

СОВРЕМЕННОЕ ОЛЕДЕНЕНИЕ ГОРНОГО УЗЛА ЦАМБАГАРАВ УЛ (МОНГОЛЬСКИЙ АЛТАЙ)

Впервые выявлены основные морфометрические и ресурсные характеристики одного из мало изученных районов современного оледенения Западной Монголии – горного узла Цамбагарав ул. Здесь сосредоточено 40 ледников общей площадью 73,18 км² с запасами льда 3,03 км³ (2008 г.).

Ключевые слова: ледник; площадь оледенения; бассейн; экспозиция.

Существование оледенения горного узла Цамбагарав ул в целом зависит от комплекса физико-географических факторов:

1. Общеклиматического; физико-географического положения в центральной части Монгольского Алтая; направления движения влагонесущих воздушных масс (северо-западный перенос); господствующих ветров и связанных с ними процессов перераспределения твердых осадков зимой (до 25% в год); температурных условий (по данным Эрдэнэбурэн, Баяннур и Толбо среднегодовая температура воздуха –5,6°C, среднезимняя –22,3°C, среднелетняя +14,5°C [1. С. 57]); влажности воздуха (средняя относительная влажность воздуха 70–80% в январе, июле 50–60%, в апреле и в октябре 40–50%) [2. С. 64].

2. Рельефа: высоты горных хребтов (максимальная отметка 4 193 м); расположения хребтов и долин (наветренные и подветренные склоны); экспозиции и расчленения склонов (кары, структурные ступени, эрозийные врезы и тектонические разломы); мезорельефа (значительная площадь водораздельных поверхностей, которые служат основными снегосборами).

3. Положения ледников на самом хребте (в какой его части находится ледник).

В процессе изучения современного оледенения горного узла Цамбагарав ул было проведено дешифрирование многоканальных космических снимков «Landsat-7 ETM+» (август 2002, 2008 гг.), изучены топографические карты масштаба 1:100000 на ледники Цамбагарав ул по состоянию 1945 и 1975 гг. Обработка снимков производилась с помощью компьютерных программ MICRODEM/Terra Base-II, дешифрирование ледников производилось с использованием цифровой модели рельефа по данным SRTM.

Основные сведения по всем этим ледникам представлены в табл. 1. В настоящее время выявлено 40 ледников общей площадью 73,18 км² (2008 г.). Это

составляет, по данным Х. Ябуки [3], 17,3% от общей площади ледников Монгольского Алтая. Ареал распространения ледников простирается от г. Цаст-ул (4 193 м) на севере до г. Хух-нуру-ул (4 165 м) и г. Ямат-ул (3 903 м) на юге.

Морфологические типы ледников. В бассейне р. Ховд гол встречаются следующие морфологические типы ледников: каровые, карово-долинные, карово-висячие, висячие, долинные и ледники плоских вершин. Наиболее распространенными по числу представителей являются ледники висячего (14) и карово-долинного (14) типов. Они составляют 70% от общего числа ледников (табл. 1). Однако их площадь составляет только 51% от общей площади оледенения бассейна. По площади первое место занимают ледники плоских вершин. Число их невелико – всего 5 (12,5% от общего числа ледников бассейна р. Ховд гол). Ледников карового типа 2, по общей площади оледенения они составляют 5%, однако вместе с переходными типами, к которым относятся карово-долинные и карово-висячие ледники, они составляют 17,5% от общего числа ледников и 18,5% от площади оледенения бассейна р. Ховд гол. В меньшей степени распространены ледники висяче-каровые и карово-висячие. Их всего 3, по площади оледенения они составляют 2,63%.

Экспозиция ледников. Наибольшее число ледников приурочено к склонам северной и северо-восточной экспозиции, при этом наибольшая площадь оледенения приходится на ледники северо-восточной экспозиции. Наименьшее число ледников располагается на юго-восточной, южной и юго-западной экспозициях. Несмотря на большое количество ледников северо-восточной и северной экспозиции, их площадь составляет лишь 30,21 км², или 40% от общего числа ледников, т.е. лишь немного превышает площадь ледников южных и юго-восточных экспозиций (табл. 1).

