

РГБ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
— 4 АПР 1994

На правах рукописи

УДК 551.324.43

КАМНЯНСКИЙ Геннадий Моисеевич

**Баланс массы, движение и морены
ледника Абрамова**

Специальность: 11.00.07—Гидрология суши, водные
ресурсы, гидрохимия

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент—1994

Работа выполнена в Среднеазиатском региональном научно-исследовательском гидрометеорологическом институте им. В.А.Бугаева.

Научные руководители: доктор географических наук, профессор
Г.Е.Глазырин,
кандидат географических наук
Ф.И.Перцигер.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Ю.М.Денисов,
доктор географических наук
П.А.Черкасов.

Ведущая организация: Институт геологии и геофизики
Академии наук Республики Узбекистан.

Защита состоится 29 марта 1994 г. в 14 час. на заседании Специализированного совета Д.015.70.21 при Институте водных проблем АН РУз по адресу: 700000, ГСП, г.Ташкент, ул. Якуба Колоса, 24.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных проблем АН РУз.

Автореферат разослан 25 февраля 1994 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять в адрес Специализированного совета.

Ученый секретарь Специализированного совета,
доктор географических наук

Чембарисов Э.И.

Горные ледники до настоящего времени остаются в числе наименее изученных объектов горных стран. Однако участие в формировании стока горных рек, являющихся основой всей жизни Центральной Азии, индикационные свойства, позволяющие использовать их для мониторинга климата и чистоты атмосферы, настоятельно требуют дальнейшего исследования их режима и, в первую очередь, баланса массы и динамики. Возникающие при этом технические и научные проблемы получения, обработки и дальнейшего использования информации настоятельно требуют быстрого решения. Этим определяется актуальность работы.

В 1967 году была создана действующая круглогодично полевая база на леднике Абрамова. В отличие от ряда других, организованных по программе Международного гидрологического десятилетия, она продолжает действовать до сих пор. Основные метеорологические, гидрологические, балансовые и другие виды наблюдений выполнялись и выполняются регулярно по единой методике, что позволило накопить уникальные ряды данных. Но, кроме того, там в разные годы проводились работы по специальным программам для выяснения некоторых теоретических и прикладных вопросов гляциологии.

Основная задача работы и, соответственно, предмет защиты - усовершенствование методик наблюдений за балансом массы ледника, его динамикой и моренным покровом, обнаружение некоторых новых закономерностей и явлений в режиме горных ледников.

При этом был решен ряд задач, имеющих как прикладное, так и теоретическое значение и свидетельствующих о научной новизне работы:

- предложены пути усовершенствования и оптимизации трудоемких балансовых наблюдений;

- получены многолетние ряды баланса массы ледника как по данным прямых тщательных измерений, так и на основе расчетов, базирующихся на использовании стандартных метеорологических материалов;

- выполнены тщательные измерения поля поверхностных скоростей движения ледника, позволившие выявить некоторые черты весьма сложной его динамики, не всегда согласующиеся с существующими теоретическими представлениями;

- на основе сопоставления результатов математического моделирования с материалами полевыми наблюдениями за подвижкой ледника в 1972-73 гг. удалось выбрать наиболее подходящую из трех моделей взаимодействия ледника с ложем, описывающих возникновение этого явления;

- получены совершенно новые сведения о режиме поверхностных морен, в частности, - найдены причины самонивелирования срединных морен, что может привести к частичному пересмотру некоторых сложившихся представлений о влиянии моренного покрова на сток с ледников;

- благоприятные условия на леднике для отложения сносимого лавинами материала в виде поверхностных морен позволили рассчитать примерную скорость лавинной денудации склонов;

- на основе предложенной методики удалось реконструировать изменения языковой части ледника с середины прошлого столетия и размеры всего прошлого оледенения бассейна.

Личный вклад автора состоит в получении исходных данных во время ежегодных полевых работ на леднике и в теоретическом обобщении этих данных, часто на основе оригинальных методик. Во всех случаях, когда работы выполнялись в соавторстве, имеются ссылки в тексте и в списке литературы.

Методика исследований. Естественно, на разных этапах работы использовались различные методы: при сборе материалов - стандартные гляциологические и специально организованные поисковые наблюдения; при обобщении материалов - современные статистические, картографические и расчетные методы, которые выбирались адекватно поставленным целям.

