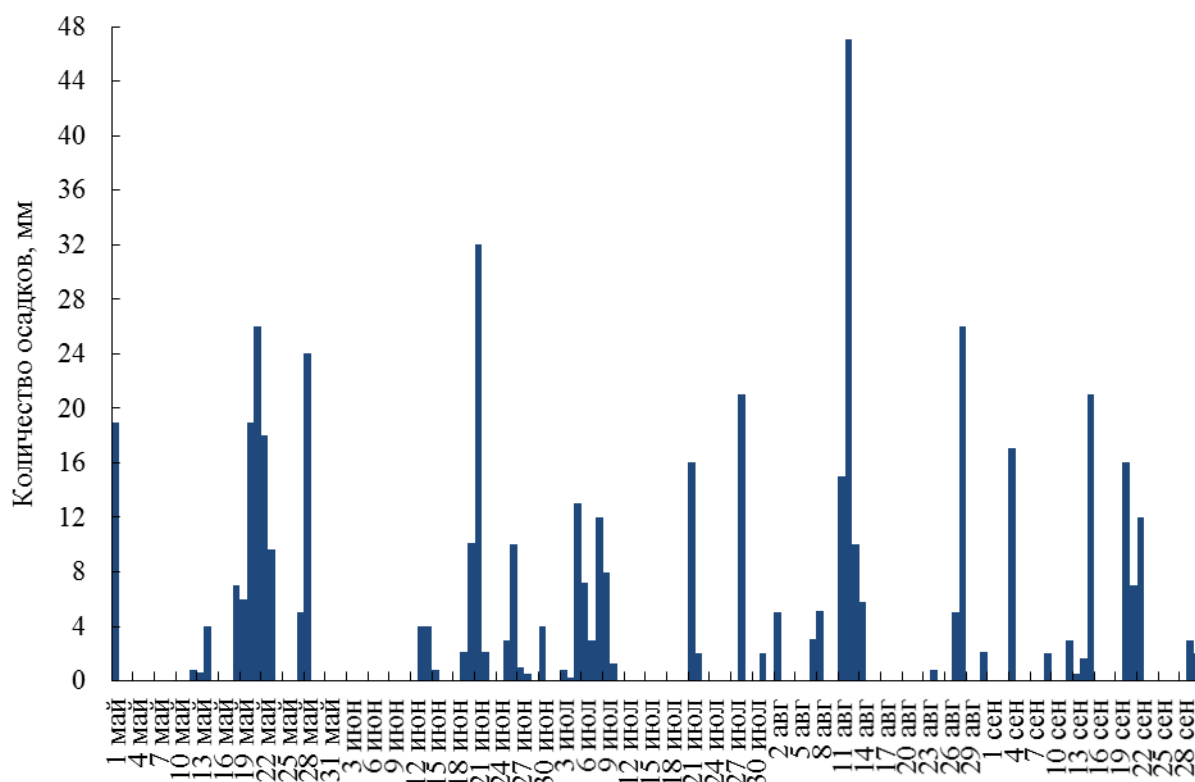


Рис. 3.6. Осадки по МС Шымбулак за селеопасный период.

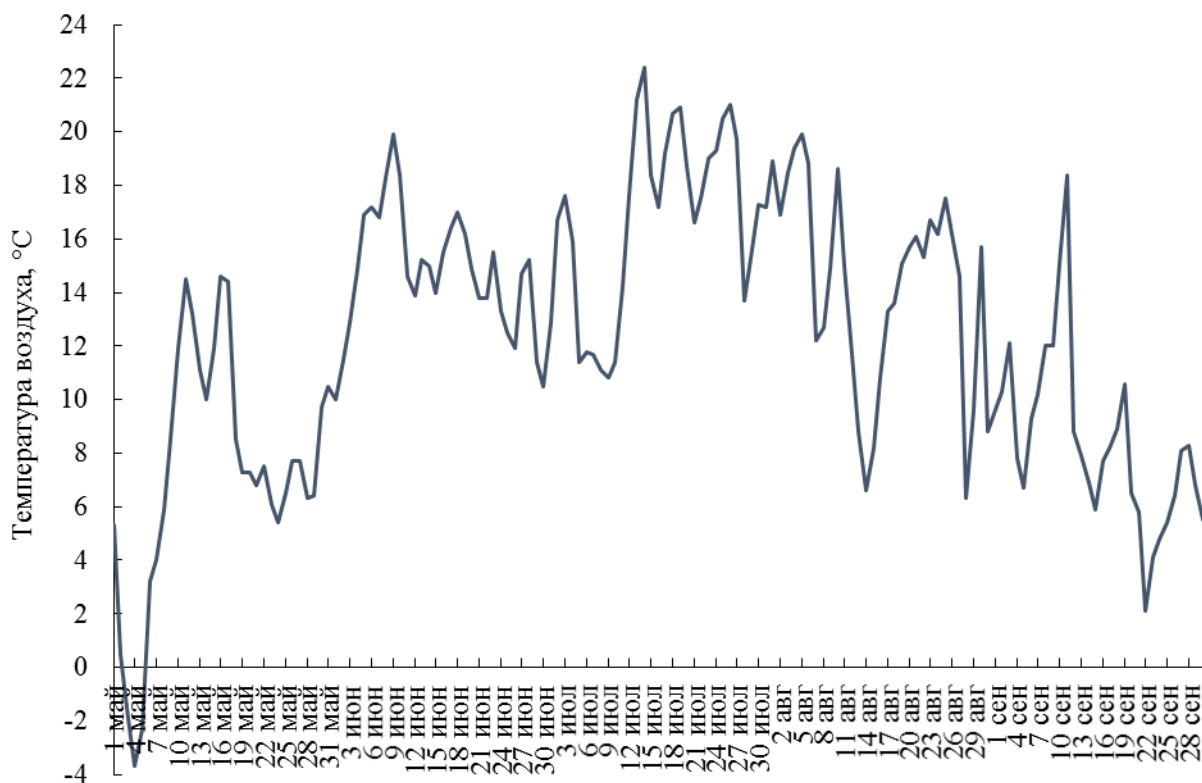


Рис. 3.7. Среднесуточная температура воздуха по МС Шымбулак за селеопасный период.

По данным МС Каменское плато, в мае наблюдался «сильный дождь» 22 мая, осадков выпало 15,6 мм. В августе наблюдалось два «сильных дождя»: 12 и 28 августа, осадков выпало 17 мм и 23 мм соответственно. В сентябре наблюдалось два «сильных дождя»: 20 и 22 сентября, осадков выпало 28 мм и 25 мм соответственно (рисунок 3.8).

В селеопасном периоде в низкогорной зоне среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 146 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (2,6 °С) наблюдалась 4 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (30,8 °С) наблюдалась 14 июля (рисунок 3.9).

Сезонная снеговая линия достигла отметки 3000 м 15 мая, что создало условия для селеформирования в среднегорной зоне; сезонная снеговая линия достигла отметки 3500 м 5 июня, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне. Сезонная снеговая линия достигла климатическую снеговую линию 16 июня.

В селеопасном периоде 2023 г. в Иле Алатау наблюдались селепроявления. В мае, июне, июле, августе и сентябре наблюдались «сильные осадки», которых оказалось недостаточно для селеформирования. «Очень сильные осадки» (>30 мм) выпали 21 июля и 12 августа. В соответствии с методом сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса 21 июля и 12 августа 2023 г. были даны штормовые предупреждения об угрозе формирования селей в бассейнах рек Киши Алматы и Улкен Алматы, 21 июля прогноз оправдался.

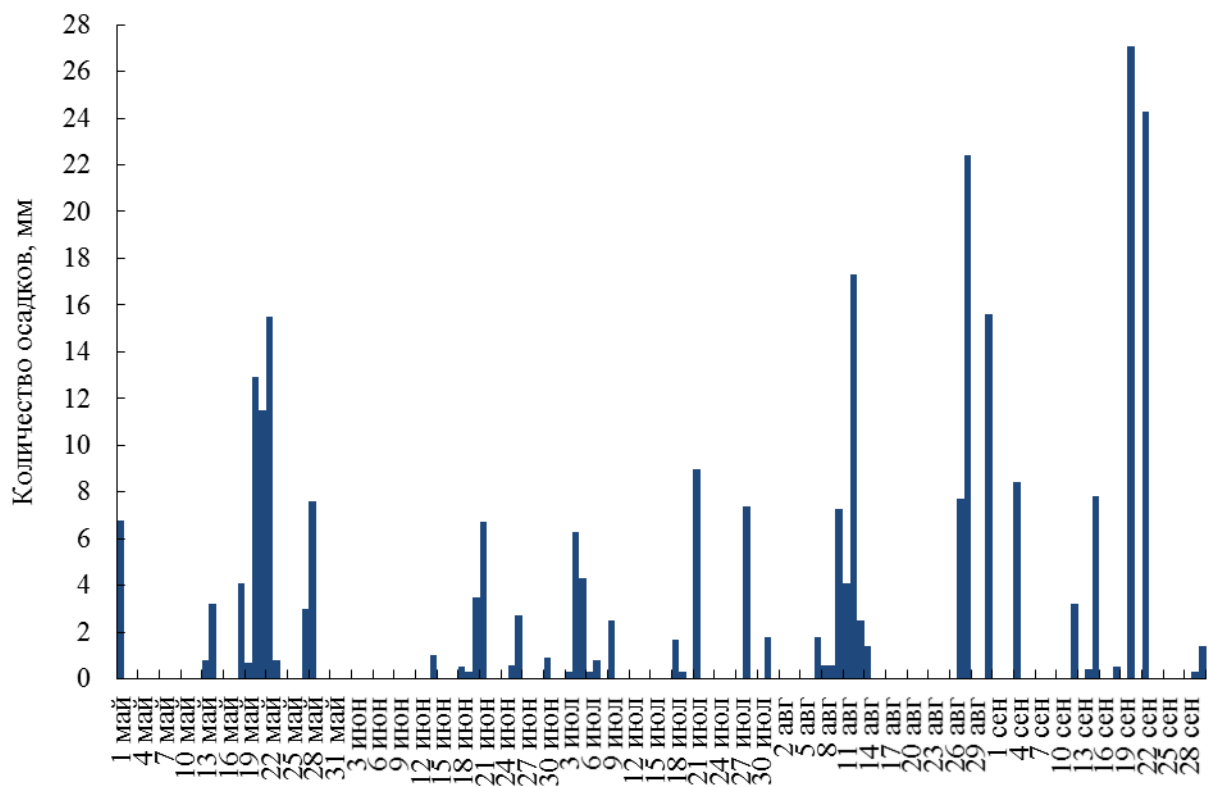


Рис. 3.8. Осадки по МС Каменское плато за селеопасный период.

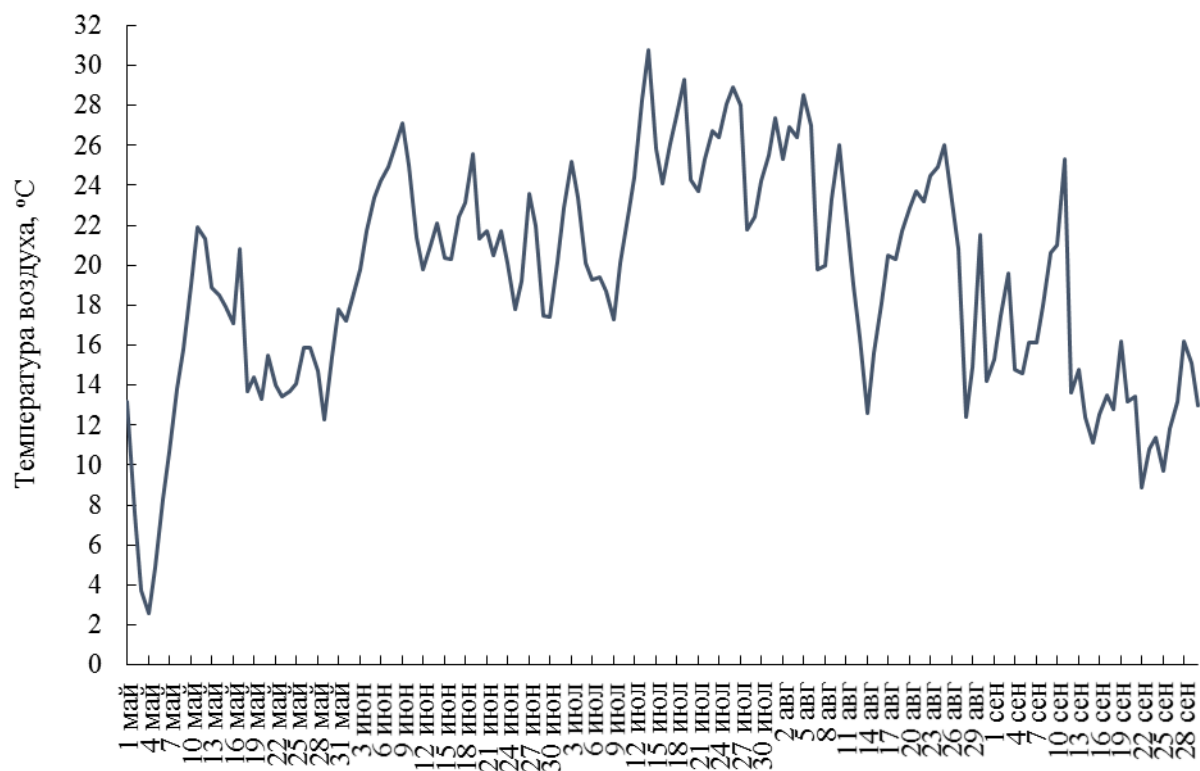


Рис. 3.9. Среднесуточная температура воздуха по МС Каменское плато за селеопасный период.

