

# Опасные природные явления в Таджикистане

Душанбе, Таджикистан - 2018



## **Составители отчета**

### **Автор части I: Оценка и распределение лавин в Таджикистане**

Мирзо Саидов, доктор наук, руководитель Научно-исследовательского центра при Государственном комитете землеустройства и геодезии Республики Таджикистан

### **Автор части II: Оценка и распределение селевых потоков в Таджикистане**

### **Автор части III: Оценка и распределение ледников в Таджикистане**

Николай Ищук, ведущий геолог Главного Управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан

### **Редактор**

Стефанос Ксенариос, Доцент, Высшая школа государственной политики, Назарбаев Университет, Астана, Казахстан

### **Рецензент и окончательное редактирование**

Бьёрн Клов, профессор Университета Оулу, г. Оулу, Финляндия

Материалы в этой публикации предназначены только для информационных целей. Хотя ОБСЕ стремится обеспечить точность и полноту содержания этой публикации, мнения, выводы, толкования и заключения, выраженные в настоящем документе, относятся к авторам и соавторам и необязательно отражают официальную позицию ОБСЕ и ее государств-участников. ОБСЕ не несет никакой ответственности за любые убытки, которые могут возникнуть на основе использования информации, содержащейся в настоящей публикации.

Организация по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ) Офис программ в Душанбе <https://www.osce.org/ru/programme-office-in-dushanbe>. Все права защищены. Никакая часть этой публикации не может быть воспроизведена, сохранена в поисковой системе или передана в любой форме или любыми средствами, электронными, механическими, фотокопировальными, записывающими или иным образом без предварительного письменного разрешения издателей.

Офис программ ОБСЕ в Душанбе, ул. Ахмади Дониш, 18 / А 734012 Душанбе, Таджикистан  
Телефон: +992 37 226-50-14 / 15 Факс: +992 37 226-50-19 ISBN:

OSCE Programme Office in Dushanbe, Ahmadi Donish Str., 18/A 734012 Dushanbe, Tajikistan  
Phone: +992 37 226-50-14/15 Fax: +992 37 226-50-19 ISBN:

# Содержание

<i>Краткое содержание</i> .....	4
<i>Часть I: Оценка и распределение лавин в Таджикистане</i> .....	5
1 Введение .....	5
2 Материалы и методы, использованные в картографировании лавин .....	6
3 Карта лавиноопасных склонов Таджикистана .....	9
Библиография .....	11
<i>Часть II: Оценка и распределение селевых потоков в Таджикистане</i> .....	12
1 Введение .....	12
2 Методология картографирования распространения селевых явлений в Таджикистане .....	13
4 Карта распространения селевых явлений на территории Таджикистана .....	17
Библиография .....	21
<i>Часть III: Оценка и распространение ледников в Таджикистане</i> .....	22
1 Введение .....	22
2 Методология картографирования ледников .....	22
3 Карта динамики ледников Таджикистана .....	26
Библиография .....	32

## Краткое содержание

Природа, геология и климат Таджикистана являются причиной таких стихийных бедствий, как лавины, сели и движение ледников и наводнения. Эти опасные природные явления исследовались в основном в советский период, поэтому большинство оценок опасностей основываются на устаревших картах. Недавно в Таджикистане было проведено исследование в области природных опасностей и изменения климата в Таджикистане (апрель-ноябрь 2016 года).

Исследование проводилось различными экспертными группами, имеющими квалификацию в области геологии, гидрологии, метеорологии и климатологии. В настоящем докладе представлены данные по лавинам, селям и ледникам.

Первая часть представляет собой первичную оценку и карту лавин в Таджикистане. В лавинной оценке использовались существующие карты, аэрофотосъемки прошлых лет, спутниковые снимки и результаты опроса для сбора существующего материала. Было выявлено около 30 000 - 40 000 потенциальных лавиноопасных мест, где может быть нанесен серьезный ущерб естественной и городской среде. В целом, лавиноопасные районы занимают почти 75% территории Таджикистана.

Вторая часть представляет собой первичную оценку и цифровую карту распространения селевых явлений в Таджикистане. В результате исследования было выявлено 573 селевых очага, из которых 338 были дождевого происхождения, 8 –ледникового, 148 - снежниковые, а 79 - смешанного типа (элементы вышеуказанного). Среди них 194 являются опасными, которые могут нанести вред инфраструктуре.

Третья часть представляет собой карту ледников Таджикистана и связанных с ними опасностей, таких как прорыв ледниковых озер и селевые потоки. В результате картографирования были использованы данные прошлых лет, спутниковые снимки и интернет сервис Google Earth® как инструменты для достижения цели. Новая цифровая карта ледников показывает наличие 7109 ледников площадью 6854,01 кв. км. На составленной карте также представлены 542 ледниковых озера, которые расположены как на поверхности ледника, так и в его краевых частях .

Карты по лавинам, селям и ледникам, разработанные в рамках проекта, являются первыми картами, созданными со времен советского периода. Составлены следующие карты в масштабе 1:500000:

- “Карта лавиноопасных склонов Таджикистана”
- ”Карта селевых явлений Таджикистана”
- “Карта динамики ледников Таджикистана”

## **Часть I: Оценка и распределение лавин в Таджикистане**

### **1 Введение**

Лавины встречаются на крутых склонах в местах с высоким количеством выпадения снежных осадков. В Таджикистане горы часто возвышаются до 7000 м, а высота снежного покрова может достигать 4-5 м. Лавиноопасные районы занимают около 75% территории страны. К примеру, в

публикации Ашурова Н. и др. (1999) было упомянуто от 30000 до 40000 лавиноопасных участков Таджикистана. Распространение и риск лавин на территории Таджикистана изучено еще недостаточно полно, за исключением районов, где проводятся специальные лавинные изыскания (перевалы Анзоб, Шахристан) и риск схода лавин достаточно хорошо известен.

Как правило, лавины образуются во всех горных районах, где имеются крутые склоны и выпадает достаточное количество снега. Несмотря на то, что причины формирования лавин хорошо известны, спрогнозировать их сход часто оказывается невозможным. Внезапность этого природного явления очень часто приводит к гибели людей и разрушению сооружений инфраструктуры. Известны случаи, когда снежные лавины полностью разрушали жилые постройки, например в населенных пунктах Джиргиталь, Хоит, Гарм, Шугнан и др.), повреждали мосты и останавливали транспортные передвижения в течение длительного периода. Примером этого могут быть дороги к южному входу туннеля «Истиклол», к перевалам Анзоб, Шахристан и Хабуробод.

Целью данного исследования является краткий обзор и предоставление информации о лавинах в Таджикистане. Конечным результатом работы является создание электронной карты лавин Таджикистана. В значительной степени картирование страны основывается на имеющихся картах прошлых лет, а также данных по оценке крутизны местности, условий накопления снега и лесных склонов.

## **2 Материалы и методы, использованные в картографировании лавин**

При составлении карты «Лавинная опасность», авторы базировались на предшествующих работах аналогичного направления, из которых можно назвать уже упоминавшиеся карты (Атлас «КИПР Республики Таджикистан», масштаб 1:500 000) Государственного научно-исследовательского и производственного центра «Природа» за 1983 г. отражающую особенности географического размещения лавин и представляющую, хотя и неполную, но сводку обо всех известных к 1983 г. данных о лавинах Таджикистана (автор карты «Лавины» Усков Ю.С. и др.) и «Атлас карт природных опасностей высокогорья Памира и Памиро-Алая Республики Таджикистан», масштаб 1:200 000 и крупнее, авторы Саидов М.С. и др., 2010.

