

An aerial photograph of a massive glacier flowing through a mountain valley. The glacier is a mix of white and grey, with visible crevasses and rocky moraines. In the background, jagged, snow-capped mountain peaks rise against a clear blue sky. The overall scene is one of a high-altitude, cold environment.

**ЛЕДНИКИ – ВОДНЫЕ  
РЕСУРСЫ  
ТАДЖИКИСТАНА  
В УСЛОВИЯХ  
ИЗМЕНЕНИЯ  
КЛИМАТА**

Государственное Учреждение по гидрометеорологии  
Комитета охраны окружающей среды при Правительстве  
Республики Таджикистана

734025, г. Душанбе, ул. Шевченко 47  
тел. (992 37) 221-51-91, 221-52-91  
fax: (992 37) 221-55-22; 227-61-81  
E-mail: office@meteo.tj

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>1. Индикаторы и тенденции изменения климата в Таджикистане</b>	7
1.1. Изменение температуры воздуха	7
1.2. Изменение атмосферных осадков	10
1.3. Динамика снежного покрова в горах	11
1.4. Стихийные гидрометеорологические явления и их изменчивость	13
1.5. Тенденции засушливости и суровых засух	17
1.6. Прогнозы изменения климата	19
<b>2. Воздействие изменения климата на природные ресурсы</b>	20
2.1. Ледники	20
2.2. Водные ресурсы	28

## ВВЕДЕНИЕ

Таджикистан расположен в горной части Центральной Азии между 36°40' и 41°05' с.ш. и 67°31' и 75°14' в.д. Территория республики протягивается с запада на восток на 700 км и с севера на юг на 350 км, а общая площадь составляет 143.1 тыс. кв. км. С севера и запада Таджикистан граничит с Узбекистаном, с севера с Кыргызстаном, с юга с Афганистаном, с востока с Китаем. Протяженность государственных границ 3000 км.

Благодаря особенностям орографии и климата, Таджикистан является крупным центром современного оледенения Центральной Азии. Ледники – огромное богатство Таджикистана, т.к. они являются не только хранилищами воды, но и регуляторами речного стока и климата. Ледники и вечные снега Таджикистана являются главным источником питания рек бассейна Аральского моря. Ежегодно таяние снежно-ледовых запасов дает несколько кубических километров пресной чистой воды. Ледники Таджикистана занимают площадь 8,4 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 6% территории страны, и в основном они сосредоточены на Памире (рис. 1).

Самым крупным ледником Таджикистана и всей Центральной Азии является ледник Федченко. Его длина превышает 70 км, средняя ширина – 2 км, максимальная толщина льда – 1 км, объем ледника с притоками – около 140 км<sup>3</sup>. Начинается он на высоте 6200 м над ур. моря, а его язык находится на высоте 2910 м над ур. моря. По современным оценкам в Таджикистане насчитывается 8 тыс. ледников, 7 из них имеют длину >20 км.

Реки Таджикистана являются основным источником пополнения Аральского моря, они несут жизнь в нижерасположенные государства и их использование является основой развития ряда отраслей, таких как орошаемое сельское хозяйство и гидроэнергетика.

В республике выделяются несколько крупных водосборных бассейнов: река Сырдарья (Северный Таджикистан), река Зеравшан (Центральный Таджикистан), река Вахш и река Пяндж (Юго-западный Таджикистан и Памир), бессточный бассейн озер Восточного Памира. Самыми крупными реками Таджикистана являются: Пяндж, Вахш, Сырдарья, Зеравшан, Кафирниган, Бартанг. Большинство рек Таджикистана – горные.

Всего в республике насчитывается 947 рек протяженностью более 10 км. Общая длина рек составляет 28 500 км. Среднегодовой поверхностный сток достигает 30–45 литров/сек с 1 км<sup>2</sup> в центральных горных районах страны, и менее 1 литров/сек в пустынных низинных



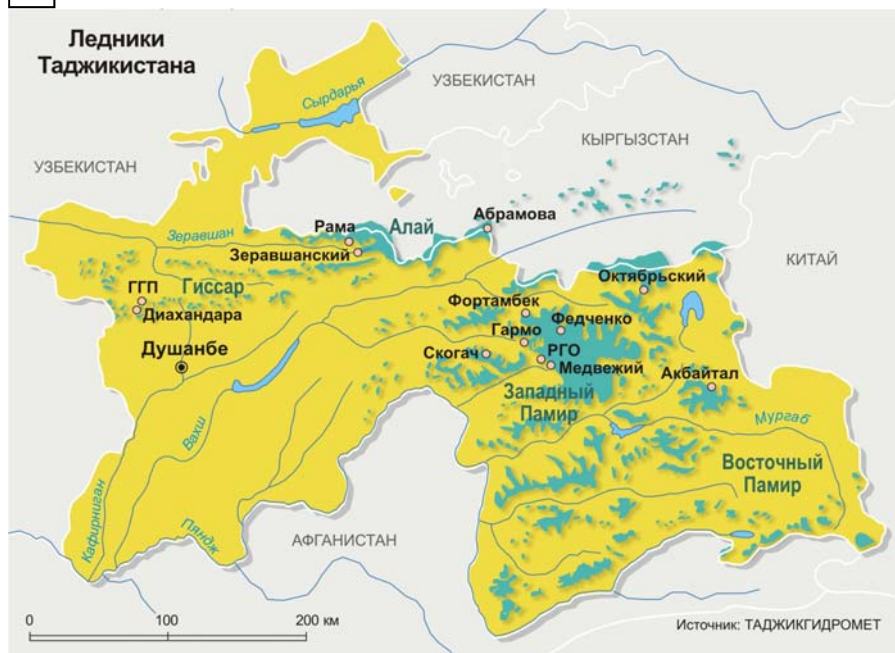


Рис. 1

и высокогорных районах. Средний годовой сток рек, согласно обновленным оценкам, составляет  $53 \text{ км}^3$ . Основной речной сток формируется в бассейнах рек Пяндж и Вахш, слияние которых образует крупнейшую реку Центральной Азии - Амударью. В период полноводья, совпадающий с интенсивным снеготаянием и выпадением ливневых осадков (апрель-август), реки несут большое количество взвешенных частиц, их содержание в некоторых реках достигает  $5 \text{ кг/м}^3$  (р. Амударья, Кызылсу).

Амплитуда годовых колебаний уровня воды в реках сравнительно небольшая и колеблется в пределах 0,6-2,0 м. Уровень воды может значительно повышаться в период наводнений на больших реках: Вахш, Пяндж и Обихингоу.

Последнее десятилетие оказалось самым теплым в глобальном масштабе за прошедшие 150 лет, и температура поверхности нашей планеты увеличилась почти на  $1^\circ\text{C}$ . Согласно оценкам авторитетной Межправительственной Группы Экспертов по Изменению климата (МГЭИК), такое изменение климата произошло, и далее может еще более усугубиться, в основном из-за деятельности человека. Имеются многочисленные свидетельства того, что за последние пятьдеся-