Практическое значение работы. Ледник Абрамова является типичным долинным ледником с хорошо выраженными областями аккумуляции и абляции. Материалы измерений на нем публикуются в регулярных международных изданиях "Glacier mass balance bulletin", "Fluctuations of glaciers" и вошли в созданный гляциологами бывшего Советского Союза фундаментальный "Атлас снежно-ледовых ресурсов Мира". Метод восстановления многолетних рядов баланса массы и его составляющих был внедрен во ВНИГМИ МЦД Госкомгидромета СССР в 1985 году. Он применялся для исследования климатических факторов стока рек, интенсивно используемого на орошение (тема НИР У1.40а.14). В "Руководство по наблюдениям на горных ледниках" (сдано в печать) вошли представленные автором примеры измерений и расчетов различных характеристик режима ледников. Материалы наблюдений, обобщаемые в работе, служат исходными данными для многих научно-исследовательских работ, выполняемых в САНИГМИ. К их числу относятся и работы, имеющие существенно практический характер, - гидрологические прогнозы различной заблаговременности: тема РЗ 8.13 "Разработать методы прогноза ледниковой и снеговой составляющих стока рек Сох, Исфара в июле - сентябре"; тема РЗ 7.12 "Разработать методы краткосрочных прогнозов стока рек снегово-ледникового питания на северном склоне Алайского хребта".

Апробация работы. Результаты исследований изложены в 16

научных статьях и монографии "Режим ледника Абрамова". Они также были неоднократно доложены на семинарах и заседаниях Ученого совета САИГФИ, на всесоюзных и международных гляциологических симпозиумах в 1984 году в Таллине, в 1988 году в Тбилиси и в 1993 году в Ташкенте.

Структура диссертации. Работа, общим объемом 113 страниц машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 74 наименований, 29 рисунков и 14 таблиц.

ГЛАВА 1. ВВОДНЫЕ СВЕДЕНИЯ

В ней приводятся краткие сведения о леднике и ледниковом бассейне, описаны программа и материалы наблюдений.

Ледник Абрамова расположен в верхней части бассейна р.Коксу, несущей воды в Алайскую долину и впадающей в р.Кызылсу. Хотя генеральное направление течения реки - с северо-запада на юго-восток, ее верховья лежат как бы в кармане, ориентированном на северо-восток и ограниченном с запада основным водораздельным Алайским хребтом, а с юга и востока - его отрогом - хребтом Текелик (рис. 1). Наивысшая точка района - пик Айдарбек - имеет отметку 5127 м.

Здесь имеется 13 ледников суммарной площадью 30 км², крупнейшие из которых - л.Абрамова, л.Шульца и л.Ноедрыхина.

Сток с ледника Абрамова и окружающих его склонов учитывается гидрометрическим створом, положение которого также показано на рис.1. Контролируемая им часть бассейна имеет площадь

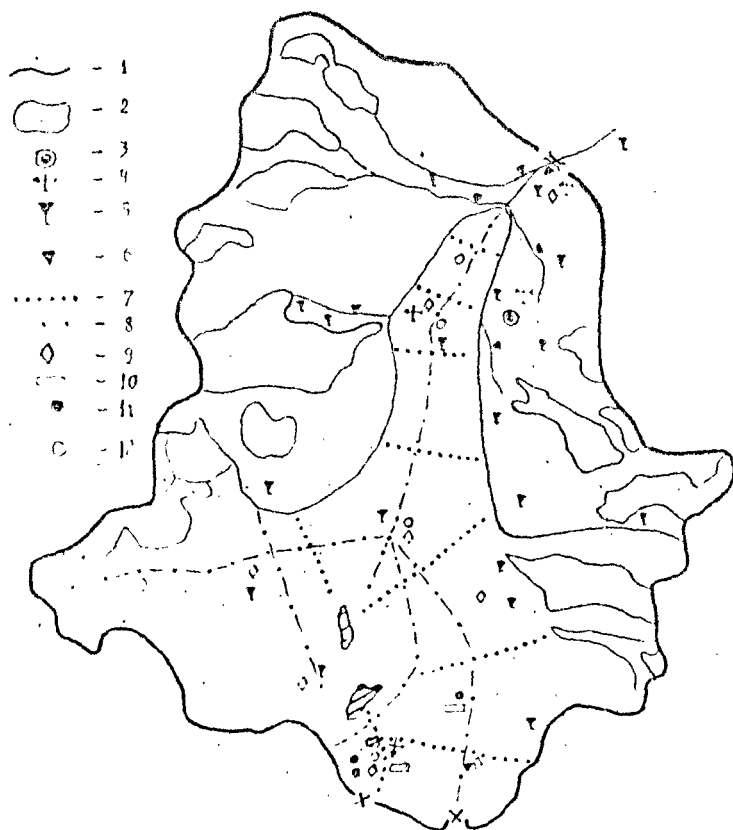


Рис. I. Схема бассейна ледника Абрамова. I - граница бассейна, 2 - ледник, 3 - гляциологический стационар, 4 - пункт метеорологических наблюдений, 5 - суммарный осалкомер, 6 - гидрометрический створ, 7 - поперечный профиль (вехи используются для измерения аккумуляции-абляции и поверхностной скорости движения льда), 8 - продольный профиль (вехи используются только для измерения аккумуляции-абляции), 9 - снегомерный пункт, 10 - глубокий шурф в фирновой толще, II и I2 - скважины для слежения за уровнем внутрiledниковых вод и для измерения мощности ледника соответственно

55.5 км², степень оледенения равна 0,54.

