

С.Р. Веркулич, А.Г. Крусанов, М.А. Анисимов

АНИИ, ЛГУ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ОЛЕДЕНЕНИЯ О.БЕННЕТТА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 40 ЛЕТ

Статья поступила в редакцию 18 августа 1989 г.
Представлена к печати В.Г. Аверьяновым

Приведены результаты изучения ледников о. Беннетта в 1987 г.; сделан вывод о неблагоприятных условиях для их существования.

Все современное островное оледенение восточного сектора Советской Арктики сосредоточено на о-вах Беннетта, Генриетты и Жаннетты. На самом большом о. Беннетта (156,25 км²) расположены наиболее крупные ледники. Ранее гляциологические наблюдения на этом острове проводились П.А. Шумским в 1937 г. [Шумский, 1949] и В.М. Картушиным в 1956 г. [Картушин, 1963]. В результате этих работ были получены первые сведения о строении снежно-фирновой толщи и характере абляции на ледниках острова.

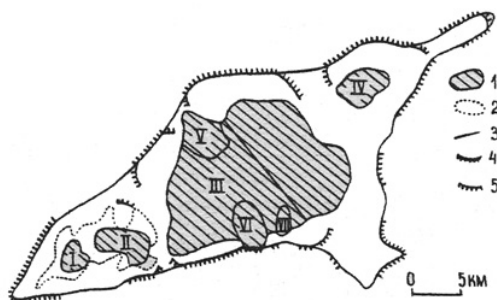


Рис.1. Схема расположения ледников на о.Беннетта: 1 - ледники (I - Де-Лонга Западный, II - Де-Лонга Восточный, III - Толля, IV - Малый, V - Северо-западный, VI - Зеберга Западный, VII - Зеберга Восточный), 2 - граница ледника Де-Лонга по Атласу Арктики [1], 3 - положение гляциологического профиля на леднике Толля, 4 - ледниковый барьер, 5 - обрывы коренной поверхности

Fig.1. Sketched location of glaciers on the Bennett Isl: 1 - glaciers (I - De Long Western, II - De-Long Eastern, III - Toll, IV - Maliy, V - North-Western, VI - Seeberg Western, VII - Seeberg Eastern), 2 - boundary of the De Long Glacier from the Atlas of Arctica [1], 3 - location of glaciological profile on the Toll Glacier, 4 - glacier front, 5 - cliffs of the bed rock

В настоящее время на о. Беннетта насчитывается четыре отдельных ледника (рис. 1) общей площадью 65,87 км², которые занимают 42,2% территории острова. Ледники расположены в основном на высоких базальтовых плато, ограниченных крутыми уступообразными склонами. Самый большой ледник Толля (55,5 км²) находится в центральной части острова и занимает высотный диапазон от 0 (выводной ледник Зеберга Западный) до 380-390 м, перекрывая плато, наклоненное с севера на юг. Вершинная выровненная поверхность смещена к северо-западной оконечности ледника, что придает его профилю асимметричный вид. Максимальная толщина ледника Толля, вероятно, около 160-170 м. Ледник Малый площадью 4,04 км² находится на базальтовом плато высотой 140-160 м. Его почти правильная овальная форма нарушается только на юге небольшим спускающимся по склону языком. Вершинная площадка

поднимается до 200-210 м; толщина ледника до 40-50 м.

Ранее считалось, что в западной части острова существует один относительно крупный ледник Де-Лонга, вытянутый и последовательно повышающийся с востока на запад от 100 до 420 м, прорванный нунатаками на высоте 320-350 м [Атлас..., 1985; Картушин, 1963]. Однако при наших исследованиях в 1987 г. оказалось, что здесь

располагаются два самостоятельных ледника, разделенных уступом коренных пород и платообразной площадкой шириной до 800 м.