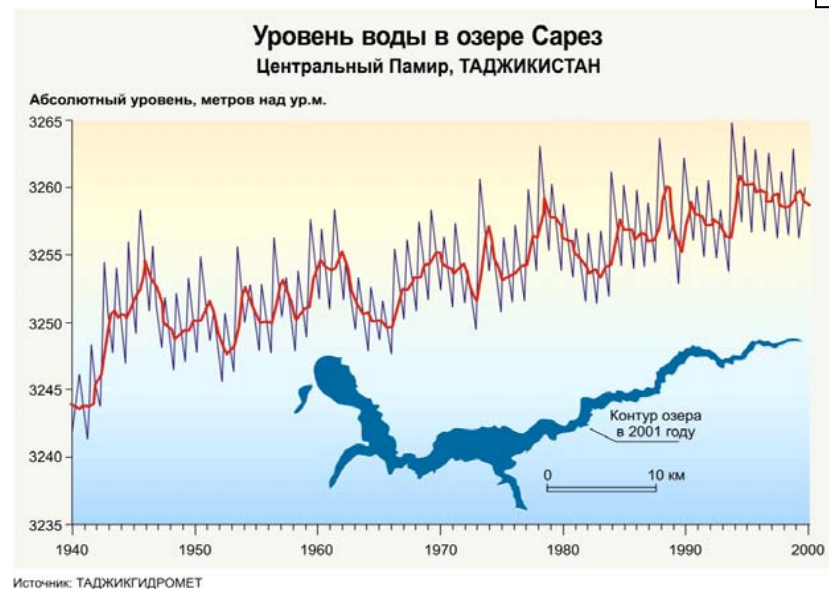
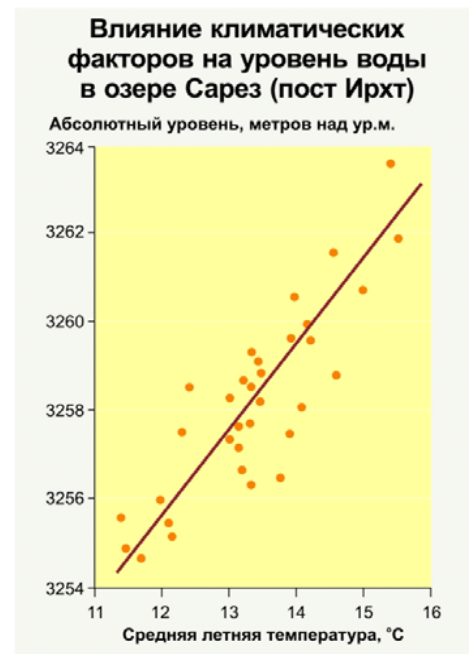


Рис. 22.

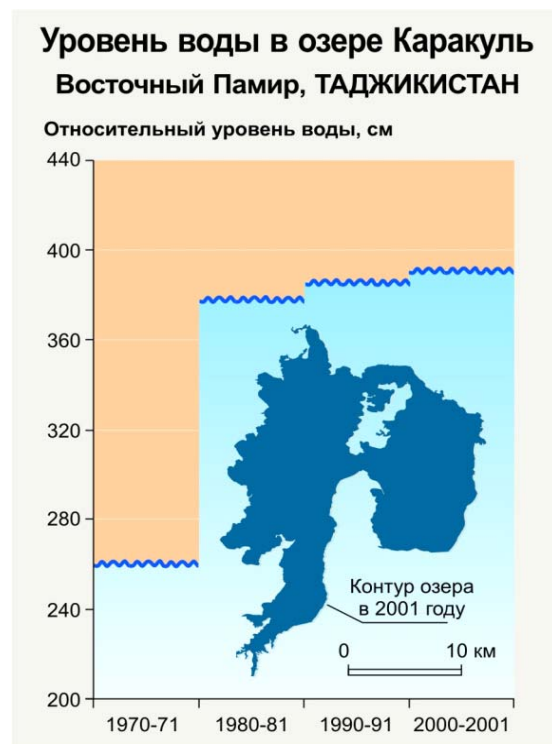


Источник: ТАДЖИКГИДРОМЕТ

Рис. 23.

ников и усиливающийся поверхностный сток являются важными факторами повышения уровня (рис. 23). В водосточном бассейне озера за последние 50 лет сокращение площади ледников составило не менее 20%. Однако, ввиду недостатка данных о гидрологическом режиме Сарезского озера (50% его водосборного бассейна не охвачено гидрометеорологическими наблюдениями), сложно представить исчерпывающие доказательства о взаимосвязи колебаниях уровня с геологическими, гидрометеорологическими факторами и изменением климата.

В озере Искандеркуль в Центральном Таджикистане уровень воды за 50 лет несколько повысился. Увеличение поверхностного стока может быть причиной такой тенденции. Полевые исследования ледников в бассейне озера в 2006 г. показали значительное их сокращение, что в будущем, несомненно, отразится на притоке воды в озеро.



Источник: ТАДЖИКГИДРОМЕТ

Рис. 21.

тилетий, воздействие человека на климат, главным образом ввиду выбросов парниковых газов в атмосферу и обезлесения, стало особенно интенсивным. Только за период 1970-2004 гг. глобальные выбросы парниковых газов возросли на 70%, а концентрация одного из основных парниковых газов  $\text{CO}_2$  увеличилась до уровня 380 ppm (в 19 веке она была на уровне 280 ppm). Продолжающееся увеличение выбросов парниковых газов способствует глобальному потеплению.

Изменение климата уже оказывает заметное влияние на многие территории нашей планеты, например Арктику, Антарктику и Центральную Азию. По данным спутниковых измерений ледовый покров в северном ледовитом океане постоянно снижается, и достиг своего рекордного минимума в 2005-2007 гг. Аналогичная тенденция проявляется и на других морях, более близких к Таджикистану, в регионе Центральной Азии. На севере Каспийского моря, в последнее десятилетие наблюдается сокращение сроков ледостава и общее уменьшение площади зимнего ледового покрова. В зоне Аральского моря, наблюдается как местное воздействие на микроклимат из-за значительного иссушения моря, так и глобальных последствий потепления.

В соседних странах Центральной Азии, например в Узбекистане и Казахстане, тенденции повышения температуры явно прослеживаются практически на всей их территории.

Ледники в горах Центральной Азии и в других регионах мира существенно сократились и активно тают (рис. II). Как следствие, есть все больше опасений, что изменение климата может увеличить водный дефицит (рис. III), негативно повлиять на экосистемы, производство продовольствия и здоровье.

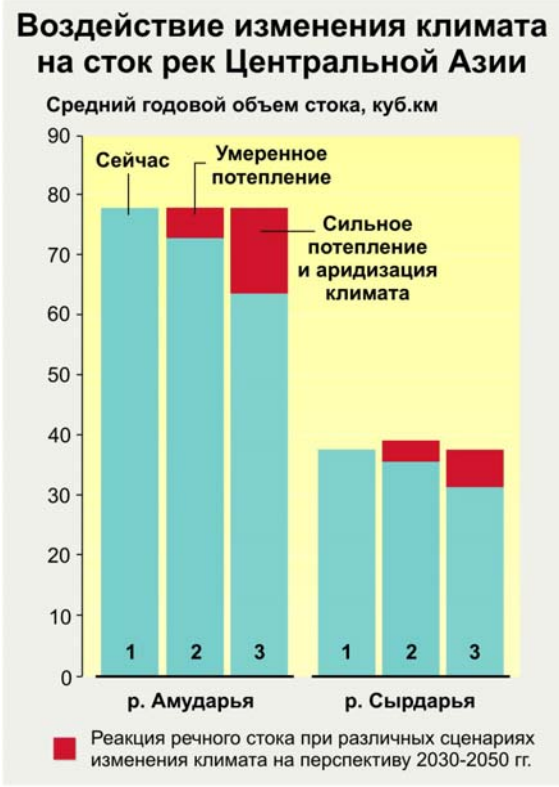
Душанбинская международная водная конференция в июне 2008 г. подчеркнула взаимосвязь между более частыми и разрушительными проявлениями стихийных бедствий и тенденциями изменения климата. Действительно, как в Таджикистане, так и во многих других уголках мира, все больше масштабных и неожиданных наводнений, селей, засух, вспышек насекомых вредителей, пожаров и т.п. связывают с последствиями изменения климата.

На глобальном уровне уже созданы и эффективно действуют научно-исследовательские программы, политические и технические меры по борьбе с изменением климата. Однако требуется больше. Нужно что бы все страны мира, все люди встали на защиту планеты. В контексте международных соглашений Таджикистан постарается обеспечить вклад и приверженность достижению целей Рамочной Конвенции.