Станция была создана Среднеазиатским научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом для ведения круглогодичных наблюдений на горном леднике по программе Международного гидрологического десятилетия (МГД) с целью решения важнейшей проблемы "Изучение гидрометеорологического режима ледников и их роли в питании рек". Естественно, тематика определяла и перечень видов наблюдений: в первую очередь, это те, которые позволяли оценить условия аккумуляции и абляции на леднике, баланс его массы, сток с ледникового бассейна.

Для этого был создан целый научный комплекс, который, помимо основной базы на боковой морене, включает два филиала на теле ледника (3850 и 4440 м) и один у гидрометрического створа, ниже конца языка (3600 м).

По окончании МГД стационарные наблюдения за основными элементами водно-ледового и теплового баланса на л. Абрамова были продолжены в рамках Международной Гидрологической программы (МГП), наследовавшей цикл работ, начатых во время МГД. Сверх этого выполнялся ряд научных тем, связанных с изучением ледников и снежного покрова. Тогда же станция включилась в работы по Международной программе наблюдений за колебаниями ледников. С некоторыми изменениями и дополнениями первоначальный состав наблюдений выполняется уже более 20 лет. Заметим, что с 1980 г. на базе начала круглогодичную работу станция фонового мониторинга загрязнения атмосферы.

Данные, полученные в рамках международных программ, опубликованы в "Материалах наблюдений в горноледниковых бассейнах на территории СССР". Оперативные данные о балансе массы и поло-

жении языка ледника - в изданиях Международной службы по слежению за колебаниями ледников.

Однако, основной массив материалов сосредоточен в специально созданном банке данных. Первая его версия была разработана в расчете на ЭВМ серии ЕС, и основным носителем информации была магнитная лента и перфокарты, в настоящее же время созданы файлы данных и программное обеспечение на IBM-совместимом персональном компьютере. Основным носителем информации - гибкие магнитные диски.

Набор программ позволяет выдавать данные за требуемые периоды в виде таблиц и/или графиков, рассчитывать средние значения, делать различные выборки. Это относится к метеорологической и гидрологической информации.

Сложнее обстоит дело с частью банка по балансу массы ледника. В состав исходных данных здесь входят: а) планово-высотные координаты стационарной сети рек и снегопунктов; б) распределение площади ледника по высотным зонам; в) ежемесячные данные о высоте и плотности снега на снегопунктах; г) измеренная по рейкам мощность снега или стаявшего слоя льда (фирна) на конец каждого месяца относительно начала гидрологического года. Алгоритм определения баланса массы по этим исходным данным подробно изложен в работе [10].

Автоматизированная обработка данных по балансу массы ледника позволяет оперативно получать материалы, которые ранее оставались вне рамок исследований.

ГЛАВА 2. БАЛАНС МАССЫ ЛЕДНИКА

Баланс массы - важнейшая характеристика режима ледника. Его изучение - одна из главных задач, под которую организуются наблюдения в ледниковых бассейнах. Он характеризует взаимодействие ледника с климатом, тесно связан с гляциальным стоком.

Для ледника разработана и действует система автоматизированной обработки балансовых наблюдений, структура которой показана на рис. 2.

В одном из разделов этой главы рассматривается актуальная задача оптимизации размещения пунктов измерений удельного баланса массы. В настоящее время используются, в основном, два способа организации сети вех на поверхности ледников: наиболее распространенный способ поперечных и продольных профилей и крайне трудоемкий - равномерное распределение вех по площади. В результате скрупулеозного анализа многолетних наблюдений на леднике удалось предложить третий - установка вех параллельно смещающейся сезонной снеговой границе (ССГ). Показано преимущество этого способа в отношении трудоемкости и точности измерений: при заданной точности можно обойтись существенно меньшим числом вех, а при том же их числе - увеличить точность оценки удельного баланса массы.

