

ОТСТУПАНИЕ ЛЕДНИКОВ – ФАКТОР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ СЕЛЕЙ

И.Г. Томашевская, А.А. Тихановская, М.А. Петров

*Институт геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева,
100041, Ташкент, ул. Олимлар, 49, Узбекистан; tomashevskaya@yandex.ru*

Повышение температуры воздуха создало комфортные климатические условия для богарного земледелия в зоне абсолютных высот 1900–2100 м суммарной площадью 6 км². Эти области находятся в зоне риска воздействия гляциальных селей, опасность схода которых увеличивается в процессе дегляциации. В ходе полевых исследований 2011–2012 гг. в Ташкентской области в верховьях р. Ойгаинг обследованы два ледника: Текешсай-1, практически лишенный моренного покрытия, и Баркрак-Средний с развитым моренным покровом. Ледники находятся в стадии отступления. В предпольной части ледника Баркрак-Средний, покрытой моренными отложениями, образовалось два озера площадью 1788 и 878 м². При благоприятных условиях (высокой температуре воздуха, повышенной абляции и ливневых осадках) возможно возникновение гляциальных селей, распространяющихся вниз по долине р. Баркраксай. Ледник Текешсай-1 в плане возникновения гляциальных селей опасности не представляет. Соответственно, количество моренного материала на леднике является ведущим фактором при образовании моренно-завальных озер и формировании селеопасной обстановки в предпольной зоне ледника.

Климат, отступление ледников, граница земледелия, гляциальное озеро, гляциальный сель

GLACIER CONTRACTION – THE ORIGINE OF GLACIAL MUDFLOWS

I.G. Tomashevskaya, A.A. Tikhanovskaya, M.A. Petrov

*Abdullaev Institute of Geology and Geophysics,
100041, Tashkent, Olimlar st., 49, Uzbekistan; tomashevskaya@yandex.ru*

Rise of temperature has created comfortable climatic conditions for dry farming in the zone of 1900–2100 m a.s.l. The total area of this territory is about 6 km². These areas are in the zone of the glacial mudflow risk. The hazard of glacial mudflows increases during the deglaciation process. In the course of field campaigns of 2011–2012 in the Tashkent region, in the upper courses of the Oygaining river 2 glaciers were surveyed: Tekeshsay-1 (moraine covering is poor) and Barkrak-Middle (well-developed moraine cover). Glaciers are in a recession stage. In the fore-nival zone of the Barkrak-Middle glacier, covered with moraine sedimentation, two lakes with the area of 1788 and 878 m² have formed. In the Barkraksay river valley, origin of glacial mudflows is possible due to the high air temperature, intensive ablation and storm rainfall. According to the survey, the Tekeshsay-1 glacier is nonhazardous. Thus, the quantity of moraine material on the glacier is the principal factor of the formation of moraine-dammed lakes and glacial mudflow hazard in the fore-nival zone.

Climate, glacier recession, border of agriculture, glacier lake, glacial mudflows

С потеплением климата верхняя граница территорий сельскохозяйственной деятельности человека сдвигается в сторону больших абсолютных высот. По данным С.Р. Группер [1998], в Кашкардарьинской области на 1998 год “...на высотах 1100–1900 м.н.м. тепла и влаги достаточно для богарного земледелия”. Однако, по нашим сведениям [Тихановская и др., 2012], в настоящее время нормальные для сельского хозяйства условия тепло- и влагообеспечения характерны до высоты 2100 м над уровнем моря (н.у.м.), т. е. для уровня среднегорья. При этом для сельскохозяйственной деятельности (богарного земледелия) наиболее пригодны участки с небольшими уклонами (до 10°). На основе цифровой модели рельефа (ЦМР) (высотные данные SRTM-съепок) была рассчитана крутизна склонов Ташкентской области. Для высотной зоны от 1900 до 2100 м суммарная пло-

щадь участков местности крутизной менее 10° составила 6 км² (рис. 1).