Источник: ТАДЖИКГИДРОМЕТ

Рис. II



Источник: ТАДЖИКГИДРОМЕТ и УЗГЛАВГИДРОМЕТ

Рис. III

Колебания уровня воды в крупнейшем высокогорном бессточном озере Каракуль в Таджикистане (современная площадь около 400 кв. км), тесно связаны с колебаниями и изменениями климата на Восточном Памире. Здесь, на фоне сокращения осадков отмечается повышение уровня воды, которое происходит с перерывами на протяжении уже 120 лет. Повышение уровня обусловлено увеличением притока воды в озеро ввиду роста летних температур воздуха и таяния наледей в долине р. Музкол и ледников. В результате повышения уровня, полуостров в центральной части озера был отделен проливом и превратился в остров. Сравнительный анализ батиметрических и картографических съемок озера, начиная с 1880-х годов (исследования Шемановского и Данкова), указывает на повышение уровня воды в озере на 10 метров. С 1969 года, когда гидрометеорологической службой были начаты инструментальные наблюдения за режимом озера, повышение уровня составило более 2 метров к 1990-м годам. Ограниченные данные наблюдений и космической съемки в последние годы свидетельствуют о наивысшем уровне воды и площади зеркала озера. В 1977 году его площадь составляла 379 кв. км, а в 2007-2008 гг. – около 400 кв. км.

В июле 2008 г. экспедицией, организованной в рамках проведения Международного полярного года в Таджикистане, на озере Каракуль (рис. 21) были выполнены натурные и палеоклиматические исследования (взятие проб донных осадков озера, береговых отложений и прилегающих ледников), для определения колебаний климата за длительный период времени.

На малых замкнутых горных озерах Восточного Памира: Булункуль, Шоркуль, Ранкуль и Тузкуль, наблюдается сокращение их площади и уровня воды. Данные натурных наблюдений за высокогорными экосистемами Памира, в том числе за околосредными и озерными экосистемами, подтверждают этот факт. Уменьшение и усыхание озер оказывает влияние на природные циклы: миграции и колонии горных гусей в пределах указанных озер стали отмечаться довольно редко по сравнению с прошлыми временами

Уровень прорывоопасного Сарезского озера в горах Западного Памира, заключающего 17 куб.км пресной воды, остается стабильным и даже повышается, не смотря на уменьшение осадков в верховьях водосбора (рис. 22). Угрозу разрушения плотины Сарезского озера несут как неконтролируемые процессы фильтрации, так и перелив через гребень завала, который может возникнуть в результате обрушения склонов и образования волны. Наивысшие уровни воды в озере с момента его образования в 1911 году и относительного уровня в 1940-х годах отмечались в 1994 и 2005 гг. Видимо, таяние лед-



покровом речной сток уменьшается, а при увеличении снеготпасов, соответственно, увеличивается. Существенную роль в водности реки Вахш играет талая вода ледников (рис. 3.19). В 2007-2008 гг., водность этой крупной реки была меньше среднемноголетней нормы. Сток воды в реке Варзоб, играющей ключевую роль в водоснабжении г. Душанбе, имеет тесную связь с запасами снега в горах и выпадением осадков. Исследования водности (пост Дагана) и климатических изменений в высокогорной зоне бассейна р. Варзоб (ст. Анзобский перевал) показали тенденцию сокращения речного стока вследствие уменьшения снеготпасов и роста межгодовых колебаний, что было особенно выражено в предыдущие два десятилетия (рис. 3.20). Однако в последние 5 лет объем стока в этом бассейне сохраняется в пределах нормы и выше. Ввиду увеличения интенсивности осадков в виде дождя иная тенденция наблюдается на реке Яхсу-Кызылсу (южная), преимущественно снежно-дождевого питания в южном Таджикистане. Здесь годовой сток увеличился, главным образом за счет усиления паводка и наводнений в весенний период. Напротив, летний сток этой реки существенно сократился, в результате чего хозяйственные районы в низовье реки испытывают дефицит воды, что, например, наблюдается в 2008 г.



Рис. 19.

Рис. 20.

## 1. Индикаторы и тенденции изменения климата в Таджикистане

Исследования показали, что температура приземного воздуха в большинстве районов и зон Таджикистана повышается, однако изменение атмосферных осадков имеет неравнозначный характер из-за большого географического и климатического разнообразия территории. Анализ изменения снеготпасов в горах выявил неоднозначную тенденцию в зависимости от высотных зон залегания снега.

Для изучения динамики температуры приземного воздуха и осадков использовались данные свыше 30 станций за период 1940-2005 гг. и за весь период наблюдений. Станции были выбраны как по орографическим и климатическим группам районов, так и по высотным зонам: (до 1000 м, от 1000 до 2500 м, свыше 2500 м над ур. моря). Для оценки изменений снежного покрова были проанализированы данные с 15 станций.

Ледники также являются характерными индикаторами межгодовых погодных колебаний в горах и долгосрочных климатических изменений. Тенденции и состояние оледенения Таджикистана в связи с изменением климата более подробно описаны в последующих разделах.

### 1.1. Изменение температуры воздуха

Прирост температуры в равнинной территории Таджикистана составил 0,1-0,2°C в десятилетие. Наибольший прирост за 65 лет отмечен в Дангаре (1,2°C) и Душанбе (1,0°C), по остальной территории 0,5-0,8°C, в Худжанде 0,3°C (рис. 1). Незначительное повышение температуры в Худжанде, вероятнее всего, связано с развитием орошения и строительством Кайраккумского водохранилища, оказывающего охлаждающий эффект. В горных районах (выше 1000 м над ур. моря) рост годовой температуры за 60 лет составил 0,3-0,5°C, за исключением отдельных обособленных каньонов, где тенденции менее выражены или отрицательны. Наибольший рост годовой температуры воздуха в горной зоне (1,0°-1,2°C) наблюдался в Ховалинге, Файзабаде и Ишкашиме. В высокогорной зоне (более 2500 м), повышение температуры в среднем составило 0,2-0,4°C, до 0,6°C в Джавшангозе. В котловине озера Булункуль отмечена тенденция похолодания, что, может быть связано с особенностями высокогорного климата Восточного Памира.

Анализ изменения температуры воздуха по месяцам выявил значительное потепление в холодное время года, особенно ноябрь-январь, достигающее 1-3°C. В феврале, марте, мае, июне и октябре отмечена тенденция похолодания на всех высотных уровнях. В ве-

сенний период в некоторых предгорных и горных районах в целом преобладает тенденция похолодания ( $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$ ).

Анализ изменения экстремальных значений температуры приземного воздуха показал тенденцию повышения средних максимальных годовых и сезонных температур. Средняя годовая максимальная температура повысилась на  $0,5-1^{\circ}\text{C}$ , за исключением высокогорных районов ( $-0,1^{\circ}\text{C}$ ). Минимальные температуры воздуха также повсеместно повысились, особенно в летне-осенний период, на  $0,5-2,0^{\circ}\text{C}$ . В ряде горных районов в весенний период отмечается понижение минимальных температур. Почти повсеместно, темпы роста минимальных температур опережают темпы роста максимальных (рис. 2).

С потеплением климата произошло увеличение продолжительности безморозного периода. Устойчивый переход через  $0^{\circ}$  стал наблюдаться раньше в весенний период и позже осенью. Продолжительность безморозного периода увеличилась на 5-10 дней в различных районах. В верховьях р. Зеравшан (ст. Дехавз, 2563 м над ур. моря) период с температурой выше  $0^{\circ}$  ранее (в 1941-1960 гг.) наблюдался в среднем 23 марта и 15 октября, а в настоящее время - 20 марта и 20 октября.