Как известно, существует довольно тесная связь годовых величин высоты фирновой границы на ледниках с балансом их массы. Но для получения такой важной зависимости требуются многолетние наблюдения. М.Б.Дюргеровым ранее был показан путь существенного сокращения этого периода. Он состоит в замене годовых величин текущими, определенными в течение одного-двух лет измерений. В диссертации впервые на надежных многолетних данных показана

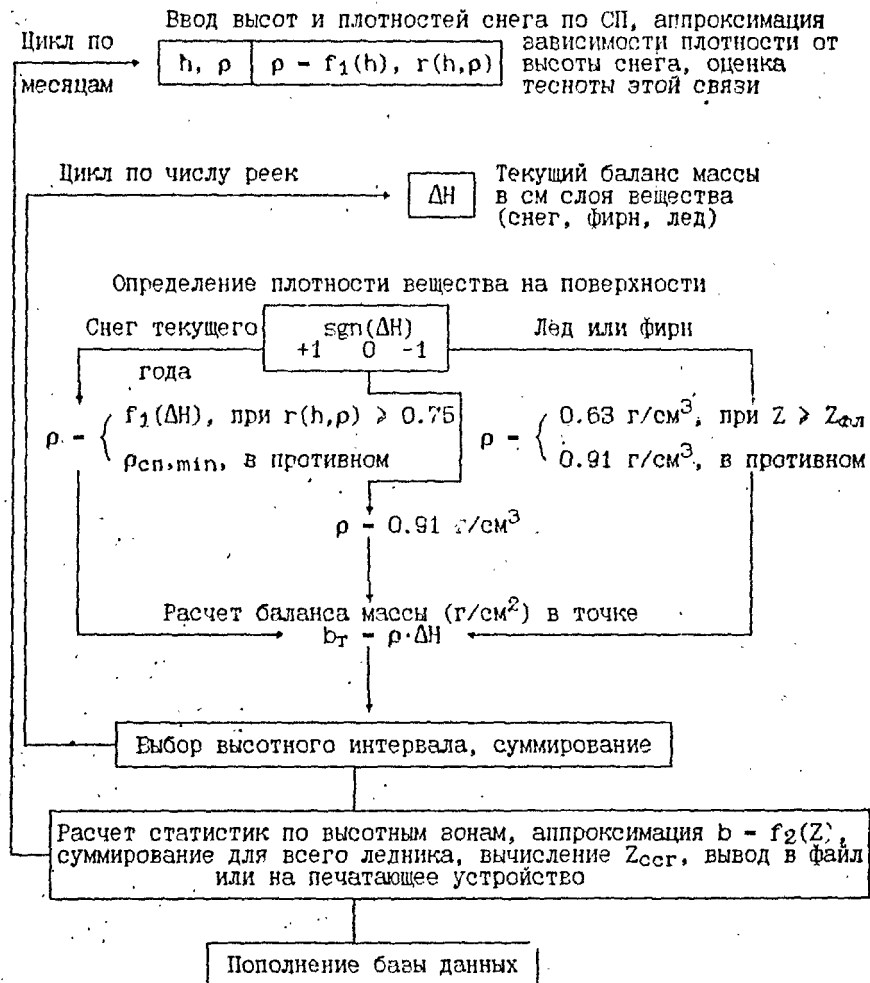
X, Y, Z X_P, Y_P, Z_PВвод
координат реек
и снегопунктов.

Рис. 2. Блок-схема расчета удельного баланса массы горного ледника

возможность такой замены. Однако оказалось, что в качестве аргумента лучше брать не высоту ССГ, а коэффициент области питания - отношение части площади ледника, расположенной выше ССГ, ко всей его площади.

В работе приводятся данные о распределении годовых величин удельного баланса массы ледника по высотным зонам за 25 лет наблюдений (1968-92 гг.). Величины суммарного годового баланса массы ледника за этот период лишь четыре раза были положительными. За период наблюдений ледник ежегодно терял в среднем 17.5 млн. т своей массы. Суммарная величина потерь одного этого ледника равна четверти проектного объема Чарвакского водохранилища. Учитывая, что ледник Абрамова, как показано в ряде работ, является репрезентативным для значительной части оледенения Памиро-Алая, можно говорить о продолжающемся сокращении размеров ледников и запасов воды в них.

Расчеты, выполненные с помощью так называемого "индекса баланса" (Г.Е.Глазырин), при вычислении которого используются лишь стандартные данные длиннорядных метеорологических станций (в данном случае - г.Фергана), дали возможность реконструировать баланс массы ледника, начиная с конца прошлого века (рис. 3). Ход индекса баланса свидетельствует о постоянном ухудшении климатических условий существования ледника, начиная с 1910 года.