Согласно методу сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши Алматы и Улкен Алматы, за критериальное значение осадков принято 40 мм с целью увеличения заблаговременности прогноза, которая складывается из времени между выпадением осадков от 40 до 60 мм и времени добега селя до объекта поражения (Яфязова Р.К., 2014; Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2016; Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2017). Катастрофические сели дождевого генезиса в Иле Алатау (в бассейнах рек Киши Алматы и Улкен Алматы) формируются при выпадении осадков близких к 60 мм.

Достоинствами метода сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса являются максимальная приближенность к ожидаемому явлению и заблаговременность, которая превышает таковую автоматизированной системы мониторинга селевой опасности, созданной для защиты г. Алматы, а также высокая оправдываемость прогноза, поскольку используется, в совокупности с прогнозом погоды, фактическая (текущая) метеорологическая ситуация. Оправдываемость этого метода в десятки раз превышает оправдываемость метода краткосрочного прогноза селей дождевого генезиса, использовавшегося ранее в Казгидромете (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2024).

В высокогорной и среднегорной зонах Иле Алатау днем 21 июля, на фоне высокой температуры воздуха, выпали сильные осадки продолжительностью 2–3 часа. По данным станции автоматизированной системы мониторинга селевой опасности «Озеро №6», расположенной в бассейне р. Киши Алматы на высоте 3600 м (ГУ «Казселезащита»), выпало 72 мм жидких осадков; гляциологической станции на леднике Туйыксу (АО «Институт географии и водной безопасности») – 61,2 мм; государственной наблюдательной сети РГП «Казгидромет»: МС Мынжылки – 56 мм (около 40 % месячной нормы); АМС Туюксу – 20 мм; МС Шымбулак – 16 мм; МС БАО – 36 мм (около 30 % месячной нормы); ГП Кумбель-устье – 32,2 мм.

Формирование и развитие селей в бассейне р. Киши Алматы 21 июля 2023 г. произошло в рытвинах и их водосборах на правом склоне долины реки в диапазоне высот 3000–4010 м (рисунок 3.10). Сели, с небольшими временными интервалами, сформировались в трех рытвинах. Наиболее крупный сел сформировался в рытвине №1 под пиком Абая. Менее крупный сел сформировался в рытвине №2 (рисунок 3.11), небольшой сел из рытвины №3 достиг селехранилища в урочище Мынжылки (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2023).

Селевые отложения повредили тракторную дорогу на протяжении около 1000 м, высота селевых отложений на протяжении 300 м достигала 2-х метров (рисунок 3.12). Сели в основном остановились, не достигнув русла р. Киши Алматы. Лишь часть селевой массы, сформировавшейся в наиболее крупной рытвине, достигла и слилась с р. Киши Алматы. Смешавшись с водой реки, образовавшийся поток продолжал движение на участке длиной около 2 км со средним уклоном 12° в интервале высот 2470–2910 м, увеличивая свои характеристики. На высоте 2470 м (в районе ГП а/б Туюксу) грязекаменный поток частично отложился на мостовом переезде к альплагерю (рисунок 3.13). При движении в Малоалматинском селевом врезе поток обогатился глиной, вследствие этого фильтровальная станция «Медеу», где происходит водоподготовка горной воды из р. Ки-

ши Алматы и ее притоков, была частично отключена, а вода в головном арыке г. Алматы в течение нескольких суток была мутной (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2023).

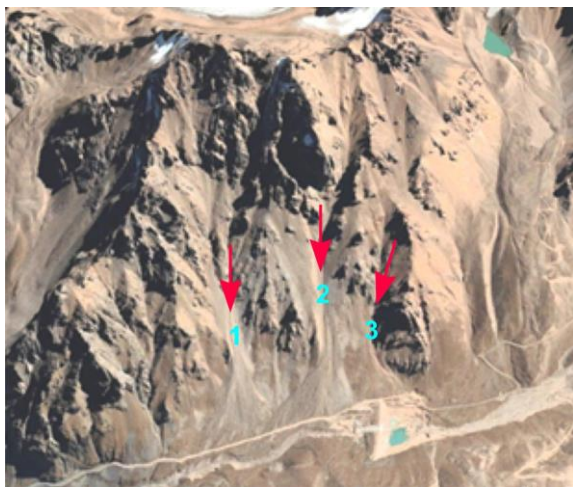


Рис. 3.10. Перспективное изображение с сервиса Google Earth рытвин на правом склоне в верховьях долины р Киши Алматы (красные стрелки – сработавшие рытвины 21 июля 2023 г.). В верхнем правом углу снимка – озеро №6.



Рис. 3.11. Движение фронтальной части селя, сформировавшегося в рытвине №2. Фото В.П. Мишенина.



Рис. 3.12. Селевые отложения на тракторной дороге. Фото В.П. Мишенина.



Рис. 3.13. Мостовой переезд к альплагерю, перекрытый селевыми отложениями. Автор фото не установлен.

21 июля 2023 г. практически одновременно с селями в бассейне р. Киши Алматы сформировался сель в верховьях бассейна р. Кумбель (правый приток р. Улкен Алматы). В долине р. Улкен Алматы сель не выходил в пойму, «освобождаясь» от крупных фракций гранулометрического состава твердой компоненты селевой массы в русле. Селевая масса с более мелкими фракциями была задержана в селехранилище «Аюсай». На конусе выноса р. Аюсай следов формирования селя не обнаружено (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2023).

Кунгей Алатау – горный хребет Северного Тянь-Шаня. Хребет Кунгей Алатау входит на территорию Казахстана северным склоном своей восточной части от Чилико-Кеминской перемычки до перевала Санташ на востоке (рисунок 3.14). В пределах Казахстана длина хребта составляет около 160 км. Высота хребта вблизи Чилико-Кеминской перемычки (в верховьях ледника Новый) достигает до 4653 м. В 2015 г. площадь оледенения на северном склоне Кунгей Алатау составила 75 км² (Вилесов Е.Н., Калдыбаев А.А., 2015).



Рис. 3.14. Кунгей Алатау.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.

Среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 539,3 мм (по данным МС Жаланащ). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает менее 60 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май-июль (70 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в Кунгей Алатау, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае выпало осадков около 65 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 1,1 °С.

В июне выпало осадков около 74 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 1,7 °С.

В июле выпало осадков около 50 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2,7 °С.

В августе было влажно, выпало осадков около 150 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была около нормы.

В сентябре было влажно, выпало осадков около 150 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 1,4 °С.

В Кунгей Алатау для оценки метеорологической ситуации использовались МС Жаланащ, расположенная на высоте 1699 м и АМС Кольсай, расположенная на высоте 1890 м (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
МС Жаланащ					
Сумма осадков за месяц, мм	50	55,7	35	82	59,6
Среднемесячная температура воздуха, °С	18,1	17,4	20,6	17,2	11,3
АМС Кольсай					
Сумма осадков за месяц, мм	37,1	67,7	24,2	50,8	37,1
Среднемесячная температура воздуха, °С	11,9	18,8	21,4	18,3	12,8

По данным МС Жаланащ, в августе наблюдались два «сильных дождя»: 14 и 28 августа, осадков выпало 19 и 18 мм соответственно (рисунок 3.15). По данным АМС Кольсай, в июне наблюдался «сильный дождь» 20 июня, осадков выпало 30 мм. В августе наблюдался «сильный дождь» 28 августа, осадков выпало 19 мм. По данным МС Жаланащ, в селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 143 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (6,2 °С) наблюдалась 22 сентября; максимальная среднесуточная температура воздуха (24,7 °С) наблюдалась 17 мая и 26 июля (рисунок 3.16).

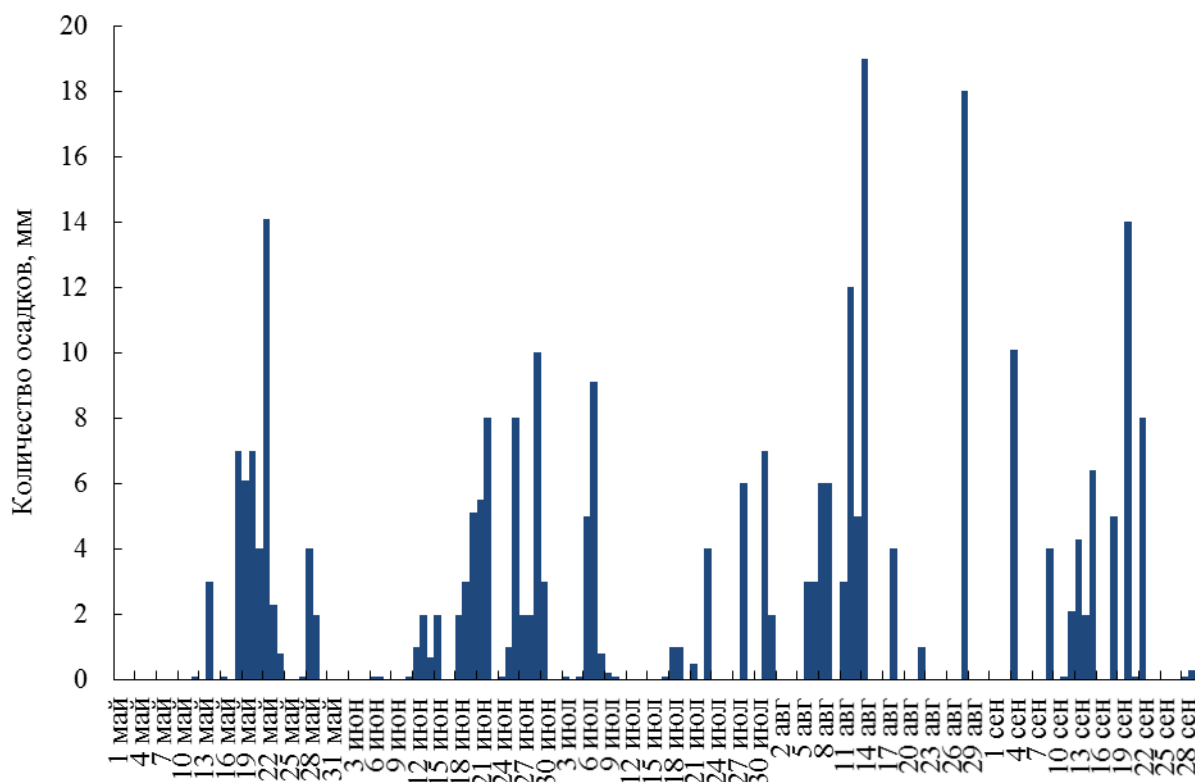


Рис. 3.15. Осадки по МС Жаланащ за селеопасный период.

В Кунгей Алатау сезонная снеговая линия достигла отметки 3000 м 17 мая, что создало условия для селеформирования в среднегорной зоне; сезонная снеговая линия достигла отметки 3500 м 25 июня, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне.

В селеопасном периоде 2023 г. в Кунгей Алатау селепроявления не наблюдались. В июне и августе наблюдались «сильные осадки», которых оказалось недостаточно для селеформирования.