Оценка лавиноопасности была проведена с использованием информации о высоте и уклоне снежного покрова и крутизне склона. Поскольку высота над уровнем моря является важным показателем для величины снежного покрова, она также использовалась при картировании местности. Ключевой теорией, используемой при картографировании, явилось определение областей, подверженных лавинам:

- Высоты снежного покрова 30 см ограничивают районы, где возможно образование лавин, а изолинии 70 см - районы, где лавины обычно образуются и представляют значительную опасность (Лосев К. С., 1962);

- Горная местность была разделена на высокогорье (более 3000 м), среднегорье (1000-2000 м) и низкогорье (600-1000 м), кроме того, выделяется еще мелкогорье, распространенное в южных районах Юго-Западного Таджикистана (менее 600 м), где практически невозможно образование лавин (Лосев К. С., 1961);
- Наличие склонов крутизной более 15° и превышений толщины снега более 50-100 см принято критерием для отнесения территорий к лавиноопасным склонам по условиям рельефа (Тушинский Г.К., 1970).

Для обоснования картографирования и проверки результатов мы использовали информацию, полученную на основе: 1) карт прошлых лет; 2) спутниковых данных; 3) данных наземного мониторинга по мере их доступности.

Данные с метеорологических станций, снегомерных маршрутов и лавинных станций использовались для картирования территорий Гиссара и Зарафшана. В основном использовалась информация с двух метеостанций (перевалы «Анзоб» и «Шахристан»), где сбор данных осуществляется с 1960 года. Информация о произошедших лавинах за последние 20 лет была получена в Комитете по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне Республики Таджикистан. Масштабы территориального охвата относительно малы и в основном ограничены районом вокруг метеорологических станций «Анзоб» и «Шахристан».

В случаях, когда отсутствовали данные о лавинах для каких-либо территорий, была проведена интерпретация спутниковых снимков. Информация о лавинах или вероятности их образования была установлена по спутниковым изображениям с сайта Google Earth® и космических снимков Landsat-7. Работа была проведена путем сравнения спутниковых снимков в летний период времени со снимками, сделанными в разные времена года. По летним изображениям проводилась идентификация геоморфологических и геоботанических признаков. Также использовались данные аэрофотосъемки 1985-2010 гг.

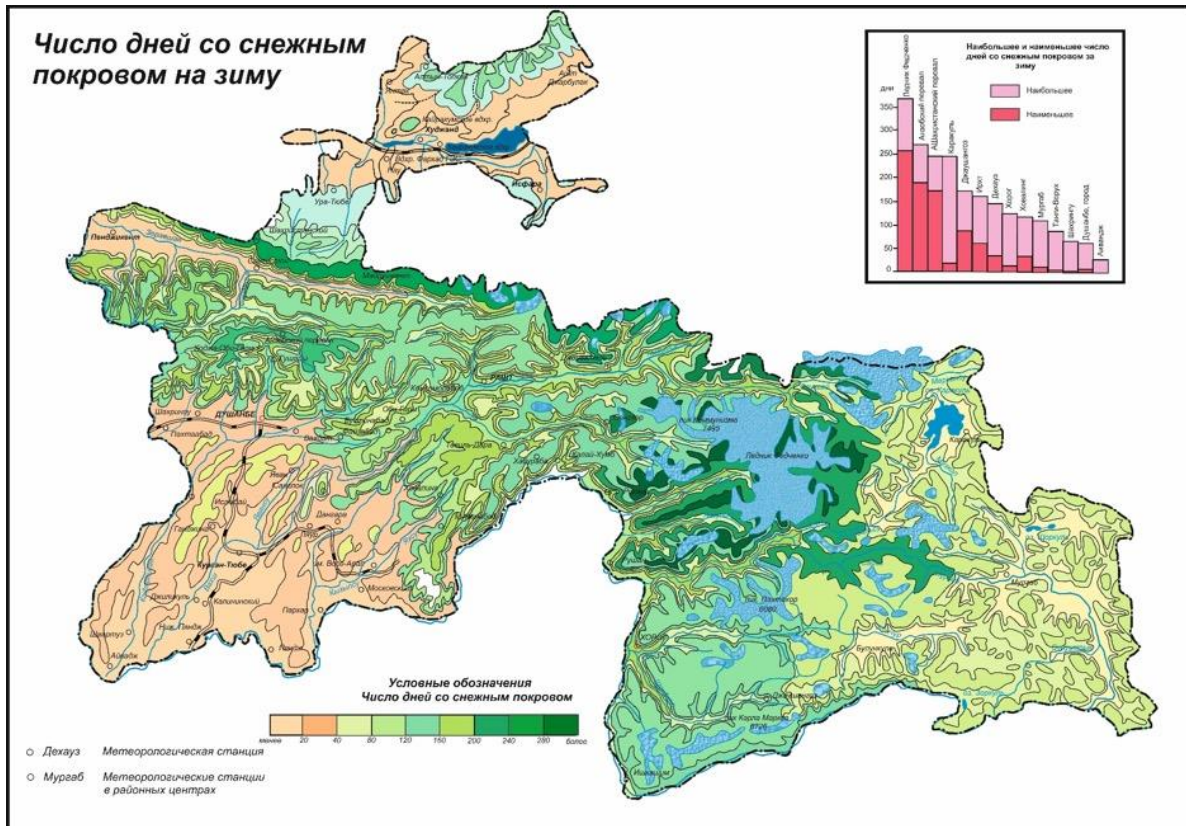


Рисунок 1. - Количество дней со снежным покровом в течение зимы (Масштаб 1: 3000000. Автор Загризенко Г.Б., Атлас Таджикской ССР-1968)



### 3 Карта лавиноопасных склонов Таджикистана

Карта лавиноопасных склонов в Таджикистане указывает на риски в горных районах с высоким уровнем снежного покрова (например, западные районы гор Памира). Лавинная карта показывает три основные зоны риска схода лавин. Они обозначены разными цветами в прилагаемых картах:

- *Склоны с высокой степенью опасности схода лавин (коричневый цвет)*. Сюда относятся районы альпийского высокогорья всех горных регионов Таджикистана, среднегорные сильно расчлененные территории в достаточно увлажненных районах, со значительной высотой снежного покрова (порядка 70 см и более), низкогорные районы в условиях очень большой снежности (более 1,5 м), например, долина реки Зидди, многоснежных районах Восточного Памира.
- *Склоны со средней степенью опасности (светлый / умеренный коричневый цвет)*: они возникают, когда сеть лавин разрежена и/или когда лавины происходят только в годы повышенного снегопада или особых метеорологических условий. Большая часть центрального Таджикистана находится в этой группе (высота снежного покрова менее 50-70 см).
- *Склоны с низкой степенью опасности (светло-зеленый / коричневый)*: риск схода лавин минимален, формирование лавин наблюдается только на определенных небольших участках (самые крутые участки склонов подветренной поверхности и только во время снежных лет). Примером могут послужить краевые части хребтов Западного Тянь-Шаня, где площадь лавин обычно ограничена высотами 1400-1800 м, а в заснеженные годы спускается к отметкам 1000 м.. Этот тип включает в себя средние полосы с небольшим количеством снежных осадков, такие как Восточный Памир (район Мургаб); низменности со средними показателями выпадения осадков; предгорья в заснеженных районах, таких как Файзабад; северо-западный склон хребта Петра Первого и хребет Курама.

В особую категорию выделены районы с потенциальной лавинной опасностью, где сход лавин в настоящее время не наблюдается, но могут появиться в будущем из-за глобального изменения климата.

Это в большинстве случаев сильно залесенные горные районы, в которых рельеф и мощность снежного покрова обеспечивают условия образования лавин, но густой лес на склонах хорошо задерживает снег или способствует его равномерному распределению (например, долина реки Обихингоу, южный склон Вахшского хребта и т.д.). При сведении леса в этих районах усилится метелевый перенос, неравномерность распределения снега и возможность схода лавин на склонах.

Точность лавинных карт и подробность описания лавинной активности зависит от имеющихся данных. Некоторые горные районы плохо изучены, поэтому карты для них не точны - как, например, с горами Памира. В будущем антропогенные факторы, такие как обезлесение, могут увеличить вероятность схода лавин. Последствия глобального изменения климата могут также оказать значительное влияние на частоту и масштаб схода лавин.