ГЛАВА 3. ДВИЖЕНИЕ ЛЕДНИКА

Одним из важнейших элементов режима любого ледника является его динамика. Естественно, многолетние наблюдения на леднике Абрамова дали обширный материал для описания движения

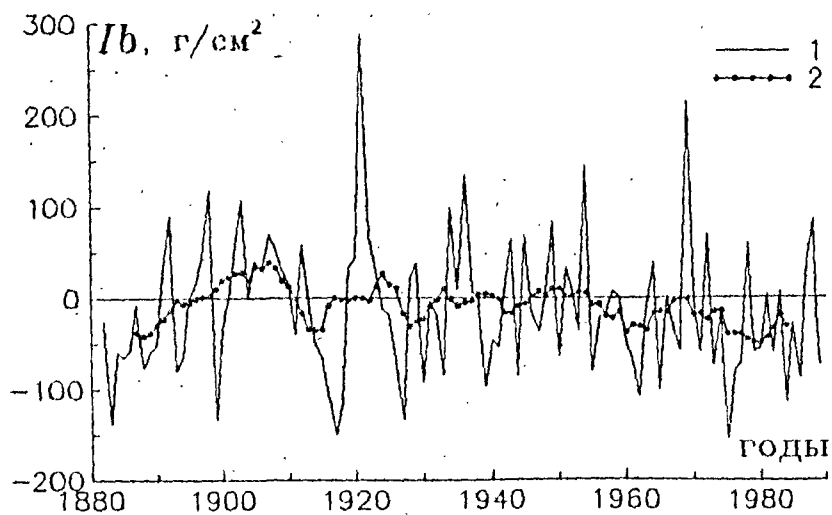


Рис. 3 Хронологический ход индекса баланса массы ледника
Абрамова (Ib), рассчитанный по данным станции Фергана.
1 - ежегодные, 2 - сглаженные значения.

ледника, тем более интересный, ¹⁴ что охватили практически весь цикл его подвижки, произошедшей в 1972-73 гг. Полученные данные послужили также основой для построения математической модели пульсации горного ледника.

Достаточно подробное описание методики наблюдений, а также их результатов в период до и во время подвижки (1967-73 гг.) приведено в книге "Ледник Абрамова (Алайский хребет)". В дальнейшем было увеличено количество скоростных поперечников, а в 1983 г. метод провешенной линии, использовавшийся до этого, был заменен стемкой методом прямой засечки с постоянных базисов.

Помимо традиционного описания поля поверхностных скоростей, в работе проанализированы гораздо менее изученные величины V_z - изменения высоты поверхности ледника, связанные только с течением льда, без учета аккумуляции-абляции.

Рассмотрим распределение V_z по площади ледника. Прежде всего, отметим, что если плотность вещества ледника неизменна, а изменения массы происходят только на дневной поверхности и учитываются балансовыми измерениями, то:

$$\int_f V_z df = 0.$$

Здесь f - площадь ледника, df - элемент этой площади. Если рассматривать зависимость V_z только от высоты местности, то при таких условиях эта функция должна быть строго возрастающей, как это следует из хорошо известной теории течения ледника С. Финстервальдера.

Однако, два важных фактора искажают теоретический вид

кривых $V_z(z)$. Во-первых, в фирновой области существует постоянное оседание фирна, ежегодная величина которого составляет примерно 1,5-2.0% от толщины фирнового слоя. Во-вторых, в языковой части ледника происходит довольно интенсивное таяние на контакте "ледник-ложе". Его результаты проявляются в виде сложной системы гротов и подледных туннелей.

Действительно, оказалось, что зависимость $V_z(z)$ далека от теоретической: она монотонно возрастает с верховьев ледника примерно до фирновой границы, а затем уменьшается, достигая значительных отрицательных величин (1.5-2 м/год) на языке. Изменение формы этой зависимости в последние годы, помимо прочего, свидетельствует о новой постепенной активизации ледника.

Многолетние наблюдения за скоростями движения льда и вертикальными перемещениями поверхности ледника позволили выявить сложную систему волн, имеющих на нем. Во-первых, вполне отчетливо видно продвижение динамической волны, прошедшей по леднику со средней скоростью 150-200 м/год. Интересно, что эта волна, которую можно назвать поперечной, вызвала изменения высоты поверхности, достигающие десятков метров. Измерение скоростей движения льда на фиксированных профилях позволило обнаружить также продвижение вниз по леднику продольной волны со скоростью 30-40 м/год.

Таким образом, выявлено, что на леднике существуют по меньшей мере две системы волн, скорость которых отличается в 4-5 раз. Первая, более быстрая, возможно, и послужила причиной подвижки ледника. Скорость более медленной продольной волны все же примерно на порядок превышает среднюю по продольному профилю скорость движения льда, что существенно больше известной теоретической оценки Д.Ная.

В последние годы выдвинут целый ряд гипотез возникновения подвижек ледников. Проверка их справедливости возможна, видимо, только путем создания соответствующих математических моделей. Многолетние детальные данные, собранные на леднике Абрамова, естественно, должны были послужить основой для такой работы. Базовой была принята модель, предложенная ранее А.Б.Мазо и А.Н.Саламатиним.