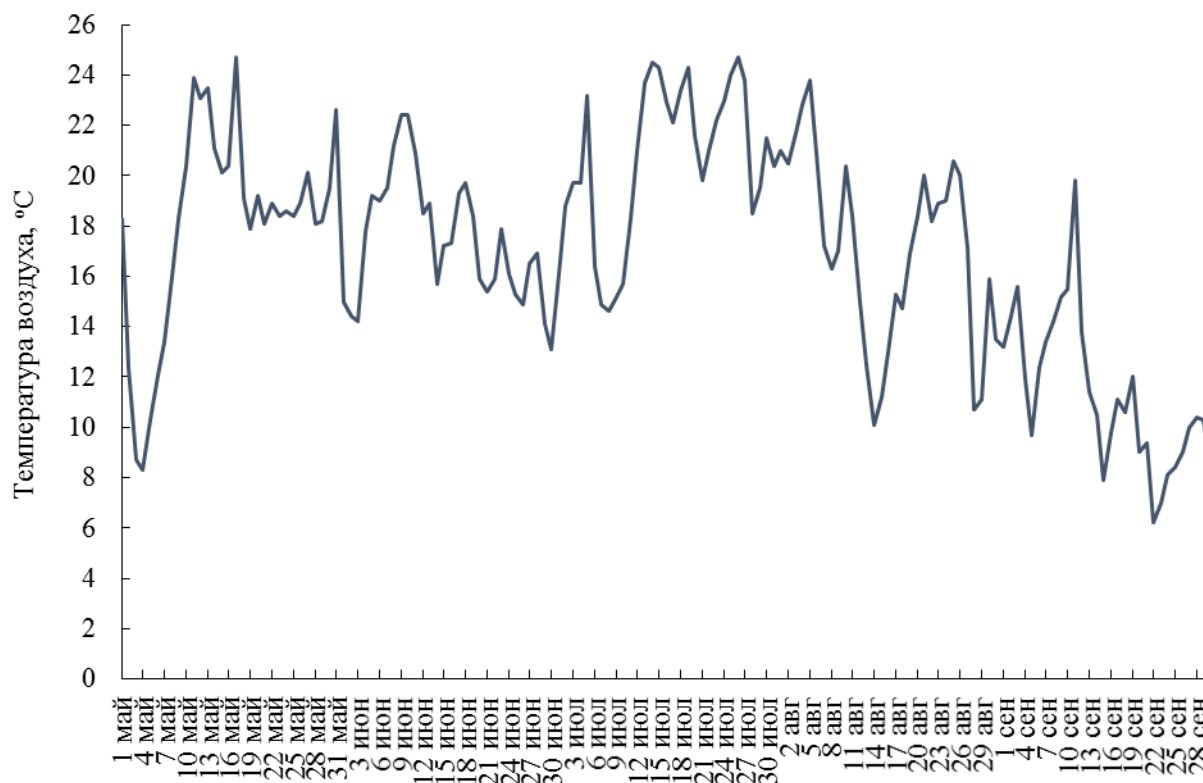
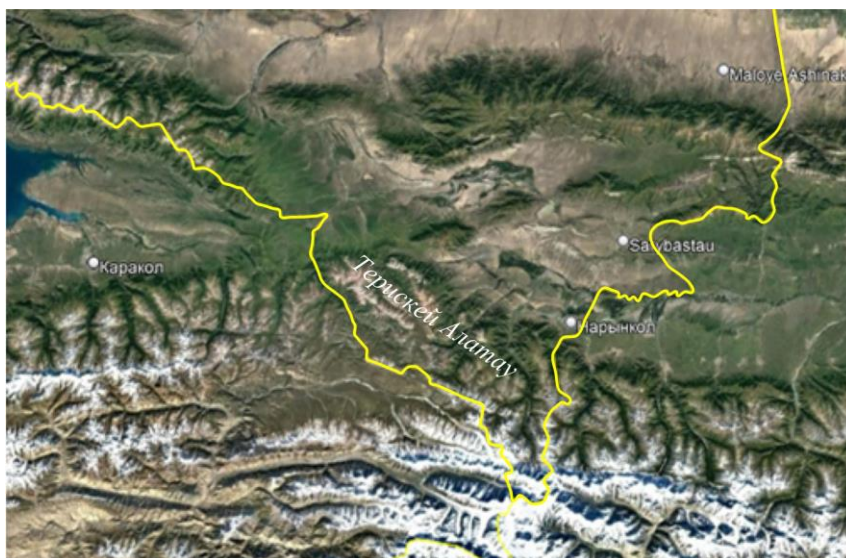


Рис. 3.16. Среднесуточная температура воздуха по МС Жаланаши за селеопасный период.

Терискей Алатау – горный хребет Центрального Тянь-Шаня. Восточная оконечность хребта находится на территории Казахстана (рисунок 3.17). В пределах Казахстана длина хребта около 40 км, ширина – около 80 км, наибольшая высота – 4264 м.



*Рис. 3.17. Терискей Алатау.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.*

По данным МС Нарынкол, среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 403,3 мм. В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает около 60 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на июнь-июль (около 50 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в Терискей Алатау, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае выпало осадков около нормы. Среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 1,4 °С.

В июне выпало осадков около 110 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 1,9 °С.

В июле выпало осадков около 40 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2,6 °С.

В августе выпало осадков около 88 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 1,2 °С.

В сентябре выпало осадков около 157 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была около нормы.

В Терискей Алатау горных метеостанций нет. Метеорологическая ситуация на территории Терискей Алатау оценивалась по данным ГП с. Баянкол (р. Баянкол), расположенного на высоте 2169 м (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Сумма осадков за месяц, мм	69,8	65,9	45,4	47,3	80,5
Среднемесячная температура воздуха, °С	5,6	13,0	15,4	12,8	6,6

По данным гидрологического поста, в мае наблюдались «сильные осадки» 19 мая, осадков выпало 15,8 мм. В июне наблюдались «сильные осадки» 15 июня, осадков выпало 17,7 мм. В августе наблюдались «сильные осадки» 7 августа, осадков выпало 19,2 мм. В сентябре наблюдались два «сильных дождя»: 16 и 21 сентября, осадков выпало 15,2 мм и 15,2 мм (рисунок 3.18). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 92 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (минус 1,5 °С) наблюдалась 5 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (20,3 °С) наблюдалась 13 июля (рисунок 3.19).

Сезонная снеговая линия достигла отметки 3000 м 18 мая, что создало условия для селеформирования в среднегорной зоне; сезонная снеговая линия достигла отметки 3500 м 25 июня, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне.

В селеопасном периоде 2023 г. в Терискей Алатау селепроявления не наблюдались. В мае, июне, августе и сентябре наблюдались «сильные осадки», которых оказалось недостаточно для селеформирования.

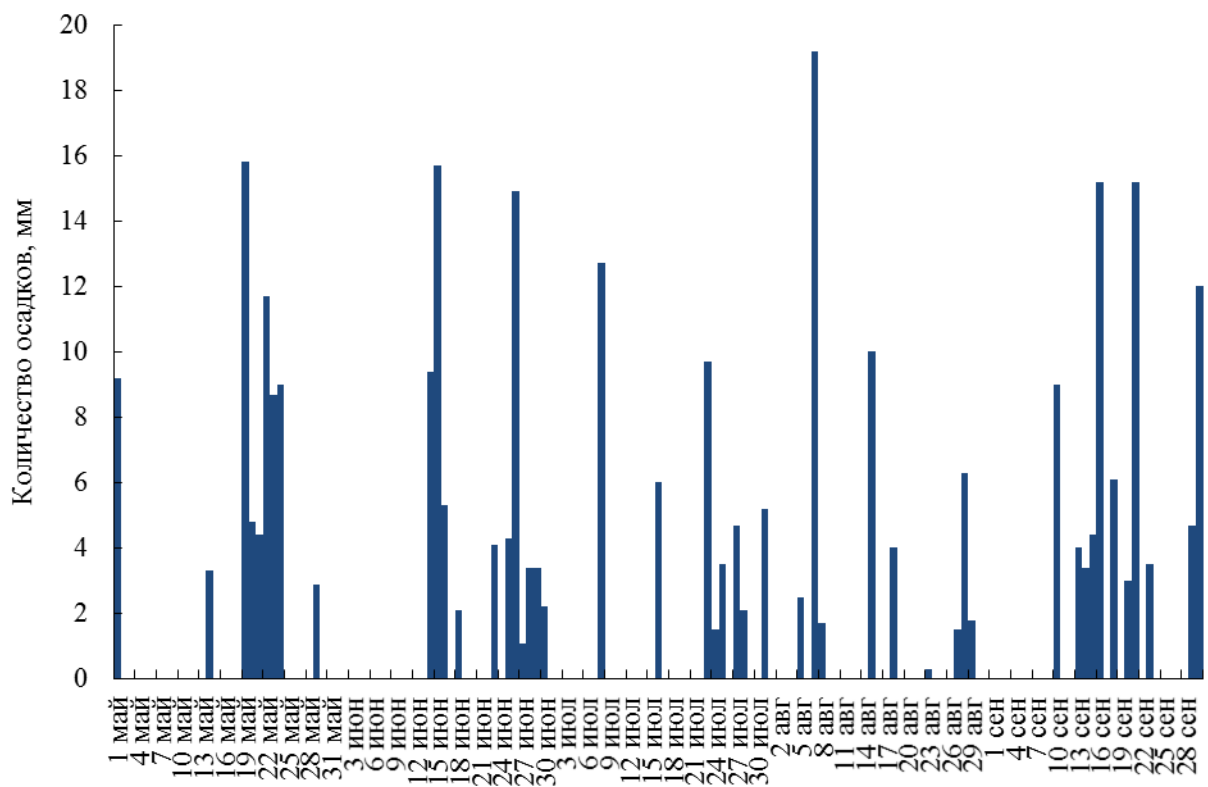


Рис. 3.18. Осадки по ГП с. Баянкол, р. Баянкол за селеопасный период.

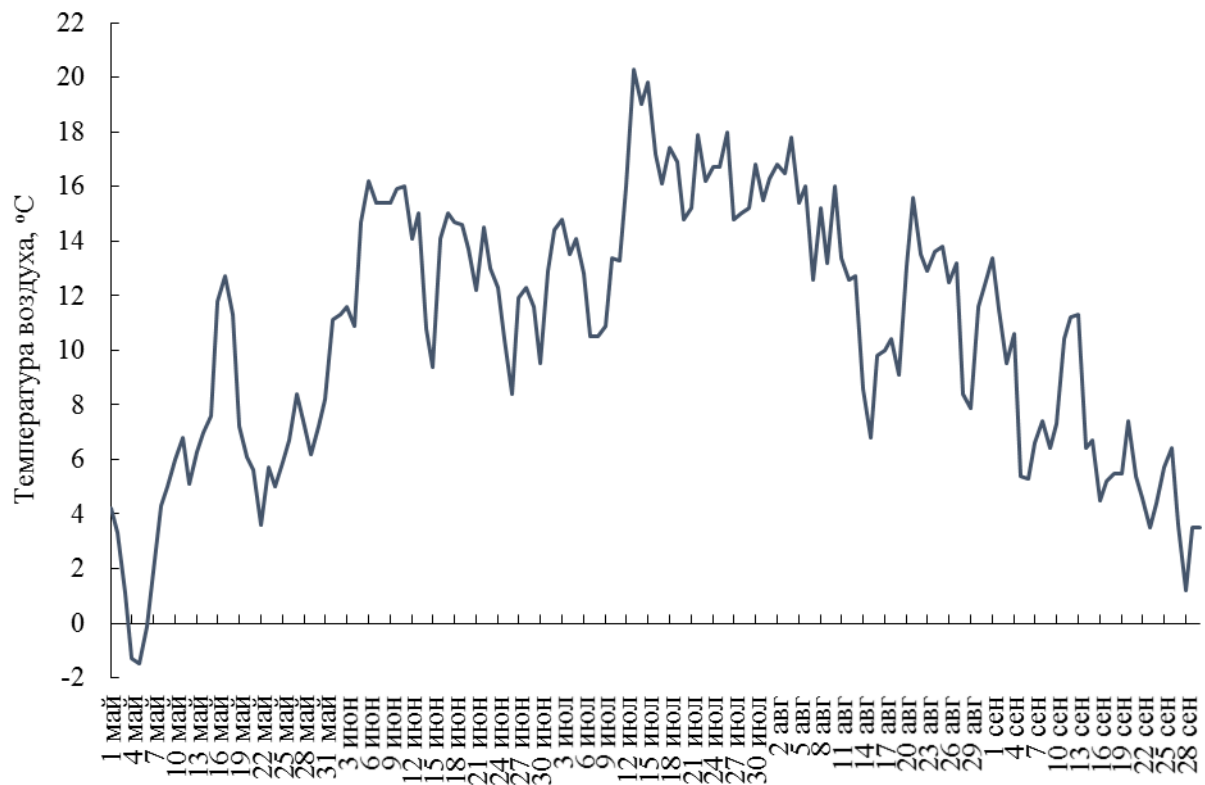


Рис. 3.19. Среднесуточная температура воздуха по ГП с. Баянкол, р. Баянкол за селеопасный период.

4. ОБЛАСТЬ ЖЕТЫСУ

В области Жетысу находится селеопасный район – горная система Жетысу Алатау. Ее протяженность на территории Казахстана до 300 км, ширина от 150 км (в центре) до 80 км (на окраинах). Горные хребты вытянуты в широтном направлении и к западу расходятся веерообразно. Главными орографическими элементами Жетысу Алатау являются два крупных хребта Северный Центральный и Южный Центральный, разделенные долиной р. Коксу (рисунок 4.1). В верховьях р. Коксу хребты смыкаются, образуя горный узел. Наивысшая вершина Жетысу Алатау – пик Семенова-Тян-Шанского (4622 м). В 2015 г. площадь оледенения Жетысу Алатау составляла 467 км², объем – 17,8 км³ (Вилесов Е.Н., 2016).