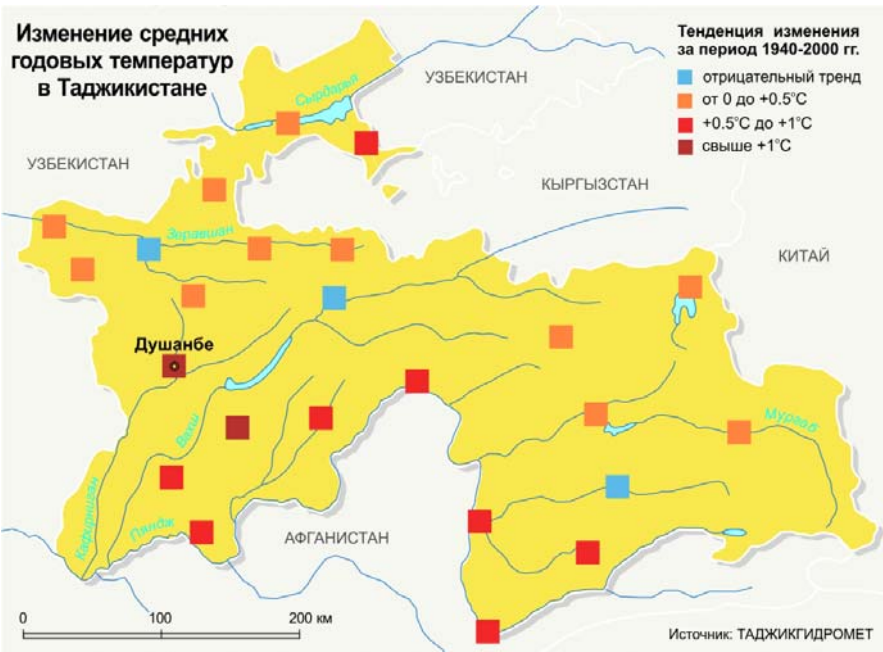


Рис. 1.

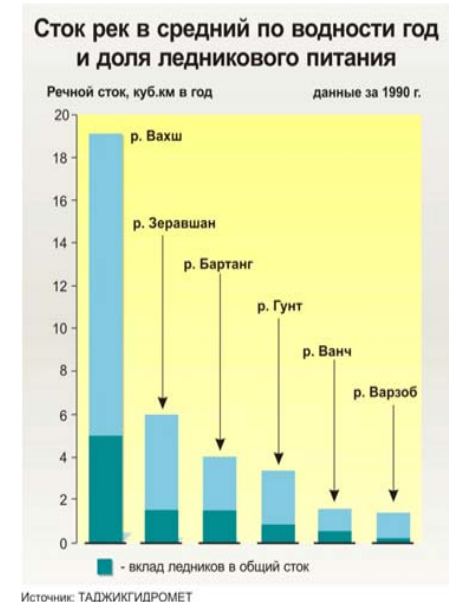


Рис. 17.

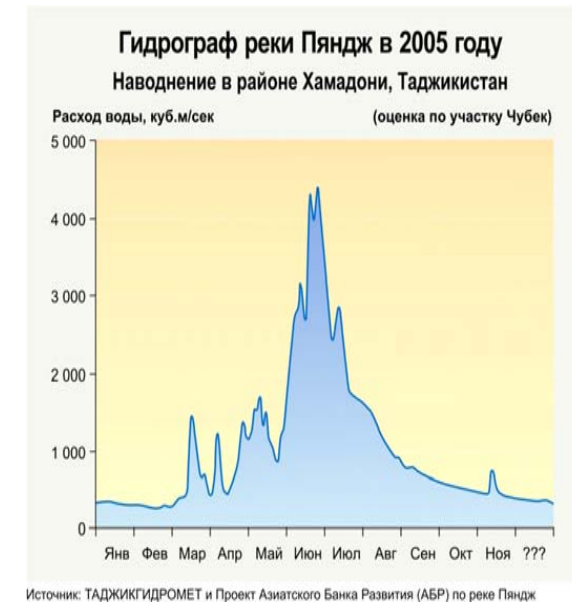


Рис. 18.



## 2.2. Водные ресурсы

Речные бассейны Таджикистана различаются высотой водосборов, степенью оледенения, условиями питания рек (рис. 17). На реках различных типов питания достаточно четко выделяется два периода в годовом стоке: весенне-летнее половодье и осенне-зимняя межень. В период половодья проходит 60-90% годового стока (рис. 18).

При рассмотрении динамики речного стока по десятилетиям выявлена общая тенденция снижения стока в период 1971-80 гг., на реках снегово-ледникового типа питания в пределах 11-14% и снегово-дождевого - 8-21%. В следующее десятилетие 1981-90 гг., объем стока на реках ледниково-снегового типа питания несколько уменьшился (1-10%), а на реках снегово-ледникового и снегово-дождевого типа питания увеличился (5-25%). Среднегодовой объем стока за период 1990-2000 гг. повысился по отношению к предыдущему десятилетию за счет увеличения выпадения осадков (особенно в 1990-93 гг. и 1998-99 гг.), роста температуры и усиления таяния снежно-ледниковых запасов. Период 2000-2001 гг. характеризовался засухой регионального масштаба, а в последующие годы количество снежных запасов в горах в целом было ниже нормы.

По данным спутниковых измерений, существует уверенность в том что, начиная с 1983 г, в верховьях бассейна р. Амударья в целом наблюдается тенденция сокращения выпадения атмосферных осадков (за исключением отдельных периодов, 1992-93, 1995, 1998-99 гг.). По независимым оценкам экспертов гидрометеорологических служб Таджикистана и Узбекистана, увеличение водных ресурсов в бассейне р. Амударья в связи с изменением климата является маловероятным. Напротив, сокращение речного стока на 5-15% и более возможно в долгосрочной перспективе, в зависимости от сценариев выбросов и глобального влияния изменения климата.

Гидрологические наблюдения на важнейших реках в пределах Таджикистана в целом указывают на увеличение межгодовых колебаний речного стока с преобладающей тенденцией сокращения поверхностного стока. Однако, учитывая сокращение количества гидрологических наблюдений, начиная с 1994 г., и, соответственно, пробелы в данных за последние годы, представляется весьма сложным дать исчерпывающую и полномасштабную оценку современных тенденций состояния водных ресурсов.

На реке Вахш, где расположены основные гидроэлектростанции и водохранилища и системы орошения, в период с малым снежным

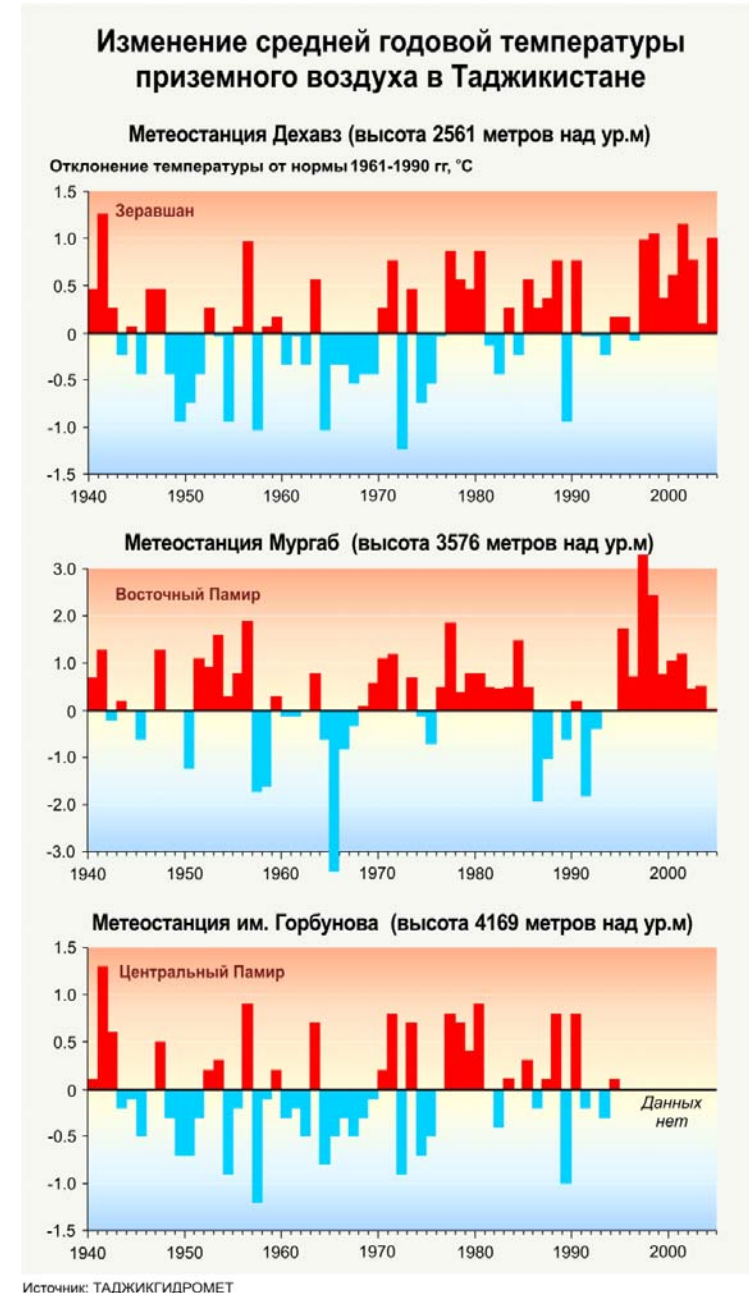


Рис. 2.