Ледники условно названы Западный и Восточный. Ледник Де-Лонга Западный площадью 1,17 км² занимает плато высотой 360-380 м и представляет собой почти правильный конус; максимальная отметка 420 м, толщина 40-45 м. Ледник Де-Лонга Восточный площадью 5,16 км² залегает на платообразной поверхности высотой 240-300 м, имеет сложную форму, обусловленную рельефом коренной поверхности. Его вершинная площадка достигает 330-340 м, где ледник имеет максимальную толщину - около 40 м.

Составляющие годового баланса массы ледников были измерены в первой половине июня 1987 г., до начала абляции, и августе-сентябре, т.е. по ее окончании, на снегомерных профилях. Наблюдения включали описание снежно-фирновых разрезов, измерения плотности снежной и фирновой толщ, а также слежение за динамикой снежной поверхности.

Наблюдения, проведенные до начала летнего таяния, показали, что толщина снежно-фирновых разрезов на ледниках острова изменяется от 0,5 до 1,7 м. Толщина снежного покрова на малых ледниках была примерно вдвое меньше, чем на леднике Толля, где она изменялась от 50 до 85 см. Плотность снега составила 300-330 кг/м³. Четкой связи зимнего снегонакопления на ледниках с высотой выявлено не было. В распределении зимнего снегозапаса большую роль играет ветровой перенос и переотложение снега. На малых, сравнительно плоских ледниках острова сильные зимние ветры равномерно распределяют снег по поверхности, причем значительная его часть сносится в море. На большой поверхности ледника Толля условия для зимней аккумуляции более благоприятные, поэтому его зимний баланс B_w вдвое больше, чем B_w малых ледников (табл. 1).

Таблица 1

Зимний баланс B_w , летний баланс льда B_l , убыль старого фирна $B_{f'}$, прирост нового фирна B_f и годовой баланс B_a на ледниках о. Беннетта в 1986/87 г.

Ледники	Высотные зоны, м над ур. моря	Площадь зоны F , км ²	B_w , г/см ²	$B_{f'}$, г/см ²	B_l , г/см ²	B_f , г/см ²	B_a , г/см ²	$B_a \times F$, тыс. т	
Малый	140-190	3,55	11,6	-8,1	-17,8	7,8	-18,1	-642	
	190-210	0,49	9,2	-11,2			-21,2	-104	-746
Толля	150-300 северный склон, южный склон без зоны 230-260	28,00	21,1	-20,2	-24,0	6,0	-38,2	-10696	
	230-260 южный склон	3,27	10,2	-13,6			-31,6	-1033	-16830
	300-350 северный склон	6,44	21,1	-20,2	-24,0	9,4	-34,8	-2241	
	южный склон	7,71			13,4	6,8	0	0	
	350-380 северный склон	4,25	24,1	-33,9	24,0	9,4	-48,5	-2061	
	южный склон	5,83			13,4	6,8	-13,7	-799	
Де-Лонга Восточный	170-330	5,16	10,5	-8,6	-22,3	6,8	-24,1	-1243	
Де-Лонга Западный	380-426	1,17	11,9	-16,3	-13,4	6,6	-23,0	-269	

Положительные средние суточные температуры воздуха с небольшими перерывами наблюдались на острове с 22 июня по 11 августа (рис. 2 а). Самым теплым месяцем был июнь, средняя температура воздуха которого составила 1,2°C, в июне она равнялась -1,5°C, а в августе -0,1°C. Период максимальных значений постоянных

положительных средних суточных температур воздуха в середине июля продолжался восемь дней, а максимум зафиксирован 18 июля $10,3^{\circ}\text{C}$. Резкий переход к постоянным отрицательным температурам в августе означал окончание периода абляции. Количество летних осадков непосредственно не измерялось. Судя по измерениям приращения высот поверхности ледника Толля, снегонакопление здесь продолжалось до первых чисел июля.