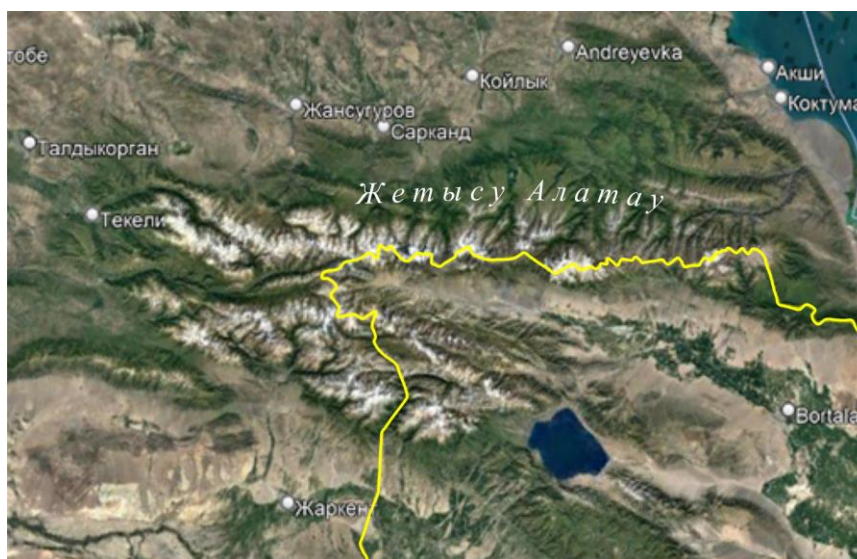


Рис. 4.1. Жетысу Алатау.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.

На северном склоне Северного Центрального хребта среднее многолетнее годовое количество осадков увеличивается с запада на восток. В западной части хребта среднее многолетнее годовое количество осадков составляет около 495 мм (по данным МС Сарканд), в восточной части – около 716 мм (по данным МС Лепси). В селеопасный период (с мая по сентябрь) в западной и восточной частях хребта выпадает около 40 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май-июль (более 73 % осадков за селеопасный период).

На южном склоне Южного Центрального хребта среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 552 мм (по данным МС Когалы). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает около 40 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май-июль (более 76 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в Жетысу Алатау, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае осадки выпадали неравномерно. На северном

склоне Северного Центрального хребта в центральной и восточной частях выпало осадков около 80–90 % нормы, в западной части – менее 50 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 0,9–1,4 °С.

На южном склоне Южного Центрального хребта в восточной части выпало осадков около 100–130 % нормы, в западной части – менее 50 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 0,5–1,5 °С.

В июне было сухо, на северном склоне Северного Центрального хребта и южном склоне Южного Центрального хребта осадков выпало менее 40 % нормы. Среднемесячная температура воздуха на северном склоне Северного Центрального хребта была выше нормы на 0,9–1,3 °С, на южном склоне Южного Центрального хребта – на 1,7–2,3 °С.

В июле на северном склоне Северного Центрального хребта и южном склоне Южного Центрального хребта осадков выпало менее 50 % нормы. Среднемесячная температура воздуха на северном склоне Северного Центрального хребта в центральной части была выше нормы на 2,7 °С, в западной и восточной частях была выше нормы на 1,7 °С. Среднемесячная температура воздуха на южном склоне Южного Центрального хребта была выше нормы на 2,3–2,7 °С.

В августе на северном склоне Северного Центрального хребта в центральной и восточной частях было влажно, осадков выпало около 130–140 % нормы, в западной части хребта было экстремально влажно, осадков выпало более 200 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 0,8–1,4 °С.

На южном склоне Южного Центрального хребта в восточной части выпало осадков около 150 % нормы, в западной части – около 170 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 0,5 °С.

В сентябре на северном склоне Северного Центрального хребта было влажно, в центральной и западной частях осадков выпало около 180–188 % нормы, в восточной части хребта – около 198 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была около нормы.

На южном склоне Южного Центрального хребта было экстремально влажно, выпало осадков около 266 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 1,3 °С.

В Жетысу Алатау горных метеостанций нет. О метеорологической ситуации на северном склоне Северного Центрального хребта приходится судить по данным МС Сарканд, расположенной на высоте 764 м и МС Лепси, расположенной на высоте 1012 м, на южном склоне Южного Центрального хребта – по данным ГП с. Аралтобе (р. Коктал), расположенного на высоте 1630 м (таблица 4.1).

По данным МС Сарканд, в мае наблюдалось два «сильных дождя»: 20 и 22 мая, осадков выпало 15,4 мм и 18 мм соответственно. В августе наблюдался «сильный дождь» 12 августа, осадков выпало 17 мм. В сентябре наблюдался «сильный дождь» 24 сентября, осадков выпало 27 мм (рисунок 4.2). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 146 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (2,2 °С) наблюдалась 3 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (31 °С) наблюдалась 14 июля (рисунок 4.3).

Таблица 4.1 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
МС Сарканд					
Сумма осадков за месяц, мм	50,4	12,2	20,1	33,2	42,5
Среднемесячная температура воздуха, °С	15,0	22,3	25,4	22,7	15,7
МС Лепси					
Сумма осадков за месяц, мм	65,8	23,2	29,3	54,5	68,6
Среднемесячная температура воздуха, °С	10,6	17,2	19,7	17,1	11,2
ГП с. Аралтобе (р. Коктал)					
Сумма осадков за месяц, мм	15	-	25,1	-	19,3
Среднемесячная температура воздуха, °С	8,8	16,2	18,8	17,7	6,2

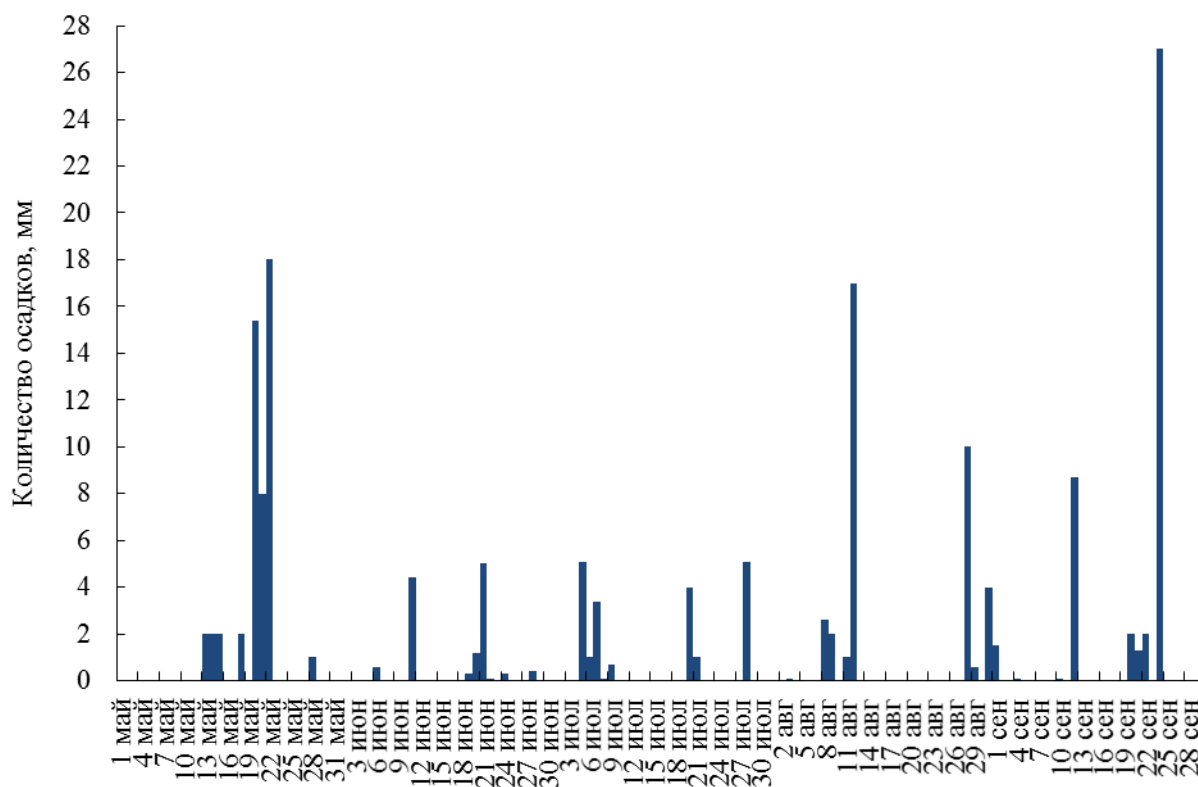


Рис. 4.2. Осадки по МС Сарканд (северный склон Северного Центрального хребта) за селеопасный период.

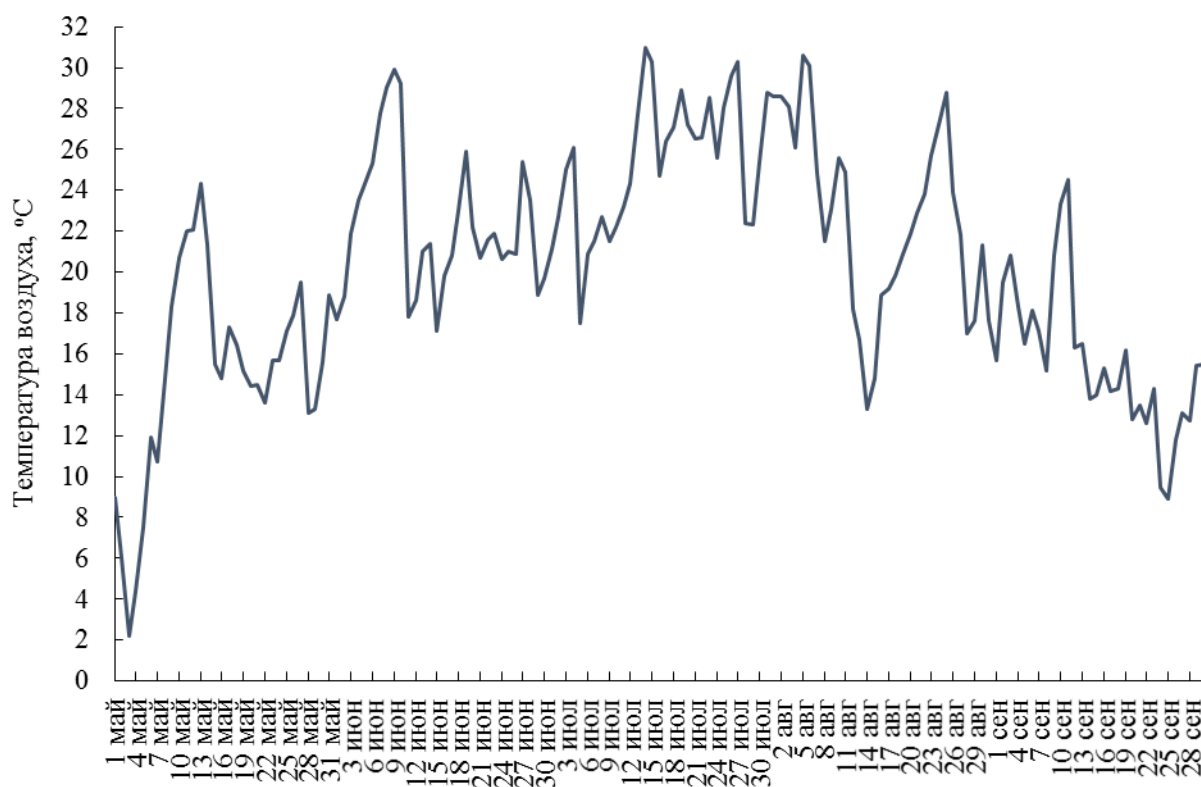


Рис. 4.3. Среднесуточная температура воздуха по МС Сарканд (северный склон Северного Центрального хребта) за селеопасный период.

По данным ГП с. Аралтобе (р. Коктал), в сентябре наблюдался «сильный дождь» 21 сентября, выпало осадков 17,3 мм (рисунок 4.4). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °C в течение 106 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (1,1 °C) наблюдалась 4 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (22,3 °C) наблюдалась 18 июля (рисунок 4.5).

Сезонная снеговая линия достигла отметки 3000 м 23 мая, что создало условия для селеформирования в среднегорной зоне; сезонная снеговая линия достигла отметки 3500 м 16 июня, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне.

В селеопасном периоде 2023 г. в Жетысу Алатау селепроявления не наблюдались. На северном склоне Северного Центрального хребта наблюдались «сильные осадки» в мае, августе и сентябре, которых оказалось недостаточно для селеформирования. На южном склоне Южного Центрального хребта наблюдался «сильный дождь» в сентябре, селепроявления не наблюдались.