## 1.2. Изменение атмосферных осадков

Количество осадков в основном определяется глобальной атмосферной циркуляцией и орографическими особенностями местности. При анализе изменения годового количества осадков в Таджикистане выявлено значительное колебание во времени и пространстве, и выделяется ряд очень сухих и очень влажных периодов.

За исследуемый период наиболее сухим для всех высотных зон было десятилетие 1941-1950 гг. Затем, до 1990 года, чередовались периоды засушливой и влажной погоды, с тенденцией увеличения количества осадков. После 1990 года наиболее дождливым оказался период 1998-1999 гг., а последующий период – 2000-2001 гг. был наиболее засушливым, когда почти вся территория была охвачена сильнейшей засухой. Возросла неравномерность и интенсивность выпадения осадков и ожидается, что такая тенденция сохранится и в будущем. Это же подтверждается численными моделями. Изменилось не только количество и интенсивность осадков, но также и число дней с осадками (рис. 3).

Анализ изменения годовых сумм осадков показал их незначительное увеличение (в среднем 8%) на территории до 2500 м и небольшое уменьшение (3%) в высокогорной местности. Увеличение осадков наиболее выражено летом и осенью в зоне до 2500 м (37-90%), в основном из-за эпизодов выпадений очень интенсивных осадков. Значительный рост числа дней с осадками от 0 до 5 мм за период исследований отмечен в таджикской части Ферганской долины (Худжанд, на 42 дня), что может быть связано с влиянием Кайраккумского водохранилища (местная конденсация влаги). В целом, по республике уменьшились дни с осадками (особенно в Искандеркуле, на 48 дней).

Учитывая горный характер территории Таджикистана и распределение осадков, их долгосрочные изменения разнообразны. Так, на Восточном Памире (горное плато высотой 4000-6000 м) повсеместно произошло уменьшение количества осадков на 5-10%, особенно в Мургабе на 44% (рис. 4). При этом, из-за потепления здесь стали наблюдаться более частые случаи выпадения жидких осадков. Аналогичная тенденция уменьшения осадков имела место в южных низинных районах республики (Курган-Тюбе, Шаартуз).

В центральном Таджикистане (Федченко, Калайхумб, Рашт, Файзабад, Хушьери) осадки увеличились на 5-10%. В предгорных районах южного Таджикистана (Дангара, Куляб) наблюдалось увеличение осадков на 20%. В горах северного Таджикистана (Мадрушкат, Шахристан) осадки увеличились на 5-30%, за исключением высокогорий. В таджикской части Ферганской долины (Истаравшан, Худжанд, Исфара) имело место небольшое увеличение осадков на 5-10%. В



Источник: Таджикгидромет

Спутниковая информация: Google Earth

Рис. 16.

ных вод и соответственно площадь озер Ранкуль, Шоркуль, Сасыкуль на Памире.

Интенсивность таяния снега и ледников в летнее время, вероятно, увеличится, что приведет к образованию приледниковых озер в высокогорье. Некоторые из этих озер, при прорыве естественных плотин, могут создавать угрозу мощных селевых потоков. Другие ледниковые озера ввиду просачивания сквозь гляциальные отложения и постепенное испарение, не представляют большой угрозы. Однако увеличение количества талой воды в теле и на дне ледников усиливает риск их подвижки, обвалов и процессов деградации.



**Гиссаро-Алай.** Оледенение Гиссаро-Алая деградирует по-разному, в зависимости от высоты, экспозиции и рельефа, но в целом, наблюдается тенденция сокращения площади на 1% в год. Летом 2006 года гляциологическая экспедиция обследовала некоторые ледники Гиссарского хребта. Выяснилось, что малый ледник Якарча в истоках Варзоба за последние 18 лет почти не изменился, ледник ГПП в бассейне Искандеркуля отступает на 3 м в год, ледник Диахандара (площадь 1 км<sup>2</sup>) в верховьях Каратага полностью растаял? А ледник Зеравшанский за более чем 80 лет отступил на 3 км (Фото 1, рис. 16). На месте многих бывших малых ледников остались лишь морены и пыль.

При сохранении существующих темпов деградации оледенения в ближайшие 30-40 лет в Таджикистане полностью исчезнут многие мелкие ледники. Деградация оледенения может сильнее всего отразиться на режиме рек Зеравшан, Кафирниган, Каратаг, Обихингоу. Площадь оледенения страны может уменьшиться по сравнению с настоящим временем на 15-20%, а запасы воды в ледниках на 80-100 куб.км. Но крупные ледники и узлы оледенения сохраняются. Ледниковый сток р. Пяндж, Вахша и в целом Амударьи, вследствие активного таяния ледниковых запасов, по началу может увеличиться, однако в долгосрочной перспективе, напротив, – сократиться в связи с истощением запасов льда. Неблагоприятное изменение гидрологического режима рек может иметь серьезные последствия, как для отдельных уязвимых сообществ, так и всего региона.

В связи с потеплением климата сократится время ледостава на высокогорных озерах: они станут позднее замерзать и раньше освобождаться ото льда. Из-за деградации ледников и уменьшения количества атмосферных осадков может уменьшиться сток поверхност-



Фото 1. Реперы на леднике Зеравшанский

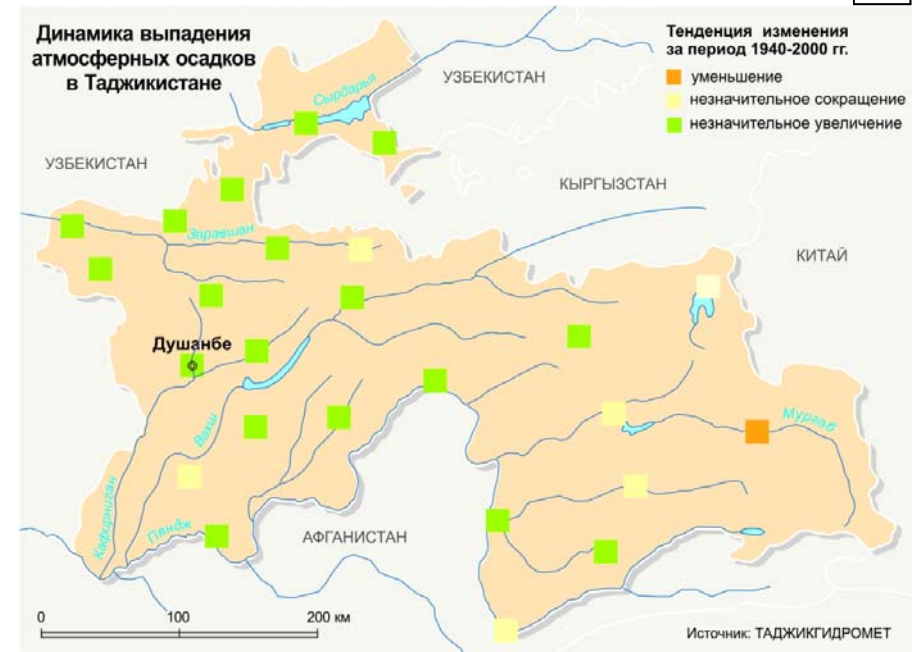


Рис. 3.

обособленных горных районах (горные перевалы, закрытые каньоны), где влияние местного микроклимата существенно, выявлено как значительное уменьшение, так и рост атмосферных осадков на 30-45%.

Повсеместный рост температур на фоне фрагментарного увеличения и сокращения осадков способствует аридизации климата во многих горно-лесных и хозяйственных районах страны.