Река Ойгаинг является притоком р. Пскем (Западный Тянь-Шань, северо-восток РУз), в верховьях которой общая площадь ледников, находящихся в состоянии отступления, составляет 38,8 км² [Yakovlev, Batirov, 2003]. Выделенная зона подвержена риску воздействия гляциальных селей, вероятность возникновения которых увеличивается при отступании ледников.

Гляциальные сели, относящиеся к опасным геологическим процессам (ОГП), явления относительно редкие, однако последствия их могут быть катастрофическими. В условиях высокогорья мониторинг ОГП практически не ведется, в то время как по имеющимся данным при современном интенсивном отступании ледников (табл. 1) происходит накопление большого количества рыхлого

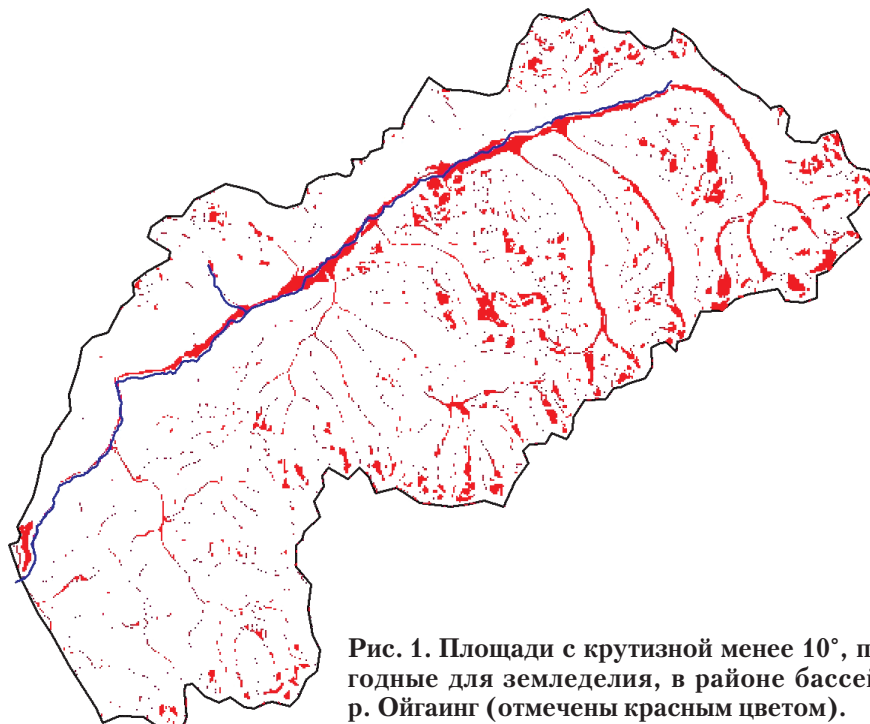


Рис. 1. Площади с крутизной менее 10°, пригодные для земледелия, в районе бассейна р. Ойгаинг (отмечены красным цветом).

обломочного материала в предпольной части ледника – абляционной и донной морены [Вилесов и др., 2006].

Для примера приведем рассчитанный средний годовой вынос моренного вещества с крупных ледников различных бассейнов: Северцова (бассейн р. Ханакасу) – 2860 т/год, Баркрак-Средний (бассейн р. Пскем) – 5200 т/год. Результатом этого процесса является метаморфизм типа стока с ледника: открытый сток переходит в закрытый. Талая вода фильтруется в отложенную морену и выклинивается ниже в ледниковую долину. Согласно [Ни, Петров, 2001], при закрытом стоке отложения от языка ледника не выносятся, предпольная часть не размывается, происходит образование разливов, болот и моренных озер, что является потенциальной опасностью возникновения гляциальных селей. Риск усугубляется поступлением

обломочного материала с окружающих склонов. Весь накопленный рыхлый материал служит источником твердой составляющей гляциальных селей.