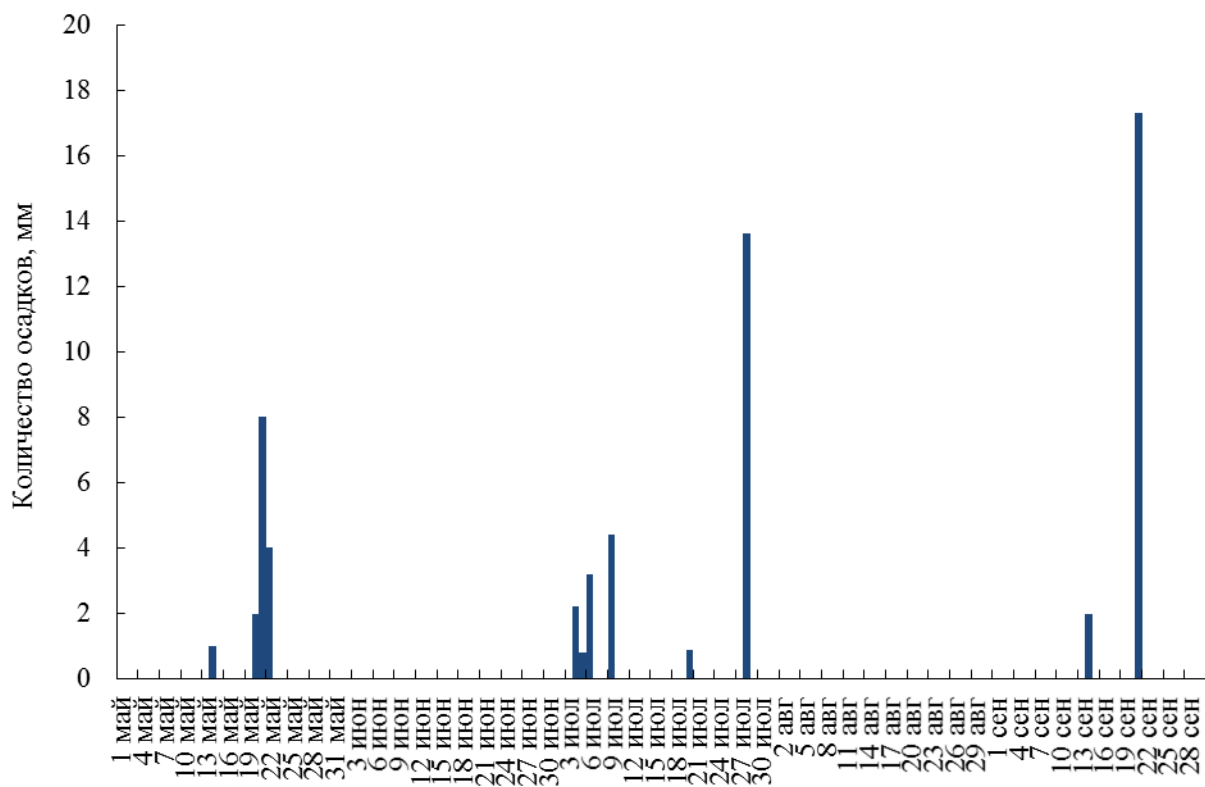


Рис. 4.4. Осадки по ГП с. Аралтобе, р. Коктал
(южный склон Южного Центрального хребта) за селеопасный период.

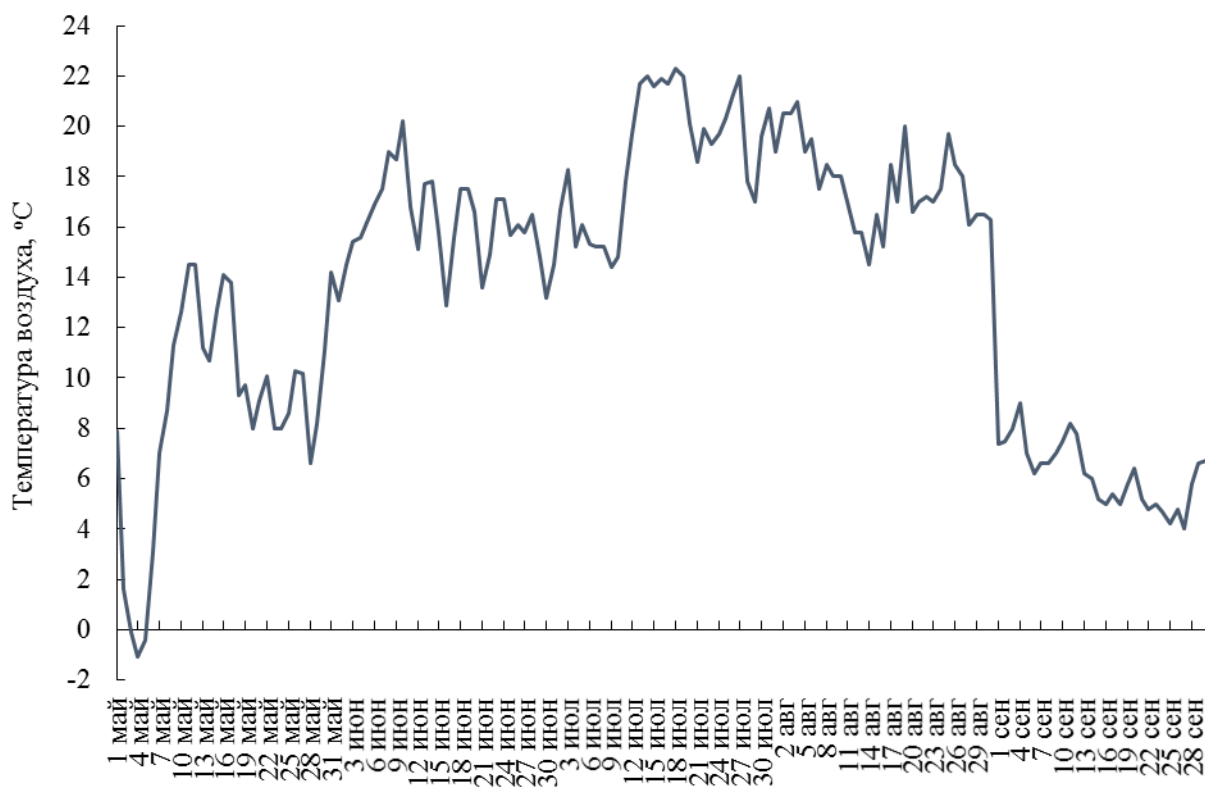
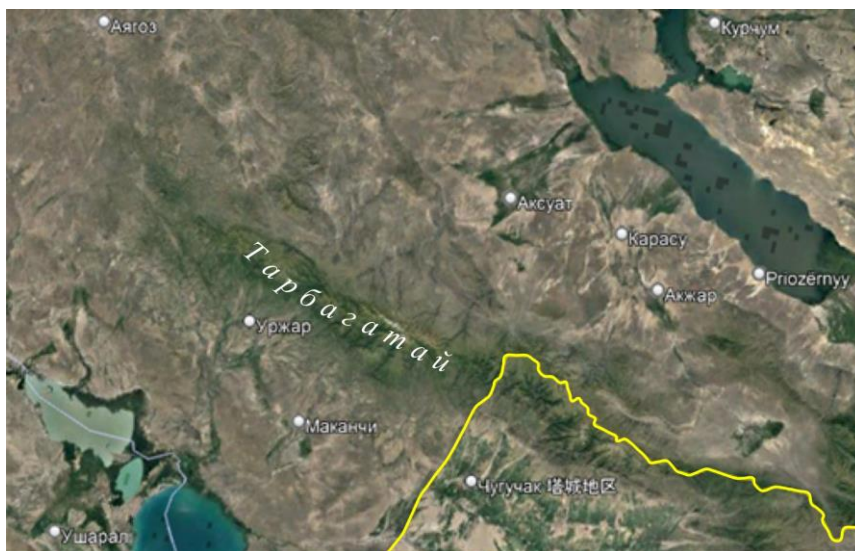


Рис. 4.5. Среднесуточная температура воздуха по ГП с. Аралтобе, р. Коктал
(южный склон Южного Центрального хребта) за селеопасный период.

5. ОБЛАСТЬ АБАЙ

В области Абай расположен селеопасный район – хребет Тарбагатай. Тарбагатай является частью Саур-Тарбагатайской горной системы. На территории Казахстана находится западная часть хребта (Западный Тарбагатай), а также северный склон его восточной части (рисунок 5.1). Протяженность хребта около 300 км, ширина – от 20 до 50 км. Высочайшая вершина хребта – гора Тастау (2992 м), средняя высота хребта – около 2000 м. Оледенение в Тарбагатае отсутствует.



*Рис. 5.1. Хребет Тарбагатай.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.*

На северо-восточном склоне Западного Тарбагатая среднее многолетнее годовое количество осадков составляет около 215 мм (по данным МС Аксуат). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает около 60 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на июнь-июль (56 % осадков за селеопасный период).

На юго-западном склоне Западного Тарбагатая среднее многолетнее годовое количество осадков составляет около 452 мм (по данным МС Уржар). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает около 30 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май-июль (около 70 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в Тарбагатае, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае было сухо, в центральной и восточной частях юго-западного склона хребта выпало осадков около 30–35 % нормы, на северо-восточном склоне – менее 20 % нормы, в западной части хребта – около 30 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в центральной и восточной частях юго-западного склона хребта была ниже нормы на 1,3–1,7 °С, на северо-восточном склоне хребта и в его западной части – ниже нормы на 0,6–0,8 °С.

В июне было сухо, на большей части хребта выпало осадков менее 30 % нормы, в западной части хребта – около 35 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в западной и восточной частях хребта была выше нормы на 1,1–1,4 °С, в центральной и восточной частях юго-западного склона – выше нормы на 1,8–2,2 °С.

В июле было сухо, в центральной и восточной частях юго-западного склона хребта выпало осадков около 54 % нормы, на северо-восточном склоне – около 24 % нормы, в западной части хребта – около 40 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2,4–2,8 °С.

В августе в центральной и восточной частях юго-западного склона хребта выпало осадков около 110–138 % нормы, на северо-восточном склоне – около 220 % нормы, в западной части хребта – около 372 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в западной и восточной частях хребта была около нормы, в центральной и восточной частях юго-западного склона – выше нормы на 0,6–1 °С.

В сентябре в центральной и восточной частях юго-западного склона хребта выпало осадков около 179–187 % нормы, на северо-восточном склоне – около 250 % нормы, в западной части хребта – около 435 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была около нормы.

В Тарбагатае горных метеостанций нет. Метеорологическая ситуация на юго-западном склоне хребта оценивалась по данным МС Уржар, расположенной на высоте 489 м. В селеопасный период на МС Уржар наблюдались осадки, не приводящие к селеформированию (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Сумма осадков за месяц, мм	12,5	9,6	17,0	31,1	35,4
Среднемесячная температура воздуха, °С	14,3	22,3	24,7	21,0	14,2

По данным метеорологической станции, в селеопасном периоде «сильные осадки» не наблюдались (рисунок 5.2). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 145 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (3,3 °С) наблюдалась 2 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (30,4 °С) наблюдалась 6 августа (рисунок 5.3).

В селеопасном периоде 2023 г. в Тарбагатае «сильный дождь» не наблюдался. К 13 июня сезонной снеговой линии как таковой уже не было, снег лежал пятнами, создавая условия для селеформирования.