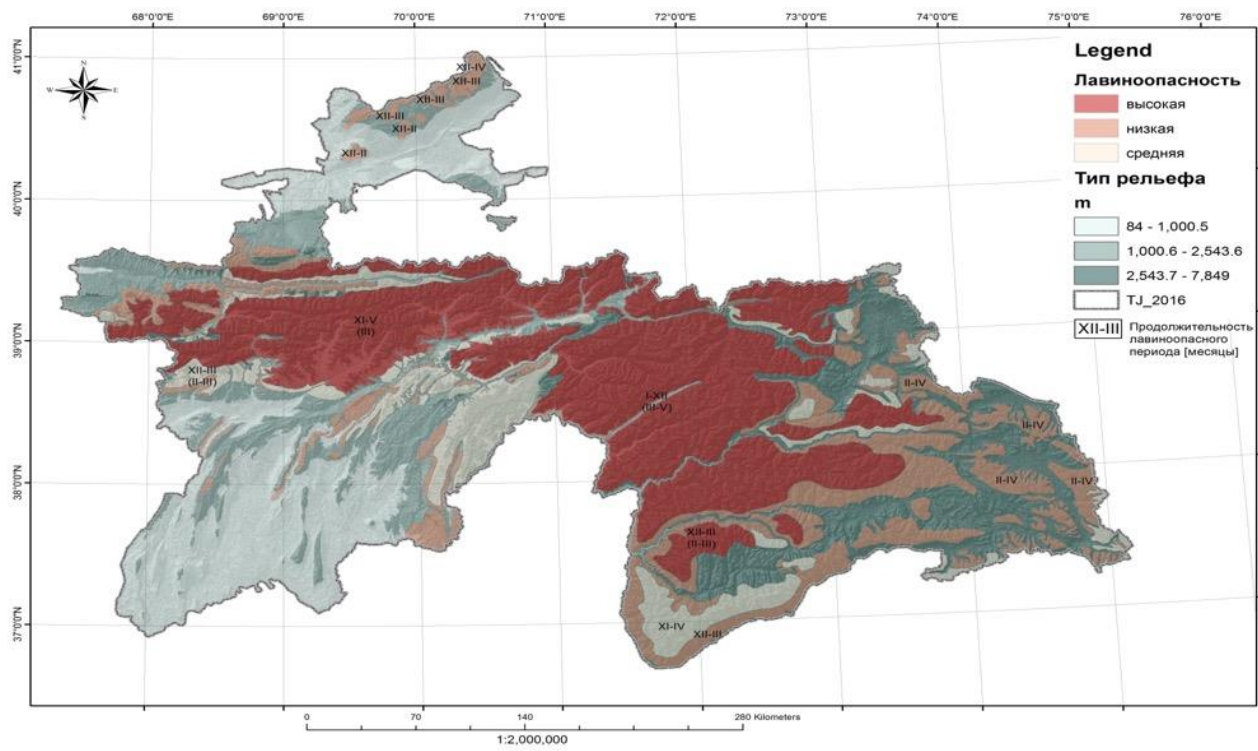


Рисунок 2 - Лавиноопасные склоны (автор Саидов М.С.).

## Библиография

1. Атлас Таджикской ССР [Текст] / Душанбе, М.: ГУГК, 1968. - 199 с.
2. Ашуров Н., Мамадалиев Б.Н., Яблоков А.А. (1999). Грозный природный феномен в Таджикистане. "Мир путешествий", Душанбе, 1999. – С. 66 - 81.
3. Атлас КИПР Республики Таджикистан [Текст] / Масштаб 1:500 000, Душанбе-Москва: ГУГК, 1983. - 83 с.
4. «Атлас карт природных опасностей высокогорья Памира и Памиро-Алая Республики Таджикистан». – Б:2010. – 87 с. (Саидов М.С., Шомахмадов А.М., Хусейнов Э. и др.)
5. Атлас карт природных опасностей высокогорья Памиро-Алая Республики Кыргызстан и Республики Таджикистан». – Б:2010. – 69 с.
6. Лавиноопасные районы Советского Союза. Под редакцией профессора Г.К. Тушинского. Из-во МГУ, 1970. – 191 с.
7. Лосев К. С. Лавинный режим в горных районах СССР по анкетным данным. «Метеорология и гидрология», 1962, № 3.
8. Лосев К. С. Лавины в СССР и сопредельных странах. «Метеорология и гидрология», 1961, № 1.

# Часть II: Оценка и распределение селевых потоков в Таджикистане

## 1 Введение

В Таджикистане селевые потоки наблюдаются в горных районах Таджикистана. Селевые явления возникают как внезапные потоки рыхлообломочного материала, насыщенного водой, формирующихся в горных районах после выпадения осадков (рис. 3). Селевые потоки имеют три зоны: 1) зона зарождения (селевой очаг), 2) транзитная зона (русло) и 3) зона аккумуляции (конус выноса), как показано на рисунке 3.



Рисунок 3. - Классическая структура селя в селе Обчака в долине реки Сурхоб, показывающая зону зарождения, транзита и аккумуляции (фото Н. Ицука).

Существуют три группы основных факторов, которые приводят к образованию селей:

1. Климат-ландшафтная: ливневые дожди, снежный покров, современное горное оледенение, многолетняя мерзлота грунта, почвенно-растительный покров.
2. Геолого-геоморфологическая: рельеф, состав горных пород и эндогенные процессы – неотектоника, землетрясения.
3. Антропогенная: обезлесивание, чрезмерный выпас скота, последствия горнодобывающего производства и пр

Около 95% селей вызваны сильным ливнем или непрерывным затяжным дождем. Как правило, осадки выше 15-20 мм в день в засушливых районах вызывают сход селей (Перов, 2012). Таяние снега не вызывает значительных селей. Но в районах большого скопления многолетнего снега, возможно образование небольших снежниковых селей. В Таджикистане сели, как правило, происходят весной в долинах и предгорьях. В горах и высокогорьях селевые потоки обычно возникают летом, когда начинается снеготаяние. Селевые потоки представляют серьезную опасность для жителей Таджикистана. В 2015 году в Таджикистане

наблюдался одновременный резкий рост температуры и количества выпавших осадков, что вызвало массовый сход селей.

Целью этого исследования было обновление карты распространения селевых явлений в Таджикистане. Карта включает в себя оценку селевых явлений и их угрозу инфраструктуре. Данная работа послужит хорошим дополнением к оценке селей, их угрозы для инфраструктуры, проектированию освоения земель, пригодных для жилых и промышленных сооружений. В отчете термин «опасность селевого потока» используется для обозначения потенциального вреда или ущерба, который может быть нанесен селевыми потоками.

## 2 Методология картографирования распространения селевых явлений в Таджикистане

Цифровая карта «Селевые явления в Таджикистане» была разработана в масштабе 1: 500 000. При составлении карты селевых явлений литературные источники и карты прошлых лет. Старые карты, разработанные в советское время Лимом, Тукеевым и Усковым в 80-х годах 20 столетия, показывают селевые русла и конуса выноса селевых потоков в условных символах. На представленной карте показаны очаги зарождения селей, конусы выноса (зоны аккумуляции) и произведена оценка их опасности (по шкале от опасных до неопасных). Сели, представляющие опасность для объектов инфраструктуры, отмечены красным контуром, как показано на рис. 4.