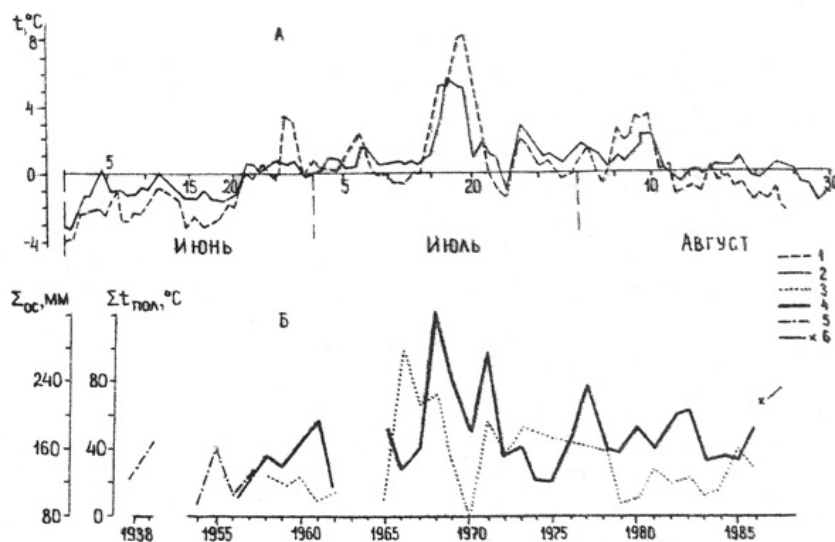


Рис.2. А - ход средней суточной температуры воздуха на о.Беннетта (1) и на о. Жохова (2) летом 1987 г. Б - годовые суммы осадков $\Sigma_{ос}$ на о.Жохова (3) и положительных температур воздуха $\Sigma t_{пол}$ на о.Жохова (4), на о.Генриетты (5) и на о.Беннетта (6)

Fig.2. А - changes of the mean daily temperature of the air on the Bennett Isl. (1) and on the Zhokhov Isl. (2) in summer, 1987. Б - annual totals of precipitation $\Sigma_{ос}$ on the Zhokhov Isl. (3) and of the positive temperatures of the air $\Sigma t_{пол}$ on the Zhokhov Isl. (4), on the Henrietta Isl. (5) and on the Bennett Isl. (6)

В июне 1987 г. до начала таяния толщина фирновых слоев в разрезах ледников изменялась от 18 до 65 см и была наибольшей на леднике Толля. Достаточно хорошо прослеживается высотная зависимость распределения запасов старого фирна (см. табл. 1). На леднике Толля в фирновых слоях толщиной более 25 см находились тонкие прослойки инфильтрационного льда (1-12 см). На малых ледниках фирновые слои были однородны и маломощны. Это свидетельствует о разном массообмене ледников в 1985/86 г. и о возможности его положительной величины на леднике Толля, поскольку ледяные прослойки указывают на инфильтрационно-конжеляционное льдообразование летом 1986 г.

Интенсивное таяние, выход льда на дневную поверхность, боковой сток талых ледниковых вод в период абляции привели к растапливанию и сносу с ледников части монолитного льда. Приращения льда за лето происходили только на части южного склона и вершины ледника Толля на отметках 300-380 м (см. табл. 1, рис. 3). К концу лета на ледниках острова остался лишь тонкий (12-18 см) слой нового крупнозернистого фирна - продукта деструкции верхних слоев льда, за исключением указанных зон на леднике Толля. Таким образом, летний баланс массы ледников о. Беннетта в 1986/87 г. был отрицательным, даже в зоне положительных приращений льда на леднике Толля (см. табл. 1).

Годовой баланс массы всех ледников о. Беннетта в 1986/87 г. был отрицательным (см. табл. 1). Нулевые значения он имел только на южном склоне ледника Толля в высотной зоне 300-350 м, которая занимает лишь 14% его площади. Летняя абляция в среднем более чем вдвое превышала зимнюю аккумуляцию. Распределение величин годового баланса массы ледников было слабо связано с высотой.

Интересно, что потери за год ледника Толля значительно превышают убыль массы на малых ледниках, хотя запасы снега в первом случае были наибольшими. Количества тепла в ходе абляции, по-видимому, хватало на интенсивное

растопливание снежно-фирновой толщи, но не было достаточно для столь же быстрого разрушения выходящего на поверхность льда. Поэтому малые ледники острова, быстро освободившиеся от снега и фирна, испытывали меньшие суточные потери вещества, чем ледник Толля с относительно большим водозапасом в весенней снежно-фирновой толще.