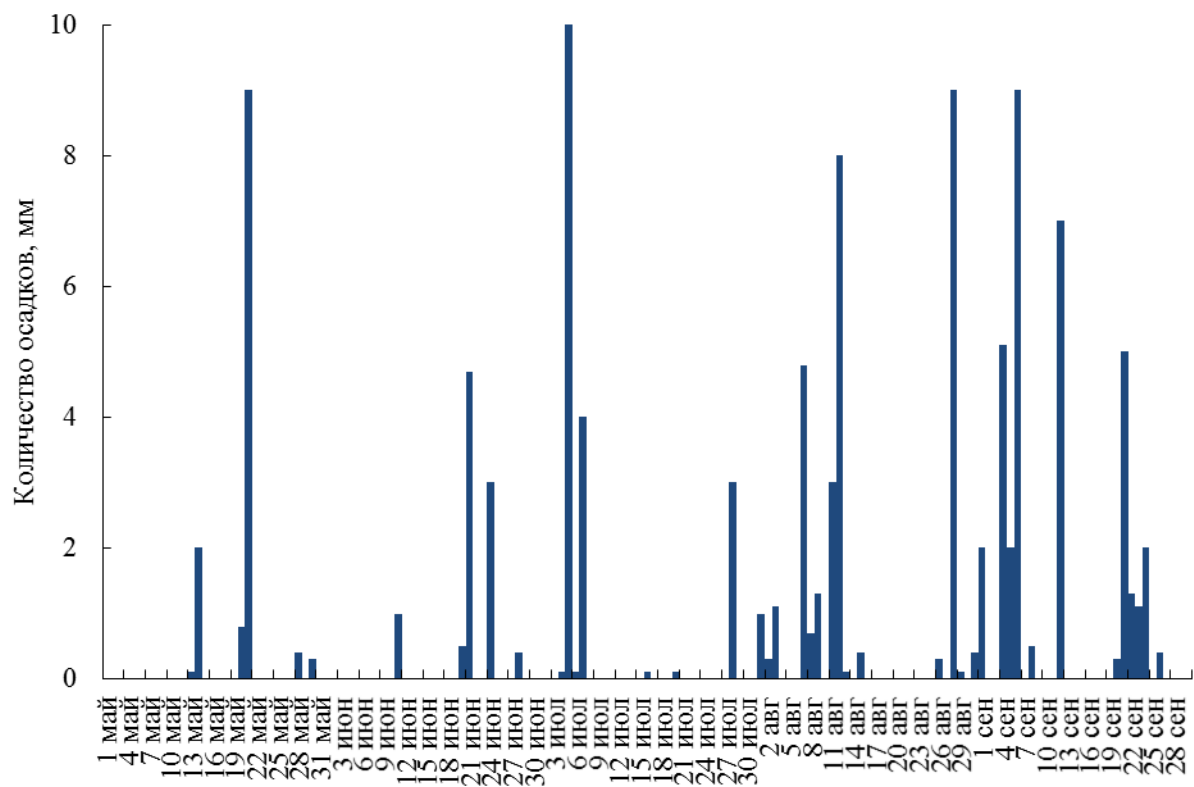


Рис. 5.2. Осадки по МС Уржар за селеопасный период.

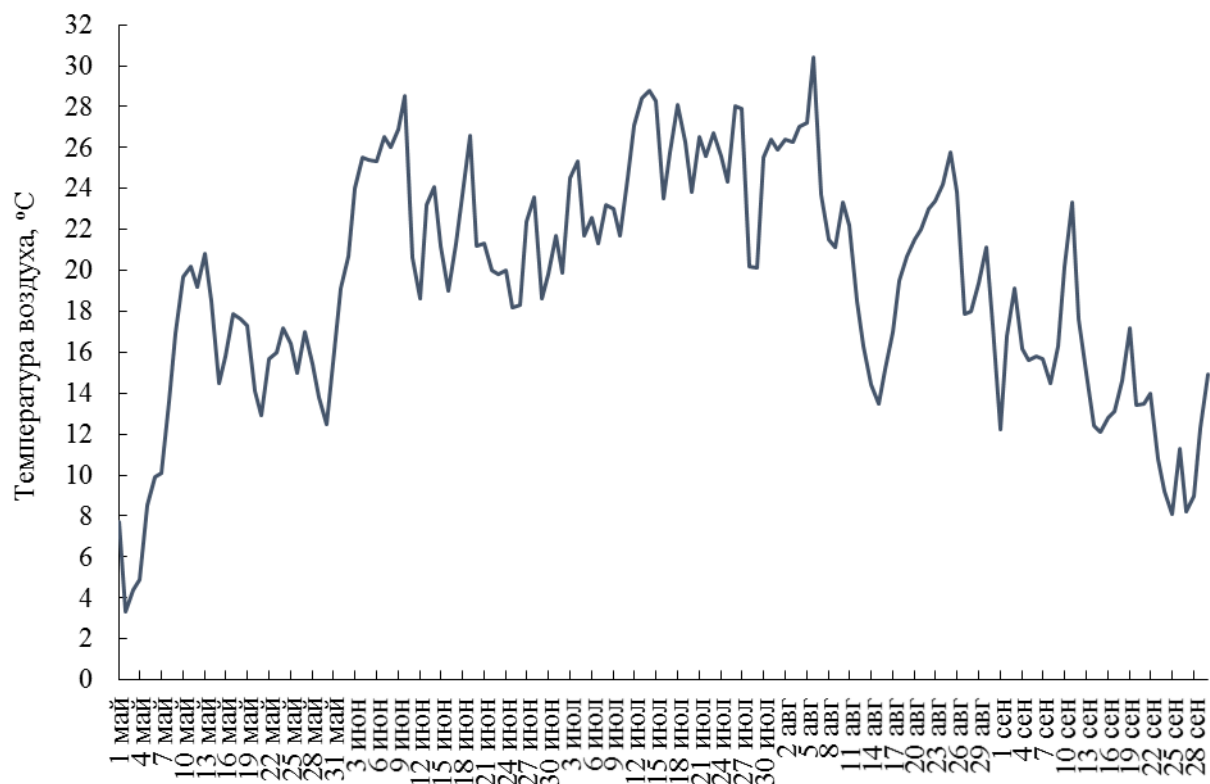


Рис. 5.3. Среднесуточная температура воздуха по МС Уржар за селеопасный период.

6. ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

В Восточно-Казахстанской области находятся селеопасные районы: хребет Саур и хребты Казахстанского Алтая.

Хребет Саур является частью Саур-Тарбагатайской горной системы. Западная часть северного склона хребта находится на территории Казахстана (рисунок 6.1). Протяженность казахстанской части хребта около 75 км, ширина – 40–45 км. Наивысшая вершина Саура – гора Музтау (3816 м), находится на территории Китая. В 2015 г. площадь оледенения Саура составляла 11 км², объем – 0,33 км³ (Вилесов Е.Н., 2016).



*Рис. 6.1. Хребет Саур.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.*

На северо-западном склоне Саура среднее многолетнее годовое количество осадков составляет менее 330 мм (по данным МС Зайсан). В селеопасном периоде (с мая по сентябрь) выпадает более 50 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков приходится на май-июль (около 70 % осадков за селеопасный период).

В селеопасном периоде 2023 г. в Сауре, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае осадков выпало менее 100 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 1,6 °С.

В июне было сухо, осадков выпало менее 20 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 1,3 °С.

В июле было сухо, осадков выпало менее 40 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2 °С.

В августе осадков выпало 134–160 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 0,5 °С.

В сентябре осадков выпало около 250 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была ниже нормы на 0,2 °С.

В Сауре горных метеостанций нет. О метеорологической ситуации в горах Саура приходится судить по данным МС Зайсан, расположенной на высоте 591 м (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Сумма осадков за месяц, мм	42,2	7,1	14,2	35,1	74,1
Среднемесячная температура воздуха, °С	14,5	23,0	25,6	22,8	15,1

По данным метеорологической станции, в мае наблюдался «сильный дождь» 14 мая, выпало осадков 16 мм. В сентябре наблюдался «сильный дождь» 26 сентября, выпало осадков 18 мм (рисунок 6.2). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 143 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (2,8 °С) наблюдалась 2 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (34,4 °С) наблюдалась 15 июля (рисунок 6.3).

Сезонная снеговая линия достигла отметки 3000 м 15 июня, отметки 3300 м – 18 июля, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне.

В селеопасном периоде 2023 г. в Сауре селепроявления не наблюдались. В мае и сентябре наблюдались «сильные осадки», которых оказалось недостаточно для селеформирования.

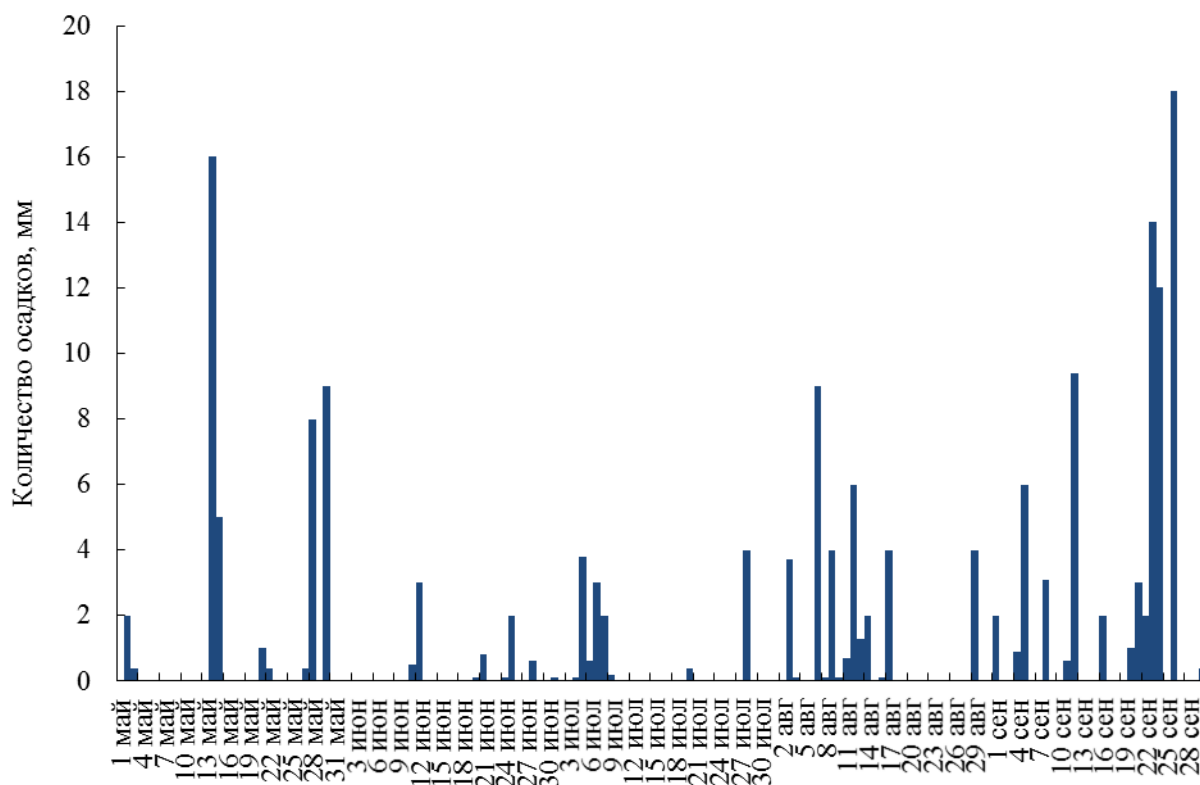


Рис. 6.2. Осадки по МС Зайсан за селеопасный период.

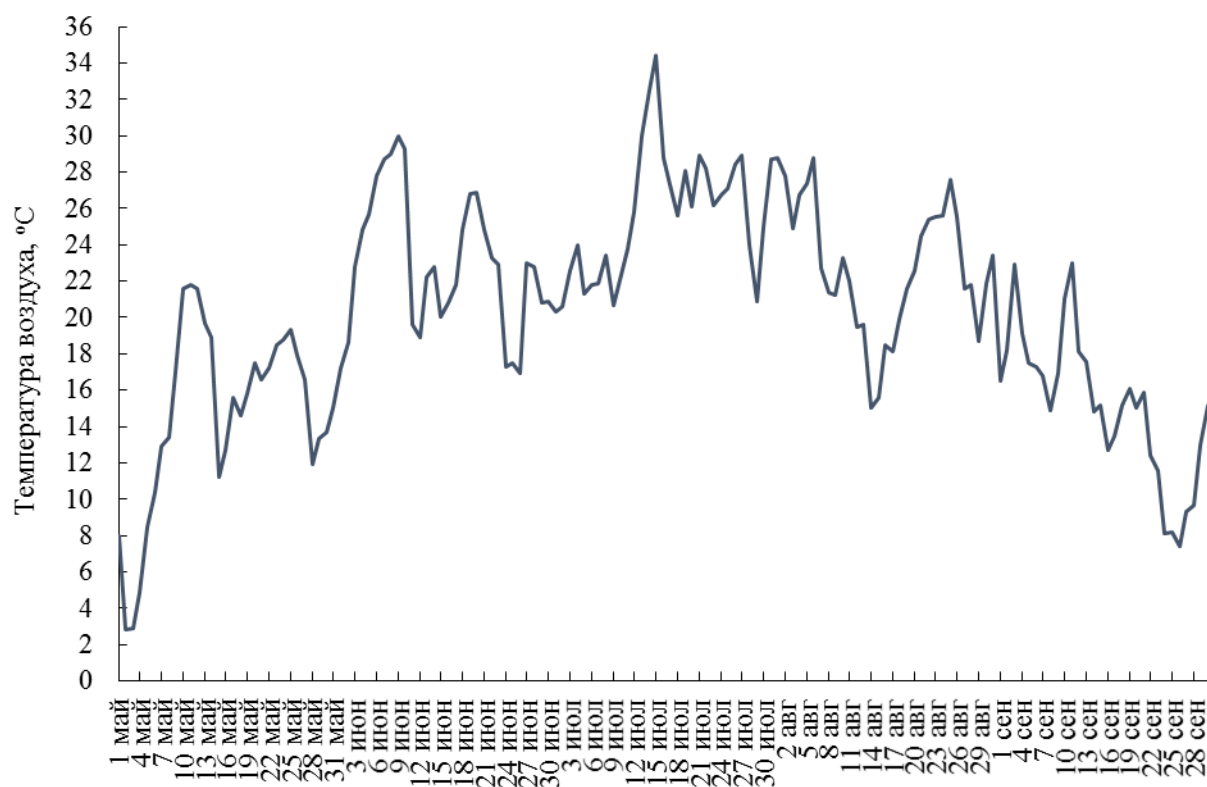
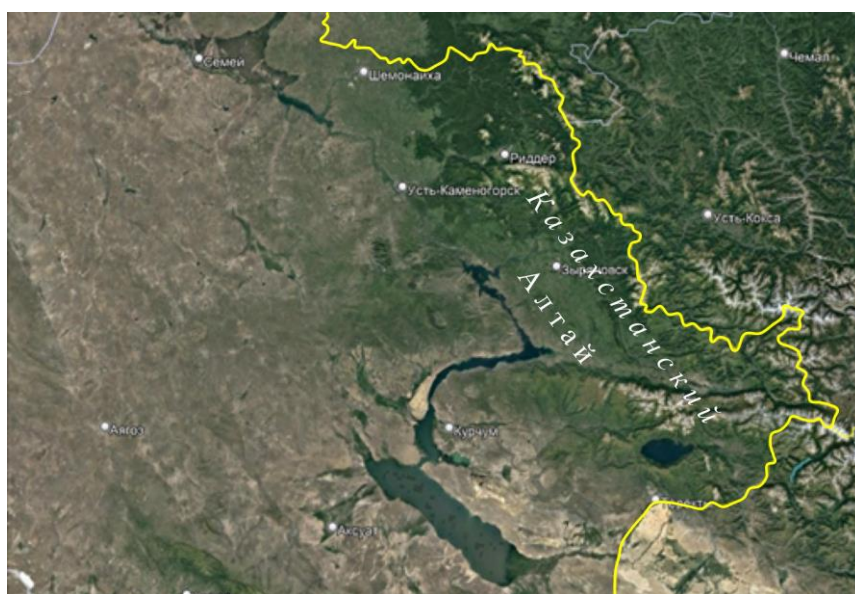