Наиболее вероятно, что возникновение подвижек связано с изменением условий на контакте "лед-ложе". Были проверены три способа задания этих условий:

- монотонный закон скольжения

$$V_0 = kT^n$$

- "ступенчатый" закон скольжения

$$V_0 = k(t)T^n, \quad k(t) = \begin{cases} k_1, & \text{при } t < t^* \\ k_0, & \text{при } t \geq t^*, \quad k_0 > k_1 \end{cases}$$

- неоднозначный закон скольжения

$$V_0 = [(1-I)k_0 + Ik_1]T^n$$

$$I(x, t+0) = \begin{cases} 0, & \text{если } T_0(t-0) = T^2 \\ 1, & \text{если } T_0(t-0) = T^1 \\ I(t-0) & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Здесь V - скорость скольжения по ложу; T - сдвиговые напряжения; k, n - параметры, определяющие реологические характеристики льда, t^* - время переключения режима скольжения.

При монотонном законе скольжения описывается реакция ледника только на изменения удельного баланса массы на его поверхности, "ступенчатый" закон предопределяет резкое изменение режима скольжения ("срыв") одновременно на всем ложе в момент t , неоднородный же закон допускает локальные "переключения" режима скольжения, зависящие от критических значений сдвиговых напряжений τ^1 и τ^2 .

Моделирование подвижки ледника Абрамова при различных значениях параметров показало, что наиболее вероятен неоднозначный закон.

Итак, наблюдения за скоростью движения ледника Абрамова позволили получить ряд интересных эмпирических и теоретических результатов. Безусловно, продолжение наблюдений дадут материалы для создания новых и идентификации существующих математических моделей динамики горных ледников.

ГЛАВА 4. ТВЕРДЫЙ МАТЕРИАЛ В ЛЕДНИКЕ (МОРЕНЫ)

Хорошо известно, что морены несут важную информацию о порождающих их ледниках; это относится и к отложенным, и к влекаемым моренам. Последние оказывают также значительное влияние на режим ледников, в первую очередь - на их абляцию.

На леднике Абрамова и в его перигляциальной зоне имеются практически все виды морен, присущие горным ледникам. Первые поверхностные срединные морены появляются на высоте около 4,25 км - средней многолетней высоте фирновой границы. Они маркируют небольшие притоки, вливающиеся в верховья левой и правой сос-

тавляющих ледника, и выклиниваются к бортам на высоте 3.90 км.

Характерной особенностью ледника является то, что на его конечной части практически не образуется сплошной моренный покров. Это говорит о небольшом содержании моренного материала в теле ледника.

После подвижки ледника в 1973 г. в конечной части являва возникла новая фронтальная морена, представляющая собой вал высотой около 5 м. Она соединяется с береговой мореной, маркирующей максимальное продвижение ледника во время подвижки. Однако в настоящее время ледник от нее отступил.

В работе рассмотрены два важных вопроса, связанных с моренами: оценка моренообразующей роли лавин и самонивелирование моренных гряд. Результаты получены на основе специально организованных наблюдений. Уравнение баланса массы морены, на которую часть материала поступает с лавинами с прилегающего склона, позволило численно оценить эту составляющую, а затем рассчитать скорость денудации склона. Она оказалась весьма высокой - примерно 6.3 мм/год. Но подчеркнем, что эта величина относится только к площади лавиносборов, а в целом же для борта долины она, естественно, будет меньше.

Вынос лавинами обломочного материала со склонов на ледники весьма распространен в Средней Азии, и, по нашему мнению, нетрудоемкие измерения и расчеты позволят оценить интенсивность денудации на склонах, обрамляющих ледники. Это даст возможность, кроме того, расширить набор количественных характеристик моренообразования и уточнить некоторые его аспекты.

Общеизвестно, что, достигнув некоторой толщины, морены предохраняют лед от таяния. Очевидно, что вследствие этого участки льда под мореной, например, моренные гряды, должны рас-

ти относительно поверхности ледника. Простейшие балансовые расчеты показывают, что при этом их высота должна достигать десятков, а то и сотен метров, что в действительности не наблюдается. Те немногие исследователи, которые рассматривали этот вопрос, предполагали, что самонивелирование морен может происходить из-за их растекания в стороны. Однако, наши измерения показали, что это не так - скорость растекания слишком мала. Удалось доказать, что главной причиной, ограничивающей рост морен, является существенно более продолжительный период абляции гряд, что почти полностью компенсирует замедление таяния льда обломочным материалом. Этот вывод должен привести к пересмотру некоторых устоявшихся представлений о режиме формирования стока с ледников.