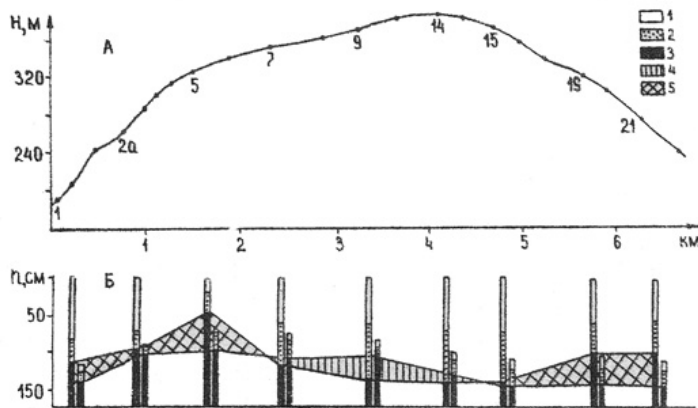


Рис. 3. Ледяное питание на поверхности ледника Толля. А - профиль поверхности ледника с обозначением положения шурфов и снегомерных вех. Б - весенние (слева) и осенние (справа) разрезы в шурфах у вех: 1 - снег, 2 - фирн, 3 - лед, 4 - область накопления льда, 5 - область таяния льда
Fig. 3. Ice nourishment on the surface of Toll Glacier. A - profile of the glacier surface with the marked position of pits and snow-survey stakes. Б - spring (to the left) and autumn (to the right) cross-sections in the pits near stakes: 1 - snow, 2 - firn, 3 - ice, 4 - the area of ice accumulation, 5 - the area of ice melting

Таким образом, важными факторами массообмена ледников служат их размеры, особенности морфологии и рельеф острова. Эти факторы значительно влияют на накопление и ветровое перераспределение снега зимой, интенсивность и величины летней абляции и в конечном счете на величину баланса массы ледников за год. Отношение массы, потерянной ледниками в 1986/87 г., к их собственной массе оказалось разным: ледник Гелля 1/245, Малый 1/100, Де-Лонга Западный 1/75 и Де-Лонга Восточный 1/55.

Значительная убыль массы на ледниках о. Беннетта в 1986/87 г. - не типичное ежегодное явление. Так, строение фирновой толщи свидетельствует о возможном положительном годовом балансе массы большей части ледника Толля и некоторых зон малых ледников в 1985/86 г. О возможности положительной величины годового баланса массы ледников говорят и материалы, полученные В.М. Картушиным на леднике Толля в 1956 г. [Картушин, 1963]. Лето на о. Беннетта в 1956 г. было холодным, средняя температура самого теплого месяца - июля - была равна $-0,2^{\circ}\text{C}$. В течение лета зарегистрировано только двое суток без мороза. По данным В.М. Картушина, приращение нового льда на вершине ледника Толля составило 55 см. В течение лета лед ни на вершине ледника, ни на его склонах до уровня 180-260 м не обнажался.

Соотношение благоприятных и неблагоприятных условий развития ледников о. Беннетта в последние 40 лет можно оценить, анализируя метеорологическую обстановку в районе острова. Наиболее длительный ряд метеонаблюдений получен для о. Жохова, находящегося в 120 км к юго-востоку от о. Беннетта. Анализ рис. 2 а показывает, что ход средних суточных температур воздуха в летний период 1987 г. на этих островах одинаков. Количество осадков также не должно существенно различаться, поэтому можно соотнести результаты гляциологических наблюдений на о. Беннетта с динамикой климата на о. Жохова.