### 1.3. Динамика снежного покрова в горах

Снежный покров в горных условиях Таджикистана играет важнейшую роль в водности рек и гидрологическом цикле. Одной из характеристик снежного покрова является запас воды в снежной толще, т.к. данная величина в совокупности с интенсивностью таяния снега, определяет сток воды в реках, величину половодья, запасы влаги в почве.

В холодный период в равнинных районах страны твердые осадки составляют 35-60% от общего количества, в предгорных и горных районах 45-80%, а в высокогорье почти 100%. Устойчивый снежный



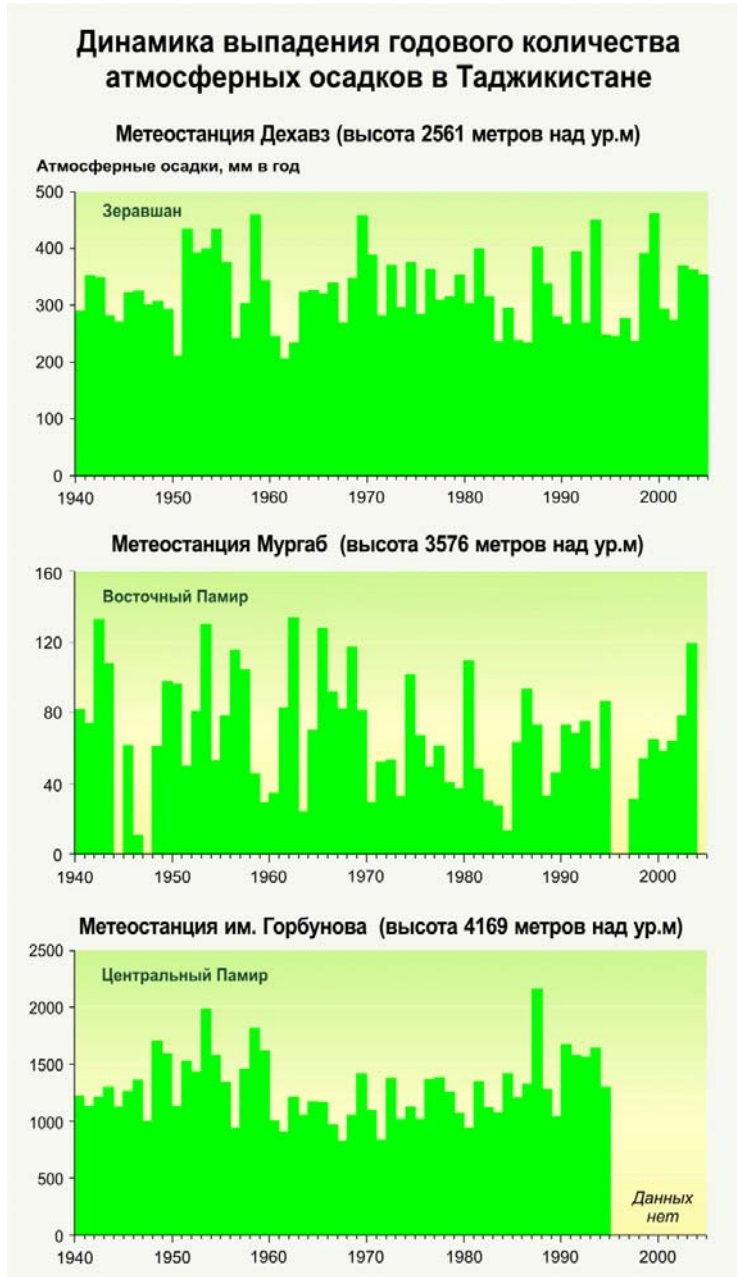


Рис. 4.



Источник: ТАДЖИКГИДРОМЕТ

Спутниковая информация: Google Earth

Рис. 15.

**Левобережье р. Пяндж.** На левом берегу р. Пяндж ледники располагаются в Афганском Бадахшане (хребты Сафеди-Хирс, Кухи-Лал и др.), Гиндукуше и на Ваханском хребте. Левобережные речные притоки составляют 15-20% годового стока Пянджа. Афганистан расположен южнее Таджикистана и его ледники в целом меньше по размеру, поэтому деградация оледенения происходит интенсивнее. По оценкам в 1950-х годах, площадь оледенения Афганистана составляла 4240 кв. км, к 1985 году она сократилась на 1000 кв. км и к настоящему времени степень деградации оледенения превысила 50%.





### Изменчивость стихийных гидрометеорологических явлений

Шаартуз, Южный Таджикистан

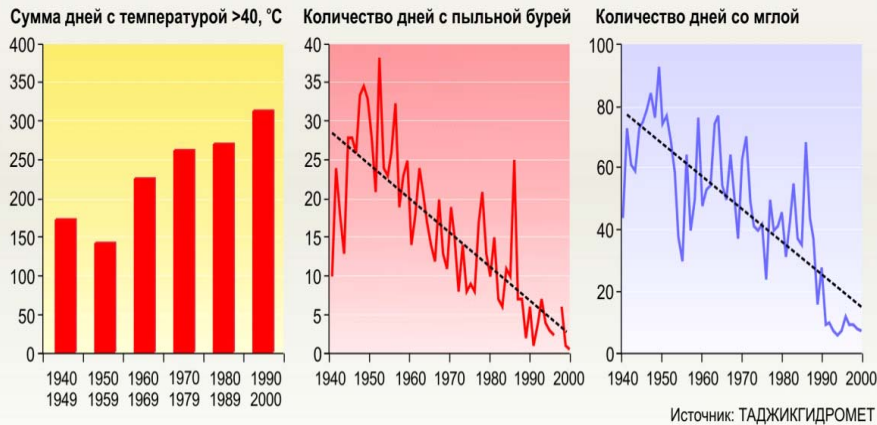


Рис. 5.

числа дней с температурой 40°C и более во многих равнинных районах республики, за исключением территорий, где происходило освоение земель и строительство водохранилищ.

**Пыльные бури и мгла.** На территории Таджикистана пыльные бури распространены неравномерно и в основном наблюдаются в южных пустынях и полупустынях, особенно в Шаартузе. Наибольшая повторяемость явлений с мглой наблюдается в сухой летне-осенний период. В 1971 году наблюдалось максимальное число дней с мглой: в Душанбе 80 дней, Курган-Тюбе 94 дня. В ноябре 2007 г. мощная пыльная буря охватила южные и центральные районы страны до высот 3 км с видимостью 50-100 м, с выпадением более 100 тыс. тонн осадков в день в период наибольшей интенсивности. За последние 15 лет количество дней с пыльными бурями и мглой сократилось почти в 2 раза по отношению к предшествующему периоду, и все же интенсивность пыльных бурь за последние два года оказалась высокой. Вероятно, это с одной стороны, обусловлено интенсивным освоением и орошением территорий, наиболее подверженных образованию пыльных бурь, а с другой – сокращением холодных северо-западных вторжений.

**Лавины.** Снежные лавины распространены в высокогорьях Таджикистана. Вследствие опасности схода лавин, прекращается движение на важнейшей автотрассе Душанбе-Худжанд и других дорогах. В

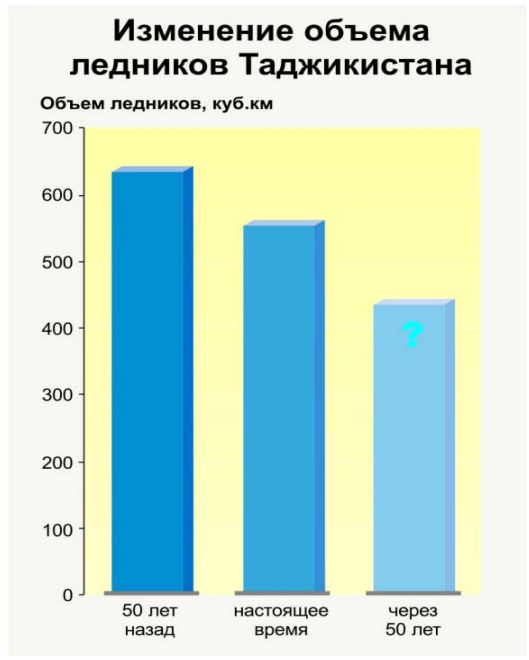


Рис. 12.