Основным методом составления карты являлось дешифрирование космоснимков с сайта Google Earth®, с последующим переносом отдешифрованных контуров в ГИС-программу. В ГИС-программе проводилась окончательная обработка материала с добавлением атрибутивных данных. Все названия селевых очагов даны согласно топографической карте масштаба 1:100000, составленной в советский период. Во время обработки снимков использовались дешифровочные признаки объектов, которые имеют характерные черты: форму, цвет, и структуру изображения:

- Для зон зарождения ледниковых селей характерен V-образный врез в рыхлых отложениях, дождевых селей – денудационная воронка, переходящая в рытвину, циркообразные верховья водотоков, служащие идеальным концентратором выпадающих осадков. Здесь наиболее информативна форма изображения.
- Для зоны транзита и формирования типичен светлый тон полосы русла. Это главный дешифровочный признак селей: чем светлее тон, тем моложе возраст прошедшего селя. Характерными элементами в зоне транзита служат также фестончатый рисунок бровки русла и выбросы селевых отложений за пределы русла на участках резких поворотов.
- Для зоны аккумуляции типичен селевой конус выноса в форме полного веера или сектора – фрагмента пролювиального конуса выноса. Иногда селевые потоки не образуют конусов выноса – селевой материал разгружается прямо в русло более крупного водотока и уносится им. Для дешифрирования зоны аккумуляции одинаково информативны все типы дешифровочных признаков, включая косвенные.

В различных типах горного рельефа дешифровочные признаки имеют свои особенности (таблица 1).

Некая неопределенность существует при категоризации между опасными и неопасными зонами, которая может производиться произвольно. Например, это характерно для случаев, когда «неопасные» селевые потоки формируются посредством отложений, накопленных в расширениях русла реки, иногда не доходящих до устья водотока. Из-за извилистости водотока скорость этих грязевых потоков относительно невелика. Поэтому они практически не наносят ущерба, а только затопляют препятствия, возникающие на пути движения рыхлообломочного материала. Кроме того, следует отметить, что показаны только селевые потоки, которые имеют прямые дешифровочные признаки. В некоторых речных долинах, например, в бассейне реки Варзоб, следы предыдущих селевых потоков исчезли, и в них не обнаружено следов селевой активности, т.е. данный селевой бассейн стал неопасным.

Сели дождевого происхождения распространены почти по всей территории Таджикистана, за исключением территории Восточного Памира. Для этого типа селей характерны циркообразные расширения в верхних частях долины, типичные множественные эрозионные борозды на склонах, а также наличие рыхлого материала в русле и на склонах. Иногда транзит массы селевого потока отсутствует, и конус селевого выноса формируется прямо у очага возникновения селя.

В бассейне реки Яхсу, где распространены конгломераты с гравилитами часты водокаменные сели почти без конусов выноса. В нижней части долины р. Зеравшан очень много рывинных маломощных селей, образующихся за счёт линейной эрозии, а также паводковых селей без очагов зарождения, и очень сильно развито оврагообразование, формирующее наносоводные сели без конусов выноса. На Памире, на реках Ванч и Язгулем, селевые потоки, которые идут с долин, практически не причиняют никакого вреда деревьям, поскольку они расположены высоко над водотоками. Опасность существует только для дорог и мостов.

**Таблица 1** - Типичные дешифровочные признаки селевых потоков на черно-белых аэрофотоснимках масштаба 1: 20 000 - 1: 40 000

Морфодинамические зоны селевого бассейна	Дешифровочные признаки	
	Прямые (форма, тон, рисунок изображения)	Косвенные
Зарождения	<p><u>Форма</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>узкие V-образные врезы на уступах склонов и морен;</li> <li>водосборная воронка, осветленная (полностью или частично) процессами смыва и размыва.</li> </ul> <p><u>Тон</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>резкая смена тона полосы русла– (от серого к светлому) в месте зарождения селя;</li> <li>смена тона селевых врезов на моренных уступах, фиксирующих участки зарождения селей разного возраста.</li> </ul>	Оплывина, оползень, участок обрушения, ниже которых в русле наблюдаются следы схода селя
	<p><u>Форма</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>речное русло часто занимает все низовье долины, с резкими</li> </ul>	

<p><b>Транзита</b></p>	<p>бортами на участках вреза;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• гряды крупнообломочного материала или плоские ленты селевых отложения вдоль русла;</li> <li>• Чередование суженных и расширенных участков русла, последние обозначают местные области (поля) аккумуляции ;</li> <li>• выбросы обломочного материала на склоны на участках резких поворотов русла.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><u>Тон</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• светлый в полосе русла и от светлого до серого на участках промежуточной аккумуляции и в прирусловой зоне.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><u>Рисунок</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• фестончатый, со следами береговых обрушений вдольбровки руслового вреза.</li> </ul>	<p>Узкие полосы или удлиненные островки листовых пород (топол, ольха, береза) в зоне воздействия селей среди хвойных и смешанных лесов</p>
<p><b>Аккумуляции</b></p>	<p style="text-align: center;"><u>Форма</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Селевой конус выноса обломков в виде веера или узкого сектора с «рукавами» ниже основного поля аккумуляции;</li> <li>• глубокий ящикообразный врез в поверхность древнего конуса.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><u>Тон</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• светлый – отложения свежих селевых отложений, светло-серый - селей недавнего прошлого.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><u>Рисунок</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• струйчатый, образующийся в результате чередования обломочного материала и сухих русел;</li> <li>• одиночные глыбы или их цепочки, ориентированные вдоль оси движения селевого потока.</li> </ul>	<p>Наличие нескольких контуров, занятых разнородной или разновозрастной растительностью, фиксирующих селевые потоки разного возраста</p>



*Рисунок 4. - Селевой конус выноса, угрожающий деревне Джарчеб (снимок Google Earth®).*



*Рисунок 5. - Селевой поток в Хуросоне в мае 2005 (фотография предоставлена офисом ПРООН).*





Рисунок 6. - Селевой конус выноса в долину реки Иляк (фото Н. Ищука).

## 4 Карта распространения селевых явлений на территории Таджикистана

На карте распространения селевых явлений (масштаб 1: 500 000) представлены генетические типы селей, зоны транзита и формирования и зоны аккумуляции (конуса выноса) селевых потоков. Всего было выделено 573 селевых очага, среди которых 338 очагов дождевого типа, 79 смешанного типа, 8 ледникового (гляциального) типа и 148 снежникового типа. Среди них насчитывается 194 опасных очага, могущих нанести вред народно-хозяйственным объектам. Кроме того, было выделено 20 районов развития паводковых селей, которые сосредоточены в основном в западной и северной частях Таджикистана.

Анализ Государственной службы наблюдений Главного Управления Геологии при Правительстве Республики Таджикистан выявил следующие долины рек в качестве наиболее опасных и наиболее подверженных селям:

1. Могиёндара, Шинг, Фароб, Кштут в Пенджикентском районе;
2. Фондаря и Ягноб в Айнинском районе;
3. Зеравшан в Пенджикентском и Айнинском районах
4. Понгаз, Ошоба и Шаидон в Аштском районе;
5. Ванч, Язгулем, Бартанг, Гунт, Шахдара в Горно-Бадахшанской автономной области

6. Пяндж, Кафирниган, Яхсу, Таирсу и Кызылсу в Хатлонской области.

Наибольшую опасность сели представляют для селений в долинах рек Бартанг (рис.7, 8), Гунт, Шахдара, Пяндж, где селения расположены прямо на конусах выноса боковых притоков, по которым часто проходят сели или есть вероятность их прохождения при катастрофических ливнях. Например, очень жаркое лето в 2015 году и наложившиеся на это атмосферные осадки вызвали массовый сход селей. Сели прошли там, где их раньше никогда не было, и эти водотоки считались не селеопасными (например, река у селения Барсем).

Сели дождевого типа распространены практически на всей территории Таджикистана, исключая территорию Восточного Памира и являются самым многочисленным типом селей. Снежниковые сели характерны в основном для Восточного Памира, высокогорных частей Западного Памира и Гиссаро-Алая. Отсутствие растительности, наличие большого количества рыхлого обломочного материала, снежный покров способствуют возникновению селей при снеготаянии. Атмосферные осадки здесь выпадают преимущественно в виде снега. Как правило, они не являются селеопасными, так как в зоне их влияния отсутствуют какие-либо народно-хозяйственные объекты и селения.