Рис. 6.3. Среднесуточная температура воздуха по МС Зайсан за селеопасный период.

Казахстанский Алтай – юго-западная часть Алтайской горной системы, расположенная на территории Казахстана (рисунок 6.4). На территории Казахстанского Алтая находится 15 горных хребтов. Наивысшая вершина – гора Белуха (4506 м), расположена на границе Казахстана и России. В 2015 г. площадь оледенения Казахстанского Алтая составляла 37,2 км², объем – 1,12 км³ (Вилесов Е.Н., 2016).



*Рис. 6.4. Казахстанский Алтай.
Перспективное изображение с сервиса Google Earth.*

В Казахском Алтае среднее многолетнее годовое количество осадков увеличивается с юго-востока на северо-запад. В юго-восточной части Казахского Алтая среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 442,4 мм (по данным МС Катон-Карагай), в северо-западной части – 636,7 мм (по данным МС Риддер). В селеопасный период (с мая по сентябрь) в юго-восточной и северо-западной частях Казахского Алтая выпадает около 60 % годовой нормы осадков. Наибольшее среднее многолетнее месячное количество осадков в юго-восточной части приходится на июнь-июль (45 % осадков за селеопасный сезон), в северо-западной части – на май-июль (около 67 % осадков за селеопасный сезон).

В селеопасном периоде 2023 г. в Казахском Алтае, по данным о пространственно-временной изменчивости аномалий средних месячных температур воздуха и месячных сумм осадков относительно норм, в мае в северо-западной части (район Риддер) осадков выпало 42 % нормы, в юго-восточной части (район Катон-Карагай) – 56 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в северо-западной части была ниже нормы на 0,8 °С, в юго-восточной части – на 1,5 °С.

В июне в северо-западной части осадков выпало около 35 % нормы, в юго-восточной части – около 45 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в северо-западной части была выше нормы на 1,9 °С, в юго-восточной части – на 2,2 °С.

В июле в северо-западной части осадков выпало около 91 % нормы, в юго-восточной части – около 62 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 1,8 °С.

В августе в северо-западной части осадков выпало около 88 % нормы, в юго-восточной части – около 190 % нормы. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 0,8 °С.

В сентябре в северо-западной и юго-восточной частях Казахского Алтая было экстремально влажно, осадков выпало около 230 % нормы. Среднемесячная температура воздуха в северо-западной части была ниже нормы на 0,5 °С, в юго-восточной части – на 0,8 °С.

В Казахском Алтае горных метеостанций нет. Метеорологическая ситуация в северо-западной части Казахского Алтая оценивалась по данным МС Риддер, расположенной на высоте 809 м, а в юго-восточной части Казахского Алтая – по данным ГП с. Катон-Карагай (р. Сарымсақты), расположенного на высоте 1009 м (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Метеорологические условия в селеопасном периоде 2023 г.

Метеоусловия	Селеопасный период				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
МС Риддер					
Сумма осадков за месяц, мм	31,4	27,0	77,5	53,2	128,3
Среднемесячная температура воздуха, °С	10,3	17,6	19,3	16,5	9,2
ГП с. Катон-Карагай (р. Сарымсақты)					
Сумма осадков за месяц, мм	30,7	25,4	38	99,6	93,9
Среднемесячная температура воздуха, °С	8,9	17,4	18,9	16,4	9,0

По данным МС Риддер, в мае наблюдался «сильный дождь» 14 мая, осадков выпало 24 мм. В июле наблюдался «сильный дождь» 29 июля, осадков выпало 17 мм. В августе наблюдался «сильный дождь» 11 августа, осадков выпало 16 мм. В сентябре наблюдалось три «сильных дождя»: 23, 25 и 26 сентября, выпало 17 мм, 17 мм и 21 мм соответственно (рисунок 6.5). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °С в течение 121 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (минус 0,8 °С) наблюдалась 2 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (27,6 °С) наблюдалась 14 июля (рисунок 6.6).

Сезонная снеговая линия достигла отметки 2600 м (климатическая снеговая линия) 18 июня, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне.

В селеопасном периоде 2023 г. в северо-западной части Казахстанского Алтая селепроявления не наблюдались. В мае, июле, августе и сентябре наблюдались «сильные осадки», которых оказалось недостаточно для селеформирования.

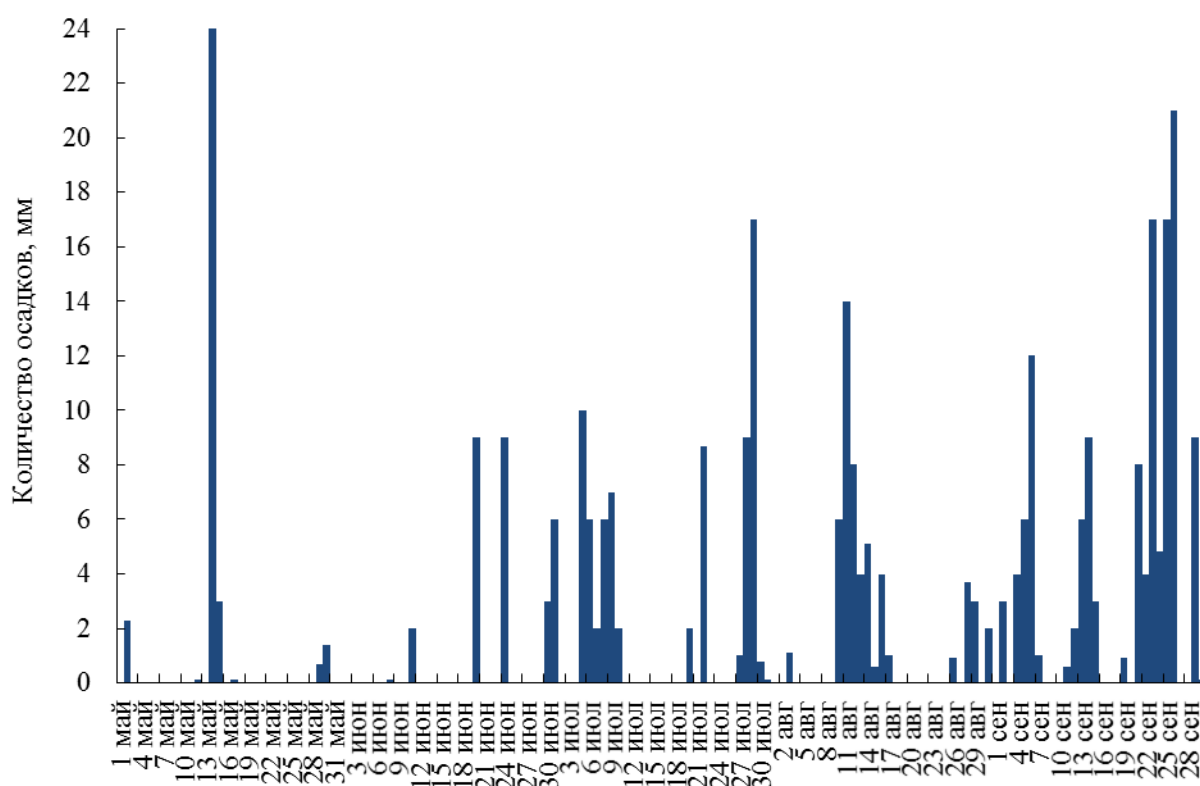


Рис. 6.5. Осадки по МС Риддер за селеопасный период.

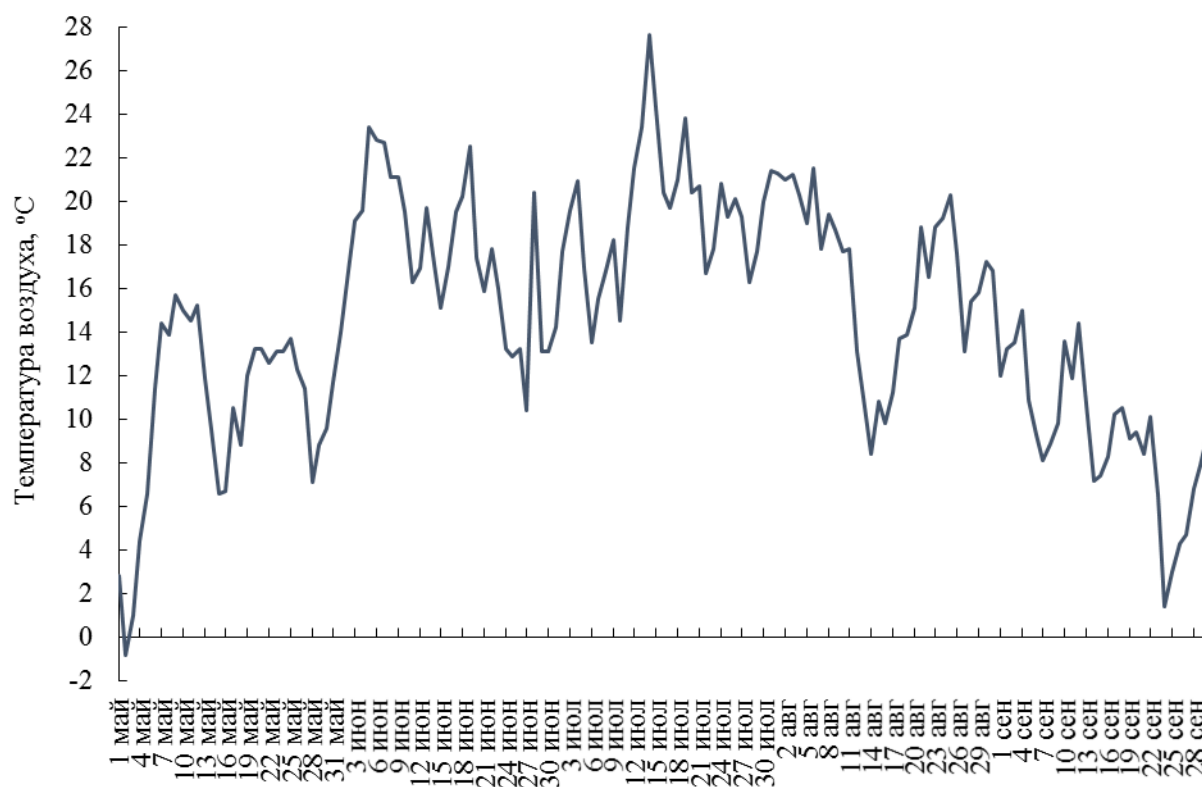


Рис. 6.6. Среднесуточная температура воздуха по МС Риддер за селеопасный период.