Основные климатические показатели, влияющие на баланс массы ледников - годовые суммы осадков $\sum_{\text{ос}}$ и годовые суммы положительных температур $\sum t_{\text{пол}}$. Судя по данным, полученным на о. Жохова, в 1986/87 г. на архипелаге Де-Лонга $\sum t_{\text{пол}}$ были значительно выше, чем в предыдущие три года, а $\sum_{\text{ос}}$ меньше, чем в предыдущий год (см. рис. 2 б), что нашло отражение в строении и трансформации снежно-фирновых разрезов на ледниках о. Беннетта. Если считать, что 1985/86 г. был благоприятным для

существования ледников острова, то подобные условия и возможность приращений на ледниках должны были иметь место в 1956, 1965, 1967, 1968, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1978 гг., т.е. за последние 30 лет примерно каждый третий год. В целом анализ климатических условий показывает, что ледники о. Беннетта чаще имеют отрицательный баланс массы, чем положительный. Особенно это должно быть характерно для малых ледников.

Полевое дешифрирование в 1987 г. аэрофотоснимков 1951 г. свидетельствует о том, что за последние 36 лет размеры ледников не увеличивались. Очертания ледников Толля и Малого практически остались неизменными, по крайней мере заметных отступаний краев этих ледников в масштабах аэрофотоснимков не обнаружено. В то же время измерение расстояний от восточного края ледника Толля до гурьев, установленных 17 августа 1956 г. для фиксации его границы [*Картушин, 1963*], показало, что ледник отступил от них на расстояние от 6 до 35 м. Правда, такие повторные измерения в значительной степени субъективны из-за разных климатических условий в период наблюдений и неоднозначности определения понятия «край ледника».

Наибольшие различия выявлены в очертаниях ледников Де-Лонга (см. рис. 1). Сопоставление границ этих ледников на карте Атласа Арктики [*1985*] и установленных по наблюдениям 1987 г. выявило значительное их сокращение. Однако величины сокращения представляются нам сильно завышенными. По нашему мнению, это вызвано тем, что аэросъемка 1951 г., по материалам которой составлена карта острова, была выполнена в августе после установления снежного покрова на самых высоких приледниковых плато, поэтому очертания ледников «расплылись». Участники экспедиции 1956 г. не могли уточнить положение края ледников, поскольку посещали последние только один раз в сентябре также при установившемся снежном покрове. Существует достаточно оснований считать, что сокращение ледников Де-Лонга наиболее велико, по сравнению с другими ледниками острова, но происходит оно в основном вследствие перемещения их границ вверх по склонам, а не отступления на выровненных поверхностях плато.

Таким образом, существующие в последние 30-40 лет условия в целом неблагоприятны для оледенения о. Беннетта, и в связи с этим ледники испытывают некоторое, но не повсеместное сокращение. В наихудшем положении находится ледник Де-Лонга Восточный, который при сохранении современных условий климата может сократиться вплоть до исчезновения. Это относится и к леднику Де-Лонга Западный. Ледники Малый и Толля, по-видимому, способны более длительное время сохранить свою массу и границы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Арктики. М., ГУГК, 1985, 204 с.
2. *Картушин В.М.* Оледенение о. Беннетта. Тр. ААНИИ, т.224, 1963, с. 166-176.
3. *Шумский П.А.* Современное оледенение Советской Арктики. Тр. Аркт. ин-та, т. 11, 1949, 262 с.

SUMMARY

The results of glacier studies made on the Bennett Isl. (De Long Archipelago) in 1987, are presented. On the basis of field observations it became possible for the first time to estimate the mass balance of glaciers in 1986/87 and to determine the altitudinal distribution of mass balance values on the Toll Glacier. The impacts of the dimensions proper, and morphology of glaciers on the formation and distribution of the values of their annual mass balance have been established. On the basis of glaciological observations, analysis of meteorological data on the region is question, and also the field interpretation of space images, conclusions are made on the unfavorable conditions of glacier existence on the Bennett Isl. during the last -30-40 years.

Ссылка на статью:



Веркулич С.Р., Крусанов А.Г., Анисимов М.А. Современное состояние и тенденции оледенения о. Беннетта за последние 40 лет // Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения. 1990. № 70. С. 111-115.