Рис. 13.





Источник: ТАДЖИКГИДРОМЕТ

Рис. 11.

метров/год (рис. 13). В настоящее время поверхность ледника в нижней части опустилась на 50 метров по сравнению с уровнем 1980 года, т.е. ледник «похудел». С момента первых наблюдений (1933 г.) язык ледника отступил более чем на 1 км и потерял более 15 куб.км льда (т.е. одну десятую часть своей массы) (рис. 13). Происходит деградация и других ледников в бассейне р. Муксу: Фортамбек, Сугран, Мушкетова, а также ледников в верховьях Сауксая и Баяндкиика. Ледник Большой Саукдара, откуда берет начало Сауксай, отступил в 20 веке на 2 км. Остальные ледники в верховьях Сауксая почти все пульсирующие, поэтому судить об их деградации трудно.

**Западный Памир.** В бассейнах р. Ванч, Гунт, Бартанг и Шардара за последние 50 лет площадь оледенения сократилась на 25-30%. При гляциологической съемке в 2005 году выяснилось, что пульсирующий ледник Медвежий, который продвинулся ранее, отступил от реки Абдукагор на 70-80 метров; его поверхность сильно просела, а на ледопаде вокруг двух выступающих скал появились широкие проталины, указывающие, что по ледопаду сверху из зоны аккумуляции поступает меньше льда, чем тает, что ледопад «похудел».

2003-2006 гг. в республике в результате схода лавин погибло 46 человек, в основном местные жители и пассажиры. Серия мощных лавин также наблюдалась зимой 2007-2008 гг., когда снежные завалы блокировали автодорогу, соединяющую центральный и северный Таджикистан, повредили инфраструктуру и унесли жизни многих людей. Увеличение или уменьшение лавинной опасности связано с увеличением или уменьшением температуры воздуха и количества выпавших твердых осадков в зоне выше 1500 м.

**Интенсивные осадки.** В большинстве районов увеличилось число дней с осадками интенсивностью 5 мм и более, особенно в центральных высокогорных районах. Число дней с сильными осадками (30 мм в день) возросло в предгорных районах республики, как например, в Гиссарской долине. Число дней с дождем увеличилось (рис. 3.6), а число дней со снегом уменьшилось.

**Гроза.** Наибольшее количество дней с грозами наблюдалось в центральном (Душанбе, 1954г. – 43 дня) и южном (Курган-Тюбе, 1963г. – 24 дня) Таджикистане. Однако, за последние 15-25 лет их число значительно уменьшилось (рис. 6). Поскольку грозовые облака здесь чаще формируются перед фронтами холодных вторжений арктического воздуха, уменьшение числа дней с грозовыми явлениями свидетельствует об уменьшении холодных вторжений.

**Град.** В период 1941-1970 гг. по всей территории Таджикистана отмечались довольно частные случаи выпадения града (рис. 6). Выпадение града величиной с грецкий орех наблюдалось в мае 1966 г. в Гиссарской долине, в Дарвазе и Каратегине. В результате градобития были уничтожены многие посевы хлопчатника, сельскохозяйственные культуры, погибли животные и птицы.



Рис. 6.

Начиная с 1970-х годов, произошло уменьшение числа дней с градом. Если в Гиссарской долине за период 1941-1970 гг. среднее число дней с градом составляло 24 дня, то в период 1971-1990 гг. частота сократилась почти вдвое и составила 14 дней. При этом еще большее сокращение числа дней с градом наблюдалось в 1990-2005 гг., за счет засухи 2000-2001 гг. В целом наблюдаемое уменьшение числа дней с градом связано с уменьшением вторжений холодного воздуха.

**Сильный ветер.** Густонаселенные территории Таджикистана в целом характеризуются слабыми ветрами и лишь в узких местах долин (Худжанд), сильные ветры наблюдаются часто. Ветры со скоростью 20 м/с ежегодно наблюдаются в Северном Таджикистане и Восточном Памире, южных районах республики (Шаартуз, Нижний Пяндж) и горных перевалах. В Центральном Таджикистане такие ветры наблюдаются в Файзабаде. Ветры со скоростью 30 м/с отмечены только на Анзобском перевале. Анализ повторяемости дней с сильным ветром и метеорологическая практика показывает, что число дней с западным ветром уменьшается (наряду с уменьшением числа пыльных бурь), а число дней с ветром восточного направления (восточный, северо-восточный) увеличивается.

Уменьшение западных и юго-западных ветров связано с уменьшением случаев с активными холодными вторжениями. Увеличение восточных, северо-восточных ветров свидетельствует об увеличении числа случаев с выносом на Таджикистан тропического воздуха.

**Туманы.** Туманы считаются редким явлением в Таджикистане. За последние 10-15 лет выявлена тенденция роста числа дней с туманами в таджикской части Ферганской долины (Худжанд), вероятно из-за роста влияния региональных циркуляционных процессов, обеспечивающих адвекцию тепла над радиационно-охлажденным воздухом.

**Сели и прорыв ледниковых озер.** Согласно данным наблюдений, период 1998-1999 гг. оказался наиболее дождливым (вместе с 1969 г.) и количество возникающих за счет сильных осадков, селевых потоков, возросло. В результате прошедших весной 1998 г. селей было разрушено свыше 7 тыс. жилых домов и погибло более 130 человек. В засушливый период 2000-2001 гг. сели почти не наблюдались. Наводнения в 2002, 2003 и 2005 гг. на реке Зеравшан смыли дома, инфраструктуру, привели к человеческим потерям.

Ввиду роста летних температур в горах увеличивается риск возникновения селей гляциального происхождения и наводнений из-за ускоренного таяния снега (рис. 7). В 2001 г. наблюдалась очередная подвижка ледника Медвежьего без образования ледникового запруд-



Рис. 10.

Ежегодно, в среднем, таяние ледников в Таджикистане вносит 10-20% в сток крупных рек, а в сухие и жаркие годы вклад ледников в водные ресурсы отдельных рек в летнее время может достигать 70%. Вода имеет важнейшее значение для сельского хозяйства, гидроэнергетики и связанными с ними отраслями экономики Таджикистана. Более того, формирующиеся здесь водные ресурсы, потребляются, главным образом, нижерасположенными государствами. Поэтому вопрос изучения состояния ледников и водности рек в связи с изменением климата отражает актуальность и интересы регионального масштаба.

Потепление в высокогорных районах Таджикистана (рис. 9): на Памире, Зеравшане и Гиссаро-Алае, соответствует региональным и глобальным тенденциям, и вызывает заметные изменения в особо уязвимых компонентах окружающей среды таких, как ледники. Оценка воздействия глобального изменения климата на ледники Таджикистана показала, что за весь период наблюдений, начиная с 1930г. (первые инструментальные замеры), общая площадь оледенения республики сократилась примерно на одну треть (рис. 11).

**Северо-западный Памир.** За двадцатый век система ледника Федченко, включая его притоки, потеряла почти треть площади, при этом, в основном, тают более тонкие, боковые части ледника, основная же его масса уменьшается гораздо медленнее (рис. 12). За период проведения дистанционных наблюдений (1966-2000 гг.) система ледника Федченко сократилась на 44 кв. км (6%). Как показали гляциологические исследования летом 2006 г, средняя скорость отступления языка ледника Федченко в настоящее время составляет 16

кое неодинаковое распределение осадков обусловлено значительной пространственной изменчивостью атмосферных осадков и влиянием орографии, которая создает большую неопределенность в прогнозировании осадков на территории республики в долгосрочной перспективе (рис. 9).



Рис. 9.

## 2. Воздействие изменения климата на природные ресурсы

### 2.1. Ледники

Ледники Таджикистана занимают около 6% территории страны и играют важнейшую роль в формировании реки Амударья - крупнейшей водной артерии Центральной Азии и бассейна Аральского моря (рис. 10). В этом аридном регионе будущие воздействия изменения климата могут прямо отразиться на объеме ледников, источниках питания и водности рек, и, в конечном итоге, доступности воды для нижерасположенных районов и государств.