Сели смешанного типа распространены в основном в переходной зоне между Восточным Памиром и Западным Памиром, а также в некоторых частях Гиссаро-Алая и в долине р.Пяндж, где происходит выпадение осадков, как в виде снега, так и в виде дождя. Большая часть из них является селеопасной. Всего выделено 79 селевых очагов смешанного типа, из которых 36 являются селеопасными.

Гляциальные сели очень редки и выделялись по явным признакам: рытвины в русле водотока, близость ледника, из которого поступает вода необходимая для образования селя, наличие характерного конуса выноса. Всего выделено 8 селевых очагов гляциального типа, из которых 3 являются опасными (рис.10).



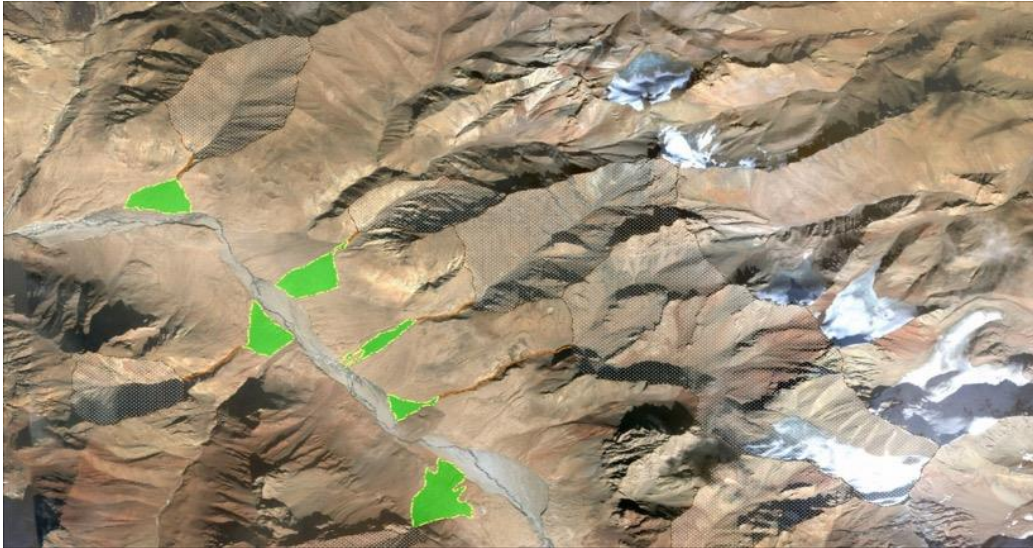
Рисунок 7. - Современный конус выноса реки Нишгар в долине реки Пяндж (фото Н. Ищука).



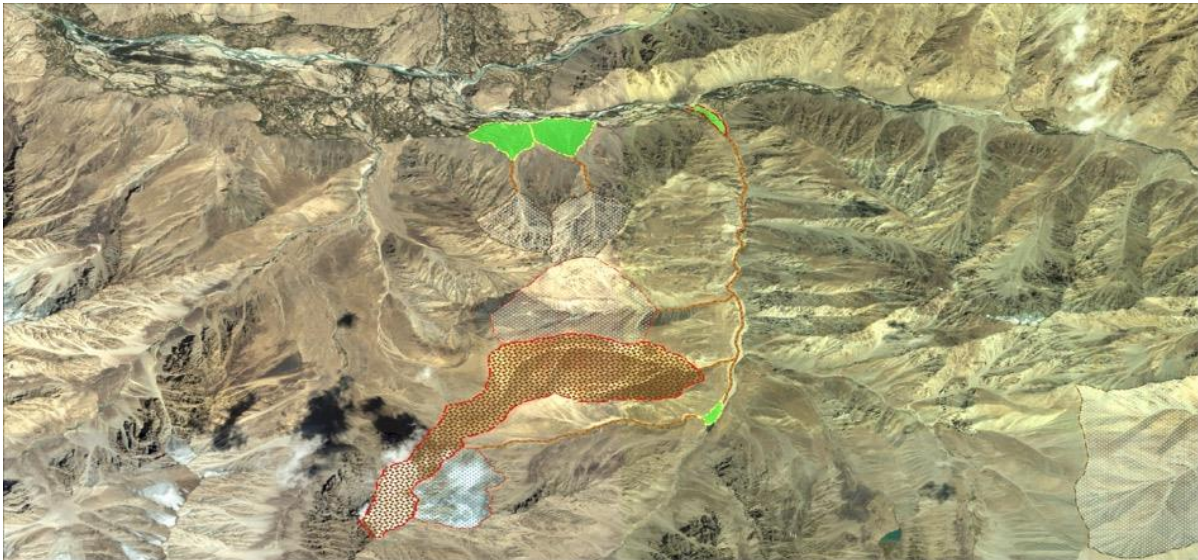
*Рисунок 8. - Селевой конус выноса реки Хайдара, бассейн реки Обихингоу (фото Н. Ищука).*



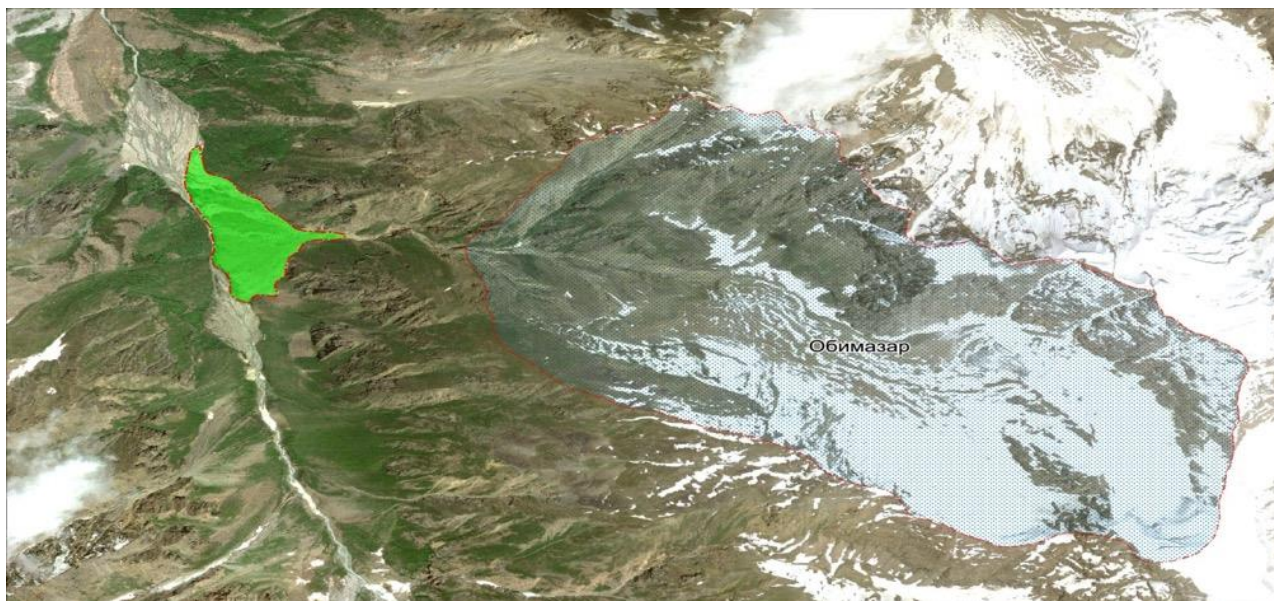
*Рисунок 9. - Веерообразный конус выноса возле деревни Разуч, представляющий угрозу для населения. Долина реки Бартанг (фото Н. Ищука).*



*Рисунок 10. - Снежниковый тип селей в долине реки Зорташкол (Источник: снимок Google Earth® под редакцией Н. Ищука).*



*Рисунок 11. - Зоны возникновения ледникового, смешанного и снежникового типа селей в бассейне реки Дузахдара (Источник: снимок Google Earth® под редакцией Н. Ищука).*



*Рисунок 12. Месторождение ледникового очага в бассейне реки Обимазор. Аллювиальный конус выноса может вызвать блокировку канала и сечь прорывного типа (Источник: снимок Google Earth® под редакцией Н. Ищука).*

## **Библиография**

1. Лим В.В. и др., (1984), Инженерно-геологическая карта условий развития экзогенных геологических процессов в Таджикской ССР масштаба 1:500,000. Фонды Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан.
2. Перов В.Ф. (2012). Исследование селей. Московский государственный университет, стр.271.
3. Тулеев О.В., Усков Ю.С. (1984) Природные ресурсы Таджикской ССР. Сели. ГУГК СССР, стр. 7.