Объектом наших исследований являются ледники верховьев р. Ойгаинг. Цель исследований – выделение ледников, представляющих собой потенциальную опасность возникновения гляциальных селей. В ходе полевых работ 2011–2012 гг. были обследованы два ледника: Баркрак-Средний № 54 и Текешсай-1 № 116 [Каталог..., 1968]. В табл. 2 приведены характеристики обследуемых ледников (данные А.С. Щетинникова на 1980 г.).

Долина ледника Текешсай-1 простирается в направлении восток–юго-восток. Моренный покров незначительный, примыкает к правому борту ледника, сложенному коренными известняками. В настоящее время ледник находится в стадии от-

Таблица 1. Сокращение площади ледников в верховьях рек Узбекистана

Район	Частный бассейн	ΣS_{1970} , км ²	$\Delta S_{1970-2008}$, км ²
Кашкадарья	Ханакасу	5,3	0,7
	Батырбай	5,8	0,8
	Гиландарья	6,9	0,9
Пскем	Ойгаинг	54,8	18,5
	Чаткал	51,2	7,1

Примечание. ΣS_{1970} – суммарная площадь ледников в 1970 г.; $\Delta S_{1970-2008}$ – изменение площади ледников с 1970 по 2008 г.

Таблица 2. Характеристика обследуемых ледников

Хребет	Ледник	Экспозиция	$S_{\text{общ}}$, км ²	$S_{\text{л}}$, км ²	$S_{\text{м}}$, %
Пскемский	Баркрак-Правый	Северная	2,14	1,56	27
	Майдантальский	Текешсай-1	0,97	0,95	2

Примечание. $S_{\text{общ}}$ – общая площадь ледника; $S_{\text{л}}$ – площадь льда ледника; $S_{\text{м}}$ – доля моренного покрытия в общей площади ледника.

ступания, однако он по-прежнему слабо заморенен и имеет открытый тип стока (см. рисунок на обложке).

Долина не загромождена моренными отложениями. Образование моренных озер и следов проявления ОГП не отмечается.

Долина ледника Баркрак-Средний расположена в субмеридиональном простирании с юго-востока на северо-запад. Вся площадь ледника, покрытая активным льдом, к 2000 г. в процессе деградации разделилась на три части. Восточная часть площадью 0,44 км² с крутым концом языка завершается над озером, расположенным на участке бывшего ложа. Морена сложена серыми известняками, гранитами и габброидами, приносимыми ледником из зоны контакта, находящейся восточнее языка ледника. Центральная часть (0,80 км²) наиболее заморенена, обтекает нунатак. Морена на ней сложена серым и черным известняком, красными гравелитами неогенового возраста, поступающего как с нунатака, так и со скального обрамления камеры. Западная часть площадью 1 км² наименее заморенена. Моренный состав представлен желтовато-серыми мраморизованными известняками и черными доломитами, поступающими в основном с левого борта и частично со скального обрамления камеры. Перед языком ледника зафиксированы два озера, образовавшихся в предпольной части (рис. 2).



Рис. 2. Озера, образовавшиеся у языка ледника Баркрак-Средний (Западный Тянь-Шань, Пскемский хребет, август 2011 г.). Фото М.А. Петрова.



Рис. 3. Термокарстовые проявления на поверхности ледника Баркрак-Средний (Западный Тянь-Шань, Пскемский хребет, август 2011 г.). Фото М.А. Петрова.

В 2012 г. площадь озер, по классификации А.В. Зимницкого [2005], определяемых как моренно-запрудные, составила 1788 и 878 м². Для оценки объема образовавшихся озер была использована следующая формула [Byers et al., 2011]:

$$V = 0,104 \cdot A^{1,42},$$

где V – оценочный объем озера, м³; A – площадь поверхности озера, м².