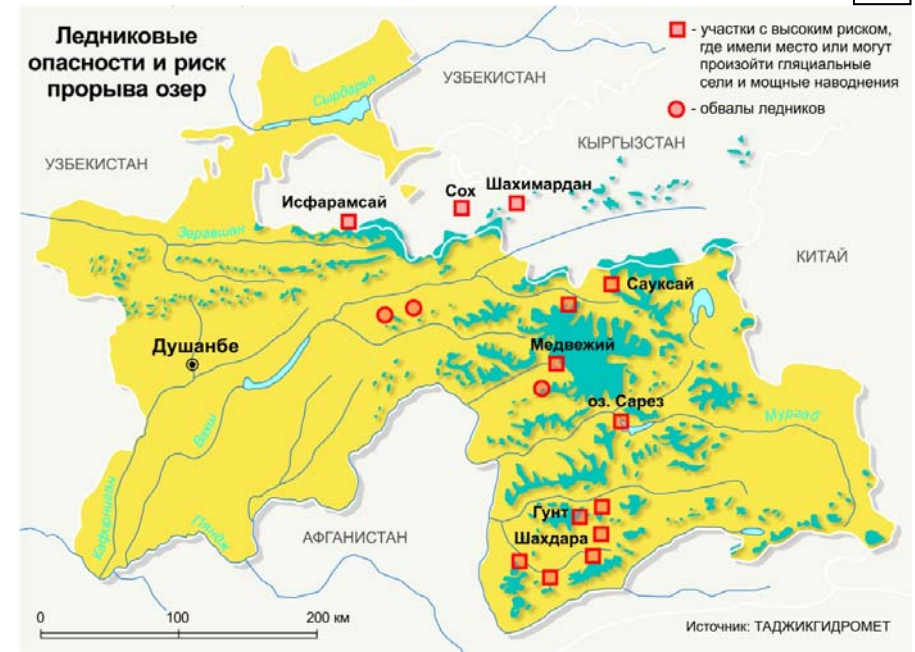


Рис. 7.

ного озера, которое в прошлых случаях при прорыве вызывало мощнейшие наводнения по р. Ванч. В 2007 г. ледник РГО значительно продвинулся с угрозой блокирования русла р. Ванч и образования ледникового озера. В 2005 г. на Памире в Рошткалинском районе произошел прорыв ледникового озера и мощный селевой паводок, в результате которого погибло 25 человек, и был причинен материальный ущерб.

### 1.5. Тенденции засушливости и суровых засух

Засуха является одним из суровых метеорологических явлений, и в экстремальных проявлениях может привести к значительному материальному ущербу. По оценкам, засуха 2000-2001 гг. в Таджикистане и соседних странах оказалась самым значительным стихийным бедствием за последнее десятилетие (рис. 8). В низинных аридных районах бассейна р. Аму-Дарья, как например, в Каракалпакстане, доступ к воде сократился в 2 раза и более, многие сельскохозяйственные поля и населенные пункты оказались лишенными воды, что привело к острым негативным последствиям для экономики и населения. В связи с потеплением климата большую роль играет оценка



динамики засухи, ее долгосрочное прогнозирование и сотрудничество стран по экологическим вопросам.

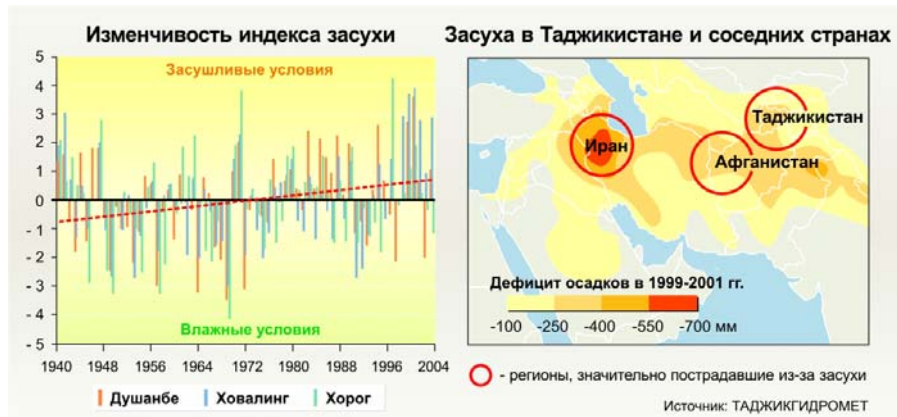


Рис. 8.

В настоящее время значительная часть густонаселенной территории страны по климатическим параметрам входит в засушливую и недостаточно увлажненную зону. Лишь отдельные горные районы находятся в зоне увлажненного климата. Особо засушливые территории страны - это Восточный Памир, низинные районы Согдийской области и южного Таджикистана. Здесь годовое количество осадков менее 100-200 мм. В летний период почти на всей территории республики преобладают засушливые условия.

Как правило, слабые засухи наблюдаются отдельными очагами, а сильные и очень сильные засухи охватывают большие территории. За исследуемый период (60 лет) в восьми случаях засухи одновременно охватывали всю территорию страны (1940, 1947, 1956, 1971, 1980, 1988, 2000 и 2001 годы). Особенно сильные засухи наблюдались в 1971, 2000 и 2001 годах. В 2007 г. в летне-осенний период практически по всей территории республики не наблюдалось атмосферных осадков, и усилилась почвенная засуха. Более всего от засух страдают южные густонаселенные районы страны и Гиссарская долина, где отмечается наибольшее число лет (15-19) со средними и сильными засухами. В связи с потеплением климата существует вероятность, что засухи в Таджикистане будут происходить с большей интенсивностью и частотой.

## 1.6. Прогнозы изменения климата

Предыдущие модели изменения глобального климата (МГЭИК 2001 г.) несколько занижали прогноз роста температур на перспективу 50-100 лет. Самые современные оценки МГЭИК (2007 г.) показывают, что возрастающие глобальные выбросы парниковых газов будут способствовать росту температур на 2-6°C в зависимости от интенсивности выбросов и географического положения регионов. Даже при условии полной стабилизации выбросов на уровне 1990 г. глобальное потепление на 0.6-1°C будет неизбежным. В данное время увеличение выбросов парниковых газов продолжается, не смотря на активные международные усилия по борьбе с изменением климата. Считается, что рост температуры за пределы 2°C будет иметь в основном негативные последствия для окружающей среды и экосистем, экономики и здоровья населения.

В рамках Первого Национального Сообщения были подготовлены сценарии на основе глобальных моделей HadCM2, CCCM, GISS, GFD3 и UK-89 с использованием базового периода 1961-1990 гг. по 10 репрезентативным станциям, расположенным в различных климатических зонах и высотных поясах Таджикистана. Далее был проведен анализ оправдываемости полученных данных с фактическими значениями за 1991-2005 гг.

Сравнительный анализ фактической средней за 15-летний период температуры воздуха с модельными данными показывает, что все модели дают заниженные значения. В прогнозировании осадков наблюдаются большие различия фактических и моделируемых параметров. Одна и та же модель может хорошо прогнозировать температуру и, в то же время, давать большую погрешность при прогнозе осадков для одной и той же станции. Ключевым недостатком глобальных моделей является их неспособность учесть местные горные особенности формирования климата имеющиеся в Таджикистане.

Для более точной оценки изменения климата на перспективу до 2030 года с использованием наиболее современных средств статистического моделирования была использована модель ECHAM4/OPYC3 (Потсдамский Институт по изучению климатических воздействий).

Согласно прогностическим данным модели к 2030 году ожидается повышение средней годовой температуры в большинстве районов на 0,2-0,4°C по сравнению с базовым периодом 1961-1990 гг. (0,1-0,2°C в десятилетие), что совпадает с тенденциями, преобладающими в стране в последние 15-20 лет. Наибольшее повышение температуры ожидается в зимнее время на 2°C. В одних районах может наблюдаться уменьшение осадков (Восточный Памир, южные низинные районы), тогда как в других увеличение (Западный Памир и др.). Та-