# Часть III: Оценка и распространение ледников в Таджикистане

## 1 Введение

Ледники являются характерной чертой гор Таджикистана. К ледникам относятся долинные ледники, долинные и присклоновые каменные глетчеры. Некоторые ледники настолько большие, что достигают 70 км в длину, и являются длиннее ледников Гималаев. Основная опасность ледников связана с пульсацией ледников, при которых они способны двигаться и заблокировать долины рек, способствовать возникновению селевых потоков.

Движение ледника зависит от баланса его массы и наклона его русла. Для того, чтобы определить поведение ледника, требуется достаточно длительный процесс сбора данных о балансе его массы за последние 100 лет. Ледниковые отложения (конечные морены) из последней голоценовой активизации могут быть использованы для оценки прошлых ледниковых процессов и скоростей деградации ледников. При определённом увеличении мощности льда на его ложе происходит таяние льда, и ледник приобретает текучесть [Патерсон, 1984]. Периодичность пульсаций не имеет закономерностей, пульсирующие и не пульсирующие ледники могут располагаться в одном и том же бассейне реки.

Большинство каменных глетчеров примыкают к границе ледников или сосуществуют рядом с ними. Они образуются из остатков ледников, зарытых обломочным материалом, и содержат так называемый «мертвый лед». Присклоновые каменные глетчеры образуются при формировании льда в скоплениях обломков на склонах (осыпи) или в остатках моренных отложений (боковые морены). Погребенный лед более устойчив к внешним температурам воздуха, и поэтому более устойчив к таянию. Мобильность каменных глетчеров зависит от содержания льда в них. Предпосылкой для их формирования является наличие обломочного материала на склоне и большая суточная разность температур, необходимая для конденсации влаги. Каменные глетчеры могут также образовываться за счет остатков льда, содержащегося в боковых моренах. Они подвижнее ледников и быстрее реагируют на изменения климата.

Целью настоящей работы являлось создание цифровой карты «Динамики ледников Таджикистана» в масштабе 1:500000. Последние и наиболее полные данные о ледниках Таджикистана, содержатся в базе данных о ледниках, созданной в советский период (ГУГК, 1984). Картирование было выполнено с использованием более ранних топографических карт и путем дешифрирования спутниковых снимков. Использовались мультиспектральные спутниковые снимки Landsat (7 диапазонов) и космические снимки с сервиса Google Earth® с разрешением до 1 м на пиксель.

## 2 Методология картографирования ледников

Для картирования ледников, были оцифрованы старые топографические карты 1975-1981 годов в масштабе 1: 100000. Затем ледники были отдешифрированы с использованием мультиспектральных (7-зональных) спутниковых снимков Landsat, которые отражали состояние ледников на 2011 год. Эти снимки были подготовлены с использованием диапазонов 4-3-2, в которых чистый лед отражался голубоватым оттенком, что облегчило

оцифровку ледников на спутниковых снимках. Далее оцифрованные изображения накладывались друг на друга для создания окончательной карты. Была составлена база данных в ГИС-программе, в которой отражено местоположение и размеры ледников на период с 1971 по 2011 годы, каменных глетчеров и конечно-моренных комплексов голоценового возраста, а также прорывоопасных ледниковых озёр. Даны площади выделенных объектов, их названия или названия бассейнов рек, где они расположены. Каменные глетчеры и конечно-моренные комплексы показаны на карте впервые. Кроме ледников было решено отдешифрировать конечно-моренные комплексы (гряды), оставленные деградирующими ледниками за период в 13.4 тысячи лет, т.е. за голоцен. Такое решение было вызвано тем, что конечно-моренные комплексы могут содержать важную информацию при изучении деградации ледников. Интерпретация горных ледников и конечных моренных гряд проводилась путем непрерывного осмотра горных районов на спутниковых снимках в масштабе 1:5000. Также на карте показаны каменные глетчеры, среди которых выделялись долинные и присклоновые. Наиболее опасные горные ледники показаны на карте красным контуром.



*Рисунок 13. - Конечная морена, образовавшая озеро Риваккуль (снимок Google Earth® под редакцией Н. Ищука).*



*Рисунок 14. - Конечная морена – плотина озера Риваккуль (фото Н. Ищука).*



*Рисунок 15. - Долинные каменные глетчеры в долине р. Кокуйбель (снимок Google Earth® под редакцией Н. Ищука).*





*Рисунок 16. - Те же каменные глетчеры в долине р. Кокуйбель (фото Н. Ищука).*



*Рисунок 17. - Присклоновый каменный глетчер в долине р. Кокуйбель (снимок Google Earth® под редакцией Н. Ищука).*



*Рисунок 18. - Тот же каменный глетчер в долине р. Кокуйбель (фото Н. Ицука).*

### 3 Карта динамики ледников Таджикистана

При оцифровке топокарты было отрисовано 6094 ледника общей площадью 9539.15 км<sup>2</sup>. При оцифровке ледников по космоснимкам их количество составило 7109, с площадью 6854.01 км<sup>2</sup>. Согласно базе данных ледников СССР (ГУГК, 1984), число ледников в Таджикистане составило 8492, площадь которых составила 8476 км<sup>2</sup>. Несоответствие количества и размера может быть связано с тем, что подход к оконтуриванию ледников и подсчёту их площади неодинаков. На топокартах показаны как чистый лёд, так и мёртвые части ледников, оторванные от основного тела, которые большей частью покрыты чехлом обломочного материала и содержат большое количество обломочного материала (морену). По космоснимкам Landsat выделялись только незаморенные части ледников, иногда с участками скопления снега в верховьях ледников. Площадь ледников, приведённая в Атласе ледников, определялась по топокартам и аэрофотоснимкам времени съёмки 1959г. и более поздних годов, и измерялась при помощи палеток. Учитывались лишь те ледники, площадь которых была более 0.1 км<sup>2</sup>.

При дешифрировании было выделено 2055 каменных глетчеров, из которых долинных 1287, присклоновых – 768. Опасных долинных каменных глетчеров, которые могут при движении вызвать перекрытия русел рек, выделено 103, опасных присклоновых каменных глетчеров – 45. Наибольшее количество опасных долинных каменных глетчеров сосредоточено на Рушанском хребте (рис. 22, 23), Северо-Аличурском хребте (рис. 24), хребте Белеули и Шахдаринском хребте. В некоторых долинах каменные глетчеры могут вызывать перекрытие русла реки, образование озера, которое впоследствии может прорваться и вызвать селевой поток.

Пульсирующие ледники были выделены согласно карте «Современное оледенение», составленной с применением космоснимков и входящей в атлас «Природные ресурсы Таджикской ССР», изданный в 1984г. Всего насчитывается 61 пульсирующий ледник (таблица 2). В основном они расположены в системе ледников Федченко и в верхней части реки Обихингоу. Небольшая часть находится в бассейне реки Тандыкуль, на Ваханском

хребте и в верховьях долины р. Сауксай. На составленной карте также показаны 542 прорывоопасных ледниковых озера. Они расположены как на поверхности ледника, так и в его краевых частях, часто на отступающем фронте ледника. Эти озера являются наиболее опасными. При их заполнении до максимальной отметки возникает угроза прорыва и вероятность селевого потока. Из-за отсутствия данных об объеме воды в озере, никакая оценка степени опасности не проводилась.