ГЛАВА 5. РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРЕЖНИХ РАЗМЕРОВ ЛЕДНИКА И ОЛЕДЕНЕНИЯ ЕГО БАССЕЙНА

Первая из рассмотренных в этой главе задач - расчет изменения морфометрических характеристик языка ледника с середины прошлого века. В основу этой работы легли результаты анализа и сопоставления описаний состояния ледника в 1895, 1912, 1928 годах, материалов аэрофотосъемок 1954, 1957, 1967 годов а также результатов инструментальных наблюдений на леднике и в его окрестностях.

После подвижки 1973 г. ледник оставил четкие следы своего максимального продвижения. Три аналогичных контура прослеживаются на борту долины над современным уровнем ледника. Эти

следы прежних положений ледника и расчет балансовых его характеристик на этот период позволили нам восстановить его былые размеры и оценить сокращение языковой части.

Оказалось, что с середины XIX века ледник утратил в своей нижней части 630 млн. м³ льда.

В настоящее время в бассейне ледника Абрамова имеется 13 ледников с общей площадью около 30 км². Однако, оставленные ими следы в виде отложенных морен, датированных серединой прошлого века, позволяют рассчитать, что в то время здесь ледников было всего 5, но их суммарная площадь составляла 36.5 км². Таким образом, с тех пор площадь оледенения сократилась примерно на 18%.

В а к л ю ч е н и е. Итак, в работе обобщены материалы, полученные в результате многолетних наблюдений за балансом массы, моренами и движением ледника Абрамова. При этом были разработаны и внедрены оптимальные схемы сбора, обработки и хранения информации, получены новые научные результаты, позволяющие по-новому взглянуть на режим самого ледника и формирование стока на нем. Одной из целей, которые преследовались, было привлечение научной общественности Узбекистана к проблеме уникальной высокогорной базы. Наша надежда - что она будет действовать и в дальнейшем, так как там созданы прекрасные условия для работы. В частности, весьма перспективным является исследование взаимодействия всех гляциальных процессов и явлений в условиях быстрого изменения природной и, в первую очередь, климатической обстановки.

Основные результаты исследований опубликованы в следующих работах:

1. О некоторых наблюдаемых и возможных изменениях в языковой части ледника Абрамова //МГИ. * - 1979. - Вып. 36. - С. 206 - 210. (в соавторстве с А.Г.Абульхасановой, Н.С.Бассиным).

2. Режим роста моренных гряд на ледниках //Тр. САННИ. - 1983. - Вып. 91(172). - С. 127 - 133.

3. Оценка рельефообразующей роли лавин по исследованиям на леднике //Тр. САННИ - 1983. - Вып. 99(180). - С. 66 - 70. (в соавторстве с Н.С.Бассиным).

4. Баланс массы ледника Абрамова и возможность его расчета по метеорологическим показателям //МГИ. - 1985. - Вып. 54. - С. 52 - 59. (в соавторстве с Б.В.Кисловым, В.К.Ноздрюхиным)

5. Баланс массы, воды и тепла в бассейне ледника Абрамова в 1970-74 гг. //Материалы наблюдений в горноледниковых бассейнах МГД в Советском Союзе. - Л.: Гидрометеониздат, 1987. - Вып. 2 - С. 151-195 (в соавторстве с О.А.Акбаровым, В.К.Ноздрюхиным, В.Ф.Сусловым, Л.В.Фадеевичевой)

6. Опыт реконструкции морфологических характеристик ледника Абрамова //Тр. САННИ - 1987. - Вып. 123(204). - С. 84 - 93. (в соавторстве с Н.С.Бассиным).

7. Механизм подвижки ледника Абрамова в 1972-1975 гг. //МГИ. - 1987. - Вып. 60. - С. 84 - 90. (в соавторстве с Г.Е.Глазыриным, А.Е. Мазо, В.К. Ноздрюхиным, А.Н.Саламатинным).

8. Abramov glacier. //Fluctuations of glaciers, 1980-1985. - Vol. V. IAHS(ICS1). - UNEP. - UNESCO. - Zurich, 1988. - P. 48 - 50.

* - Здесь и далее МГИ - Материалы гляциологических исследований

9. Изменения метеорологических характеристик, режима ледника Абрамова и стока в его бассейне //МГИ. - 1989. - Вып. 66. - С. 85 - 93. (в соавторстве с Н.Р.Аджиумеровым, Э.А.Герасимовой, А.С.Меркушкиным, В.К.Ноздрюхиным, Ф.И.Перцигером, Л.В.Фадеевой, К.И.Шапо).