Основные сведения о ледниках горного узла Цамбагарав ул

Таблица 1

№ ледника	Название реки, вытекающей из ледника	Морфологический тип	Экспозиция	Наибольшая длина, м	Площадь, км ²	Высота, м		Объем, км ³	Средняя толщина, м
						конца ледника	высшей точки ледника		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	р. Зуслан гол	кар-дол	Ю	2140	1,43	3401,6	4015,1	0,07	46,86
2	р. Зуслан гол	каровый	Ю	1235,3	0,79	3467,1	3828,2	0,037	46,04
3	р. Зуслан гол	висячий	Ю	1054,6	0,68	3591,2	4097,6	0,03	44,29
4	р. Зуслан гол	висячий	Ю	1426,4	0,81	3490,4	4167,2	0,04	46,21
5	р. Зуслан гол	каровый	Ю	1581	1,25	3557,8	4085,8	0,06	48,00
6	пр. р. Зуслан гол	кар-дол	ЮЗ	1229	0,65	3430,2	4000,6	0,03	45,85
7	пр. р. Эрэгтийн гол	висячий	З	1319	0,36	3283,8	3891	0,01	37,98
8	пр. р. Эрэгтийн гол	висячий	З	778,3	0,38	3315,2	3761,4	0,01	38,41
9	пр. р. Эрэгтийн гол	кар-дол	СЗ	2229	1,09	3177,8	3976,5	0,05	46,51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	пр. р. Эрэгтийн гол	кар-дол	С	2998,18	2,49	3143	3932,1	0,12	48,17
11	р. Эрэгтийн гол	долинный	С	4597,42	5,34	3005,6	4128,6	0,30	55,57
12	пр. р. Хойт гол	висячий	С	1152,8	0,43	3278,2	3766,3	0,02	39,60
13	пр. р. Ямат гол	кар-дол	С	4715,67	5,00	3098,2	4041,8	0,24	48,54
14	р. Ямат гол	кар-дол	В	1424,8	0,64	3335,7	3914,6	0,03	45,82
15	р. Ямат гол	висячий	В	1331,8	0,43	3431	4046,9	0,02	39,70
16	р. Намаржааны гол	пл,верш,	С	2964,8	5,41	3181,5	3731,3	0,23	41,76
17	р. Цагаансээр гол	пл,верш,	Ю	3608,87	6,67	3161,7	3659,4	0,38	57,50
18	р. Хар-асга гол	кар-дол	С	2703,24	2,07	3232,8	4050,4	0,10	48,22
19	р. Хар-асга гол	висячий	СВ	1051,5	0,40	3565,7	4033,4	0,02	38,96
20	р. Хар-асга гол	висячий	СВ	1043,7	0,35	3261,9	3894,4	0,01	37,78
21	р. Хар-асга гол	висячий	СВ	1028	0,24	3253,5	3915,5	0,008	34,45
22	р. Хар-асга гол	висячий	СВ	530,8	0,15	3858,3	3601,5	0,004	30,48
23	р. Хар-асга гол	висячий	СВ	1188,5	0,60	3566,7	3973,8	0,003	4,30
24	пр. р. Ямат гол	долинный	СВ	4010,69	2,55	2810,6	3938,1	0,13	50,34
25	пр. р. Хар-асга гол	кар-дол	В	3368,11	3,63	3194,3	3918,5	0,17	48,11
26	пр. р. Хар-асга гол	кар-вис	В	1619	0,64	3415,1	3938,5	0,03	43,72
27	пр. р. Ямат гол	висячий	ЮЗ	1417,5	0,81	3552,3	3952,6	0,04	46,21
28	пр. р. Хар-асга гол	кар-дол	ЮВ	2239	1,84	3274,3	3704,3	0,08	43,48
29	пр. р. Хар-асга гол	висячий	В	817,9	0,16	3500	3855,2	0,005	31,24
30	пр. р. Ямат гол	пл,верш,	СЗ	3042,08	1,95	3774,5	4035,5	0,05	23,10
31	р. Баян гол гол	пл,верш,	Ю	4219,68	6,81	3679,4	3912,2	0,39	57,65
32	р. Баян гол гол	кар-дол	ЮВ	2966,08	2,26	3210,3	3695,4	0,11	48,65
33	р. Баян гол гол	кар-дол	ЮВ	1275,8	0,70	3258,3	3695,9	0,02	28,43
34	р. Ямат гол	кар-дол	СВ	1409,9	0,52	3220,2	3701,8	0,02	41,51
35	пр. р. Хойт гол	вис-кар	С	1336,3	3,44	3161	3789,4	0,23	65,87
36	р. Ямат гол	висячий	С	705,2	0,35	3399,7	3855,4	0,01	37,70
37	р. Цаган гол	долинный	Ю	2494	1,88	3348,6	3870,1	0,09	48,33
38	р. Цаган гол	кар-дол	Ю	2076	1,28	3398,6	3845,6	0,06	46,72
39	р. Цаган гол	пл,верш,	ЮЗ	3978,87	5,82	3699,8	3830	0,33	56,50
40	р. Ямат гол	кар-дол	С	2110	1,87	3205,4	3600	0,09	48,18
Общая площадь ледников 73,18 км²									