По данным ГП с. Катон-Карагай (р. Сарымсакты), в мае наблюдался «сильный дождь» 14 мая, осадков выпало 17 мм. В сентябре наблюдался «сильный дождь» 26 сентября, осадков выпало 34 мм (рисунок 6.7). В селеопасном периоде среднесуточная температура воздуха превышала 10 °C в течение 120 суток. Минимальная среднесуточная температура воздуха (минус 2,4 °C) наблюдалась 2 мая; максимальная среднесуточная температура воздуха (24,3 °C) наблюдалась 13 июля (рисунок 6.8).

Сезонная снеговая линия достигла отметки 2600 м (климатическая снеговая линия) 18 июня, создавая условия для селеформирования в высокогорной зоне.

В селеопасном периоде 2023 г. в юго-восточной части Казахстанского Алтая селепроявления не наблюдались. В мае и сентябре наблюдались «сильные осадки», которых оказалось недостаточно для селеформирования.

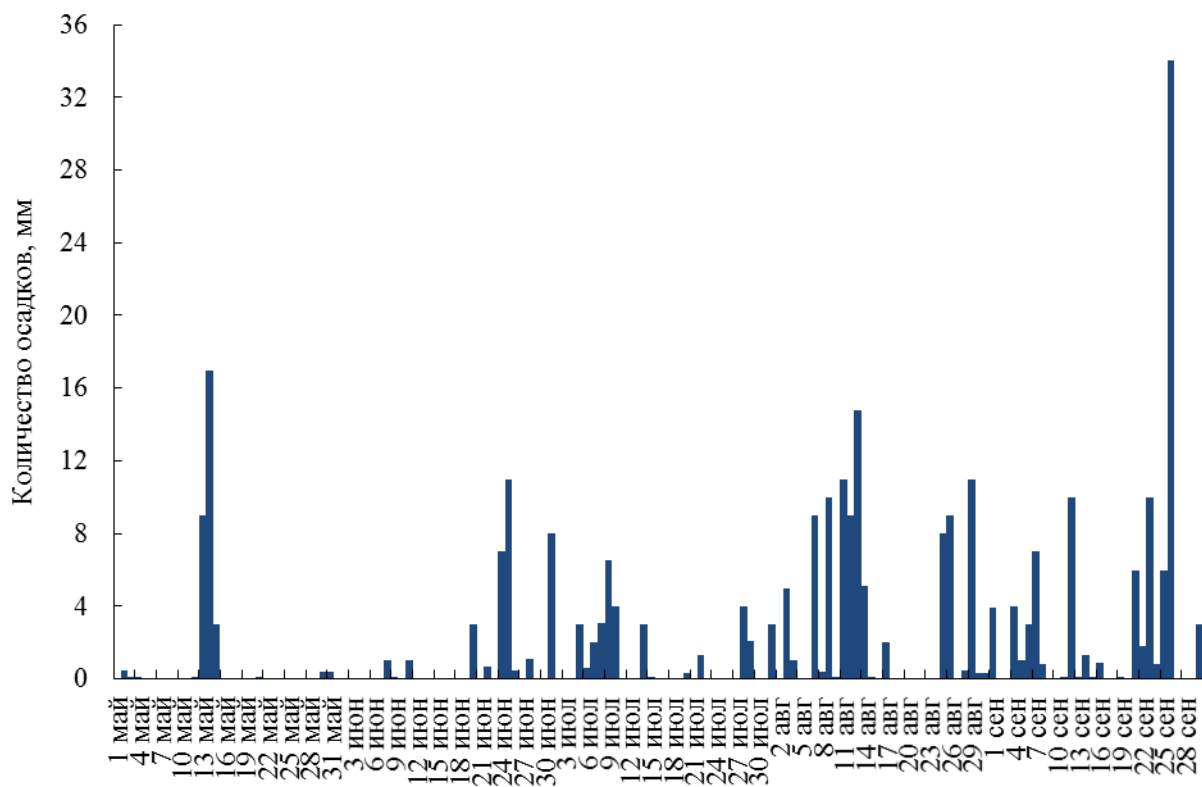


Рис. 6.7. Осадки по ГП с. Катон-Карагай, р. Сарымсакты за селеопасный период.

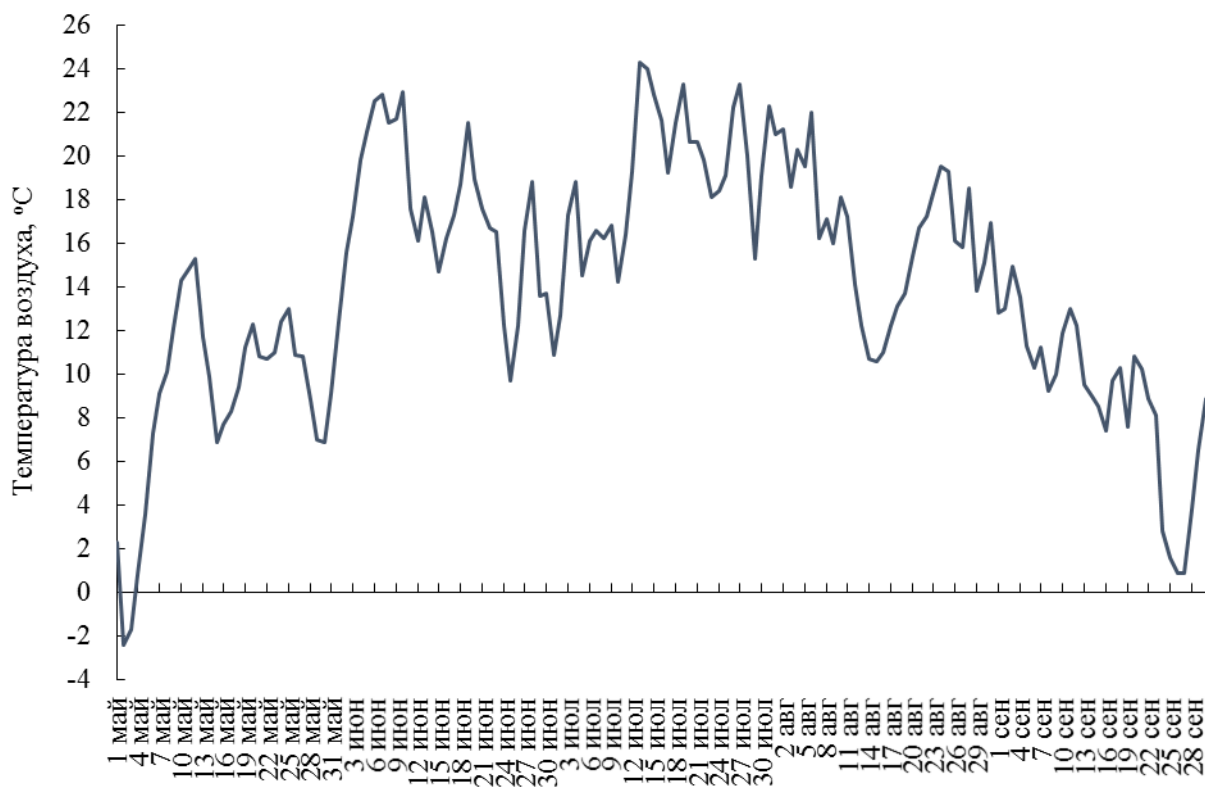


Рис. 6.8. Среднесуточная температура воздуха по ГП с. Катон-Карагай, р. Сарымсакты за селеопасный период.

ВЫВОДЫ

В селеопасном периоде 2023 г. использовался метод сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса, разработанный в РГП «Казгидромет». Необходимость разработки метода сверхкраткосрочного прогноза селей связана с большим социальным и материальным ущербом, обусловленным неоправдавшимися прогнозами.

Достоинствами метода сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса являются максимальная приближенность к ожидаемому явлению и заблаговременность, которая превышает таковую автоматизированной системы мониторинга селевой опасности, созданной для защиты г. Алматы, а также высокая оправдываемость прогноза, поскольку используется, в совокупности с прогнозом погоды, фактическая (текущая) метеорологическая ситуация. Оправдываемость этого метода в десятки раз превышает оправдываемость метода краткосрочного прогноза селей дождевого генезиса, использовавшегося ранее в Казгидромете (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2024).

Сели дождевого генезиса, имевшие место в 2023 г. в Иле Алатау, показали работоспособность метода сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса. При этом нужно помнить, что прогнозируемые значения селеформирующих факторов не имеют 100 % достоверности. Опыт селеопасного периода 2023 г. показал, что незначительное отклонение одного из селеформирующих факторов не приводит к катастрофическим последствиям. Анализ формирования селей в рытвинах, расположенных на правом склоне долины р. Киши Алматы, подтвердил правильность представления о механизме формирования дождевых селей в рытвинах, а также необходимость внедрения в практику защиты от селей дождевого генезиса, формирующихся в рытвинах, способа предотвращения селей путем создания «окон разгрузки», описанных в (Степанов Б.С. и др., 2001; Яфязова Р.К., 2007; Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2014).

Дальнейшее усовершенствование численных методов прогноза погоды для горной территории, установка автоматических метеорологических станций в селеопасных бассейнах во всех высотных зонах позволят повысить качество прогнозов селей дождевого генезиса и обеспечить надежными прогнозами селей дождевого генезиса все населенные пункты, расположенные у подножия хребтов. Наложение фактических и прогнозируемых осадков в горной местности на интерактивную карту селеопасных районов в реальном времени сделает прогноз селей дождевого генезиса более точным и конкретным (Степанов Б.С., 2023).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Вилесов Е.Н. Динамика и современное состояние оледенения гор Казахстана. – Алматы: Казак университеті, 2016. – 268 с.
- Вилесов Е.Н. Изменение размеров горного оледенения Казахстана за вторую половину 20 – начало 21 веков // Гидрометеорология и экология. – 2016. – №2. – С. 43–65.
- Вилесов Е.Н., Калдыбаев А.А. Изменение состояния оледенения бассейна р. Чилик за последние десятилетия // Гидрометеорология и экология. – 2015. – №4. – С. 47–60.
- Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года №400-VI «Экологический кодекс Республики Казахстан». Статья 166. Государственная монополия в области метеорологического, гидрологического мониторинга и мониторинга состояния окружающей среды.
- Наставление по службе прогнозов погоды. – Алматы, 2005. – 26 с.
- Отчет о научно-исследовательской работе «Разработать метод прогноза катастрофических селей дождевого генезиса на северном склоне Заилийского Алатау» / РГП «Казгидромет» ДГП «КазНИИМОСК». – Алматы, 2000. – 104 с.
- Совместный Приказ Министра МЧС РК от 19.01.2021 года №17 и Министра МЭГПР РК от 27.01.2021 года №16-П «По взаимному обмену информацией гидрометеорологического обеспечения».
- Степанов Б.С. Вклад Национальной гидрометеорологической службы Республики Казахстан в селевую безопасность страны // Гидрометеорология и экология. – 2023. – №4. – С. 113–123. <https://doi.org/10.54668/2789-6323-2023-111-4-113-123>.
- Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Механизмы, приводящие к формированию селей дождевого генезиса в высокогорной зоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2001. – №1–2. – С. 74–81.
- Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Состояние проблемы краткосрочного прогноза селей дождевого генезиса // Гидрометеорология и экология. – 2017. – №2. – С. 114–125.
- Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Метод сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса // Гидрометеорология и экология. – 2016. – №4. – С. 71–83.
- Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Сверхкраткосрочный прогноз дождевых селей и формирование селей в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы 21 июля 2023 года // Гидрометеорология и экология. – 2023. – №4. – С. 16–24. <https://doi.org/10.54668/2789-6323-2023-111-4-16-24>.
- Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана. Том 3. Селевые процессы и селетехнические сооружения. – Алматы: Изд-во Института географии, 2014. – 434 с.
- Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2024. Сверхкраткосрочный прогноз селей дождевого генезиса. ГеоРиск, Том XVIII, № 1, с. 18–25, <https://doi.org/10.25296/1997-8669-2024-18-1-18-25>.
- Яфязова Р.К. К концепции сверхкраткосрочного прогноза // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №4. – С. 52–57.
- Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы: Атамұра, 2007. – 158 с.
- Яфязова Р.К., Степанов Б.С., Буралхиев С.А. Обзор селевой опасности дождевого генезиса по горной территории Республики Казахстан за 2023 год // Гидрометеорология и экология. – 2024. – №2. – С. 150–168. <https://doi.org/10.54668/2789-6323-2024-113-2-150-168>

Қазақстан Республикасы
Алматы қ-сы
Абай д-лы, 32
тел.: 8(727)267-53-38
e-mail: seli@meteo.kz



Республика Казахстан
г. Алматы
пр. Абая, 32
тел.: 8(727)267-53-38
e-mail: seli@meteo.kz