Конечные моренные отложения являются признаком деградации последней стадии оледенения. На карте отмечены только моренные отложения в период Голоцена (за период 13,4 тыс. лет). Всего на карте показано 2802 конечных моренных комплекса. Сложность проведения этого анализа заключается в том, что конечные моренные ледниковые отложения не все сохранились в данной местности. Максимальное их количество в пределах одной долины достигает 6.

**Таблица 2 - Пульсирующие ледники Таджикистана в редакции Атласа природных ресурсов Таджикской ССР, 1984.**

Пульсирующие ледники Таджикистана			
№			
1	Абдукагор	32	Медвежий
2	Акбайтал	33	Музгазы
3	Баралмос	34	Мушкетов
4	Батрут	35	Наспар
5	Бивачный	36	Петра Первого
6	Богчигир	37	Подкова
7	Большой Саукдара	38	Равак
8	Бирс	39	Ракзоу
9	Бюракурмас	40	РГО
10	Вайзирек (№88)	41	Сагдар
11	Вали	42	Сатсу
12	Ванчдара	43	Северный Зулумарт
13	Гандо	44	Северный Танымас
14	Гармо	45	Скогач
15	Грум-Гржимайло	46	Сугран
16	Дарвазский	47	Сытарги
17	Держинского	48	Тамдыкул
18	Дидаль	49	Танымас 2
19	Дорофеев	50	Танымас 3
20	Западный Октябрьский	51	Токаест
21	Зардибирюсо	52	Улугбек
22	Зугванд	53	Уртабогчигир 1
23	Зюрюзамин	54	Уртабогчигир 2
24	Иштансалды	55	Фортамбек
25	Карл Маркс	56	Хабарвивхац
26	Касвир	57	Шаугадо

27	Киштиджароб	58	Шогазы
28	Комсомол	59	Шокальского
29	Липского	60	Язгулемдара
30	Мазарский	61	Язгулемский
31	Малый Саукдара		



*Рисунок 19 - Ледник РГО (фото Н. Ицука, 2009).*



*Рисунок 20. - Ледник Медвежий (фото Н. Ицука, 2011).*



*Рисунок 21. -Пульсирующий ледник Тамдыкуль (фото Н. Ицука).*



Рисунок 22. - Опасные каменные глетчеры в долине реки Каттамарджанай (снимок Google Earth® под редакцией Н. Ищука).



Рисунок 23. - Каменный глетчер, который перекрыл русло реки и вызвал образование озера. Долина р.Бизангое (снимок Google Earth® под редакцией Н. Ищука).



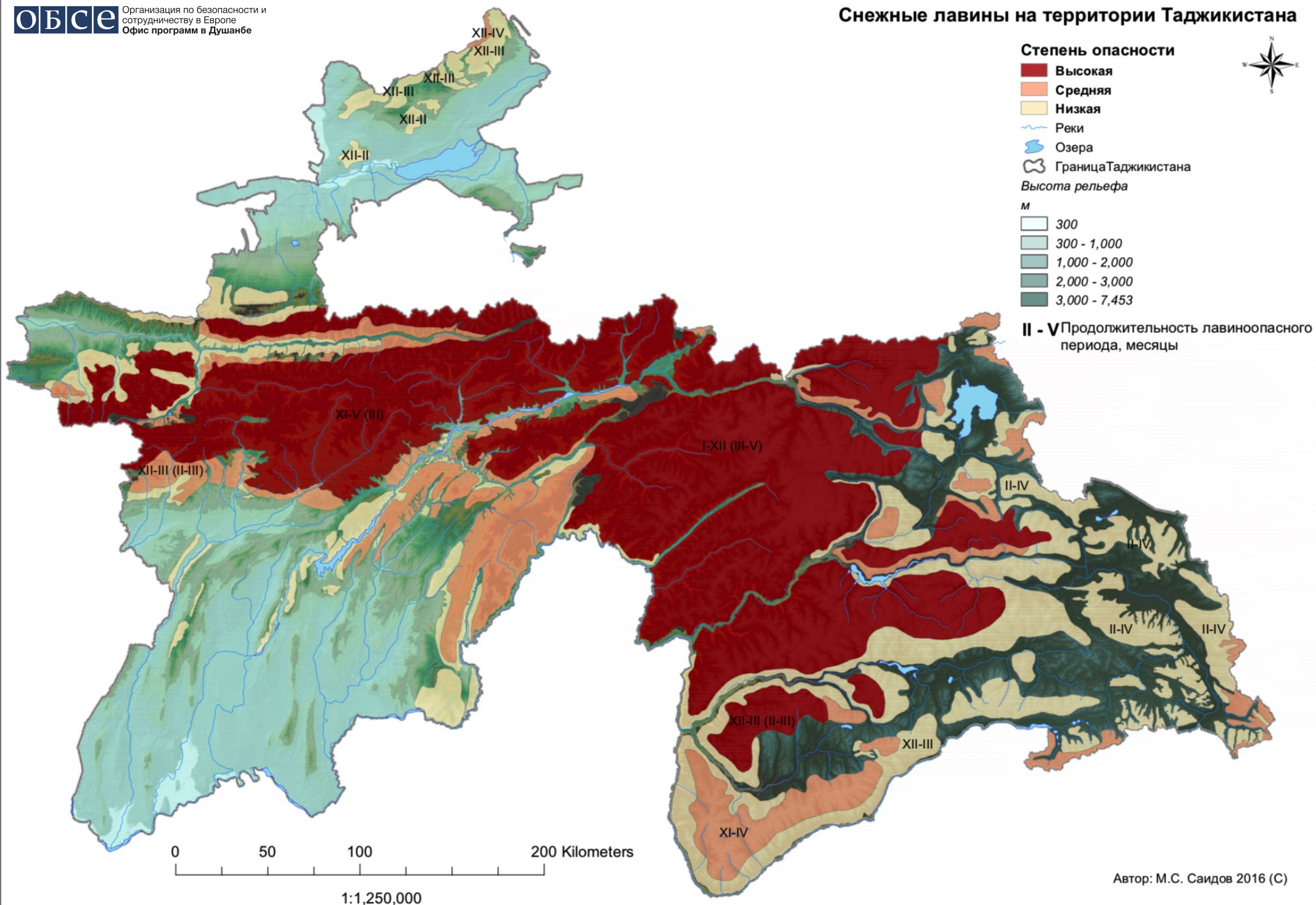
*Рисунок 24. - Каменные глетчеры, которые, соединившись, перекрыли русло реки и образовали, озеро. Долина р.Ак-Джилга. (снимок Google Earth ® под редакцией Н. Ищука).*

## Библиография

1. ГУГК при СМ СССР (Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР) (1984), Атлас по природным ресурсам Таджикской ССР.
2. Патерсон Ю. С. Б. (1984) Физика ледников. М., “Мир”, 1984, стр. 471.