10. О пространственно-временной изменчивости удельного баланса массы ледника Абрамова. //Тр. САНГМИ. - 1990. - Вып. 136(217). - С. 95 - 105. (в соавторстве с Н.Р.Аджиумеровым, Ф.И.Перцигером).

11. Abramov glacier. //Glacier mass balance bulletin. Bul. No. 1 (1988-1989). - Zurich, 1991. - P. 40 - 44.

12. Материалы по ледникам СССР в масс-балансовом бюллетене //МГИ. - 1992. - Вып. 73. - С. 148 - 156. (в соавторстве с В.В.Поповниным, А.Б.Бажевым, О.А.Рототаевой, С.Н.Котляревским, К.Г.Макаревичем, Е.К.Баковым, А.Н.Диких, А.А.Ермоловым, Ю.К.Нарожным, Я.Д.Муравьевым).

13. Влияние глобального изменения климата на ледники Памиро-Алая //Тр. САНГМИ. - 1992. - Вып. 146(227). - С. 83 - 91. (в соавторстве с И.С.Кимом, С.П.Никулиной).

14. Abramov glacier //Glacier mass balance bulletin. Bul. No. 2 (1990-1991). - Zurich. - 1993. - P. 50 - 54.

15. Режим ледника Абрамова. - Санкт-Петербург: Гидрометеопиздат, 1993. - 228 с. (в соавторстве с Г.Е.Глазыриным, Ф.И.Перцигером).

16. Изменение оледенения в верховьях реки Коксу (Алайский хребет) в XIX-XX веках //Тезисы докладов международного симпозиума "Сезонные и многолетние колебания нивальных и гляциальных процессов в горах". - Ташкент, 1993. - С. 12 - 13.

23
S U M M A R Y

Long term standard and special meteorological and glaciological data of observations carried out on Abramov glacier (Alaiskii Range) by the program of International Hydrological Decade started in 1968 are used as the base of this work. The generalization of this data is an important scientific and applied objective of hydrology. 25-year series of the annual mass balance of the glacier were obtained by direct measurements while its variations from 1880 were obtained by calculations. This data characterise the climatic conditions of glaciation existence in the Pamiro-Alai nivation and glaciation zone during the last 110 years. The analysis of the existing picture of the deposited morains allows to assess the dimension of the terminus part of Abramov glacier and the whole glaciation of the upper part of Koksu river basin in the middle of the last century.

In this work the ways to improve and optimise the laborious field balance observations are presented.

For the first time in the world practice the changes of glacier dynamics during the complete fluctuation cycle and existing in it the complex system of dynamical waves are revealed. Absolutely new data on surface moraine regime - the reasons of medial moraine self-levelling and the influence of avalanches on the entrance of the firm materials to the glacier are obtained.

"Абрамов музлиги массасининг мувозанати, ҳаракати ва мореналари" мавзуидаги диссертациянинг

Қ И С Қ А Ч А М А З М У Н И

Диссертация иши Халқаро Гидрологик ўнйилликлар дастурига кўра 1967 йилдан Абрамов музлигида (Олой тизмаси) бошланган кўпйиллик стандарт ва махсус гляциологик кузатишларга асосланган. Бу кузатиш маълумотларини умумлаштириш гляциологиянинг муҳим илмий ва амалий вазифаларидан бири ҳисобланади. Бевосита ўлчашлар натижасида музлик массаси йиллик мувозанатининг увлуксиз 25 йиллик қаторини ва ҳисоблаш йули орқали - 1980 йилдан унинг ўзгаришини аниқлашга муваффақ бўлинди. Ушбу маълумотлар Помир-Олойнинг доимий қорлар ва музликлар минтақасидаги музлик мавжудлигининг кейинги 110 йил мобайнида иқлим шароитини характерлаб беради. Морена ётқиқиқларининг мавжуд ҳолатини таҳлил қилиш Абрамов музлиги тил қисмининг ўлчамларини ҳамда Коксу дарёси ҳавзаси юқори қисмида ўтган аср ўрталарида мавжуд бўлган умумий музлиқни баҳолаш имконини беради. Дала шароитида ўтказиладиган сермашаққат музлик мувозанати кузатишларини такомиллаштириш ва уларни амалга оширишнинг энг қулай йуллари курсатиб берилди. Дунё амалиётида илк бор музлик пульсациясининг тўлиқ даври мобайнида музлик динамикасидаги ўзгаришлар аниқланди ва унда мавжуд булган мураккаб динамик тўлқинлар тизими топилди. Юза мореналар тартиби бўйича янги маълумотлар олинди, жумладан, ўрта мореналарнинг ўз-ўзидан текисланиш сабаблари ҳамда қор кўчкиларининг музлик юзасига қаттиқ материаллар тушишига таъсири аниқланди.