На 2012 г. приблизительный объем озер составляет 4319 и 1573 м³. Следует оговориться, что в настоящее время озера занимают примерно 1/10 часть котловины, освободившейся ото льда, что объясняется замедленным таянием льда и снега аномально холодным летом 2012 г. (на 25.07.2012 вокруг озера и на языке ледника наблюдались нерастаявшие снежники). Стадиальная морена подпруживает образовавшиеся озера, создавая естественную дамбу. GPS-съемка показала незначительный перепад высот – отметок конца озера и естественной дамбы; перепад составил около 2 м, в то время как превышение боковых морен над уровнем озера составило 15–17 м. При условии резкого роста объема озер за счет усиления процессов абляции либо прорыва внутриледниковых каналов высота дамбы не станет препятствием для выброса воды вниз по долине. Кроме описанных моренно-запрудных озер, на леднике Баркрак-Средний отмечены термокарстовые процессы, в результате которых происходят селевые выбросы в предпольную часть (рис. 3). По полевым наблюдениям, в 2012 г. площадь селевого выноса составила 1034 м².

Образовавшиеся озера и термокарстовые процессы, происходящие на леднике, при благоприятных климатических условиях (высокой температуре воздуха, повышенной абляции и ливневых осадках) могут спровоцировать возникновение гляциального селя, распространяемого вниз по долине р. Баркраксай.

ВЫВОДЫ

1. В современных климатических условиях верхняя граница территории земледелия в бассейне р. Ойгаинг поднялась до высоты 2100 м.

2. Количество моренного материала на леднике является ведущим фактором для образования моренно-завальных озер и, соответственно, для формирования селеопасной обстановки в предпольной зоне ледника.

Работа выполнена в рамках грантов ГНТП ФА-Ф8-Т110 “Морены как источник геологической и геохимической информации нивальной зоны” и ФА-А7-Т116 “Оценка изменения земельных ресурсов в среднегорной зоне Республики Узбекистан с учетом риска гляциальных селей”.

Литература

- Вилесов Е.Н., Горбунов А.П., Морозова В.Н., Северский Э.В.** Деградация оледенения и криогенез на современных моренах северного Тянь-Шаня // Криосфера Земли, 2006, т. X, № 1, с. 69–73.
- Группер С.Р.** Агрометеорологическая оценка продуктивности озимой пшеницы в Узбекистане / С.Р. Группер. Ташкент, САНИГМИ, 1998, 156 с.
- Зимницкий А.В.** Формирование, распространение и динамика приледниковых озер Западного и Центрального Кавказа (в границах России): Авотреф. дис. ... канд. геогр. наук. Краснодар, 2005, 20 с.
- Каталог ледников СССР.** Т. 14. Средняя Азия, вып. 1, бас. р. Сырдарья, ч. 1, р. Пскем / Отв. ред. А.С. Щетинников. Л., Гидрометеоздат, 1968, 48 с.
- Ни А.А., Петров М.А.** Постгляциальный рельеф и связанные с ним негативные природные явления (гляциальные сели) // Тр. САНИИРИ. Ташкент, 2001, вып. 161 (242), с. 73–82.
- Тихановская А.А., Томашевская И.Г., Петров М.А.** Изменение верхней границы земледелия на территории Республики Узбекистан в современных климатических условиях // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. “Науки о Земле: устойчивое развитие территорий – теория и практика” (Чебоксары, 21–23 июня 2012 г.). Чебоксары, Чуваш. ун-т, 2012, с. 124–135.
- Byers A., McKinney D., Somos M., Watanabe T.** Glacial lakes of the Hinku and Hongu valleys, Makalu – Barun National Park and Buffer zone, Nepal // Andean–Asian Mountains Global Knowledge Exchange on Glaciers, Glacial Lakes, Water and Hazard Management: An adapt. partnership workshop (Katmandu, 26–28 Sept. 2011). Katmandu, Nepal, 2011, p. 16–32.
- Yakovlev A., Batirov R.** Monitoring of mountain glaciers and glacial lakes using ASTER Space Images // Proc. of the First Intern. Conf. on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW 2003). Kyoto, Japan, JICA Publ. House, 2003, vol. 2, p. 1042–1047.

Поступила в редакцию
16 октября 2012 г.