# Снежные лавины на территории Таджикистана



# Динамика ледников на территории Таджикистана

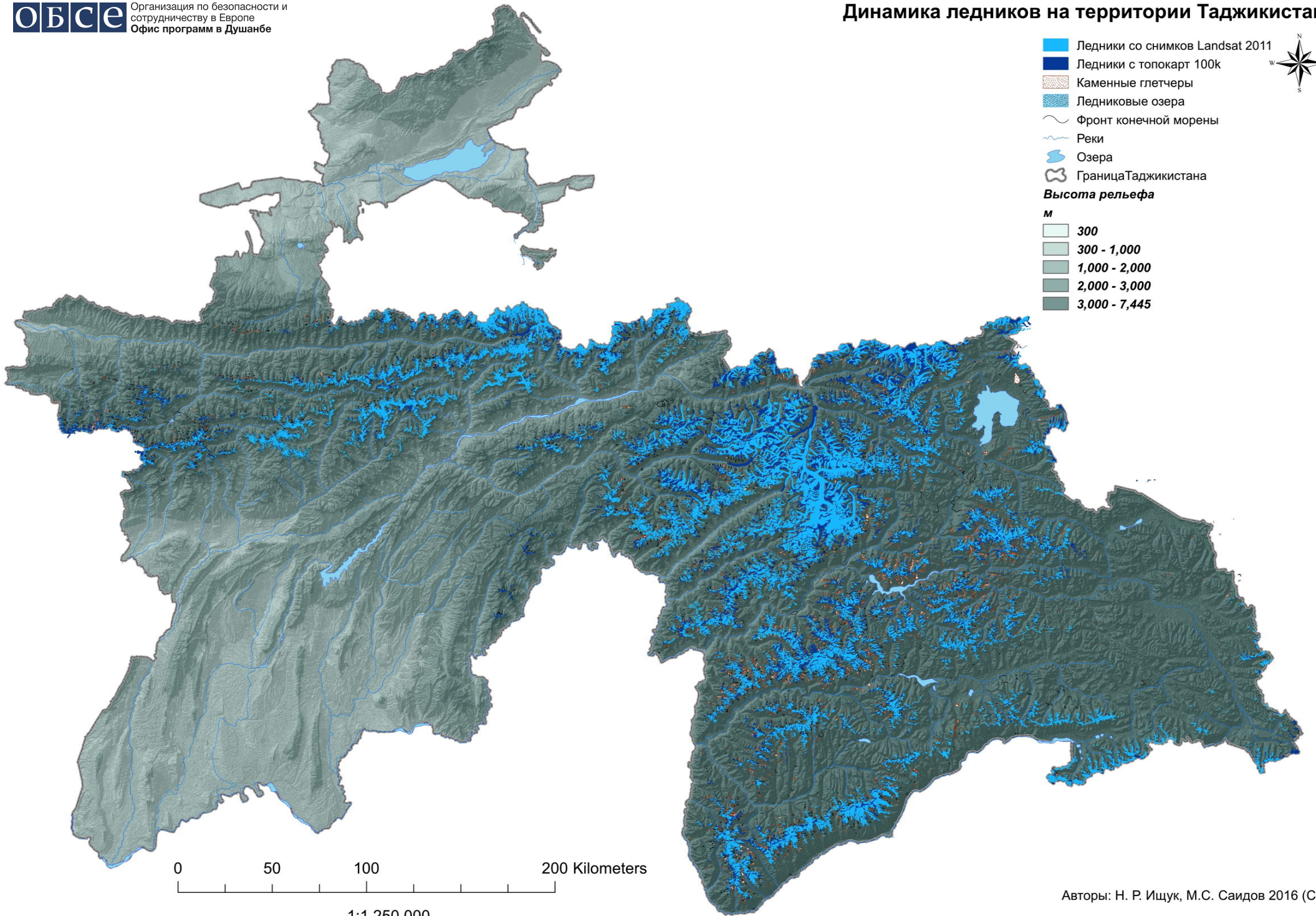
- Ледники со снимков Landsat 2011
- Ледники с топокарт 100к
- Каменные глетчеры
- Ледниковые озера
- Фронт конечной морены
- Реки
- Озера
- Граница Таджикистана



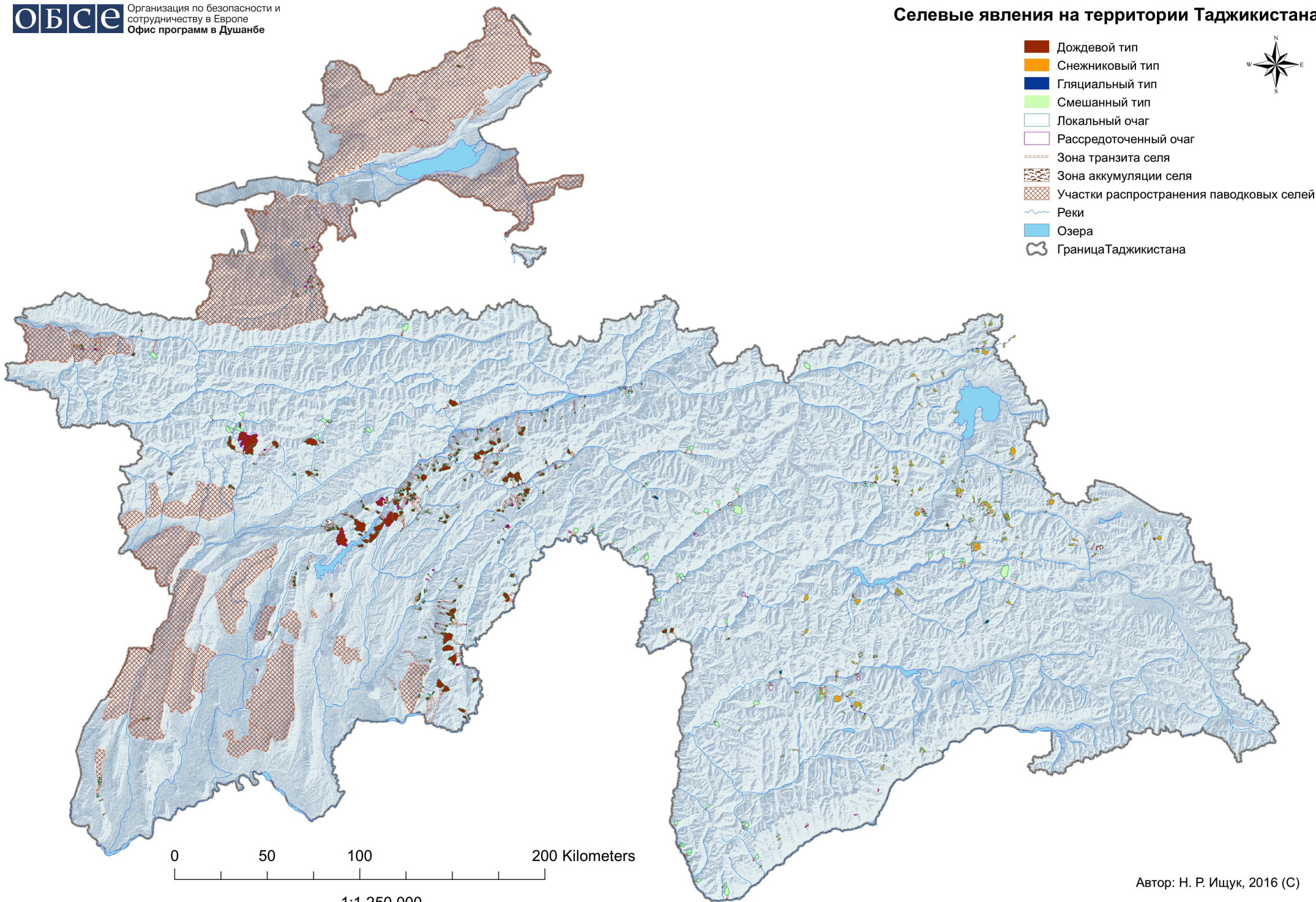
**Высота рельефа**

М

- 300
- 300 - 1,000
- 1,000 - 2,000
- 2,000 - 3,000
- 3,000 - 7,445



### Селевые явления на территории Таджикистана



- Дождевой тип
- Снежниковый тип
- Гляциальный тип
- Смешанный тип
- Локальный очаг
- Рассредоточенный очаг
- Зона транзита селя
- Зона аккумуляции селя
- Участки распространения паводковых селей
- Реки
- Озера
- Граница Таджикистана