Вертикальное распределение ледников. Вертикальное распределение площади ледников для разных массивов имеет свои особенности (табл. 2). В массиве Цастул зона максимальной площади оледенения лежит в пределах 3 500–3 750 м (32,9% общей площади оледенения), это соответствует высотному положению фирновой границы (H_{ϕ}) – 3 692 м. Таким образом, максимум площади ледников находится в области питания. Второй максимум расположен в пределах высот 3 750–4 000 м (31,4% общей площади ледников) и располагается на

выположенных фирновых полях перевальных седловин и плоских вершин водоразделных гребней. Третий максимум приходится на высотный интервал 4 000 м и выше (16,4 % общей площади ледников).

Для массива г. Ямат-ул основная часть площади ледников находится в высотной зоне 3 500–3 750 м, на нее приходится 74,7% общей площади ледников. Это ледники плоско-вершинного типа, поэтому распределение площадей ледников по высоте мало отличается от других узлов (табл. 2).

Таблица 2

Вертикальное распределение площади ледников

Высотная зона, м	Цаст-ул		Ямат-ул		Хух-нуру-ул	
	км ²	%	км ²	%	км ²	%
До 3000					0,07	0,18
3 000–3 250	0,71	3,26	0,24	2,17	1,43	3,54
3 250–3 500	3,51	16,13	1	9,03	7,13	17,67
3 500–3 750	7,15	32,86	8,27	74,71	13,42	33,27
3 750–4 000	6,83	31,39	1,57	14,18	16,75	41,52
4 000 – свыше	3,57	16,41			1,54	3,82
Итого	21,77	100	11,08	100	40,34	100

Для массива г. Хух-нуру-ул основная площадь ледников находится в высотном диапазоне 3 750–4 000 м (41,5% от общей площади ледников горного узла). Второй максимум распложен на высоте 3 500–3 750 м (33,3% от общей площади оледенения горного узла). Эта зона совпадает с фирновой границей (H_{ϕ}) – (3 692 м), максимум площади ледников находится в области питания (табл. 2). Таким образом, ледники горного узла Цамбагарав ул характеризуются сложным и своеобразным распределением площади поверхности.

Распределение запасов льда. По нашим расчетам, основанным на зависимости объема ледников от их

площади [4], общие запасы льда в ледниках горного узла Цамбагарав ул составляют 3,03 км³ при их средней толщине 51,3 м (табл. 3). Распределение льда по речным бассейнам (согласно структуре построения каталога ледников) выглядит следующим образом: наибольший объем льда (0,64 км³) принадлежит бассейну р. Ямат гол. Далее по убыванию следуют бассейны р. Баян гол (0,56 км³) и р. Эрэгтийн гол (0,53 км³).

Бассейнам рек Хар-асга гол, Цаган гол принадлежит 0,48 км³ льда. По горным узлам запасы льда распределены следующим образом (табл. 3).

Распределение запасов льда по горному массиву

Горный массив	Количество ледников	Площадь		Объем	
		км ²	%	км ³	%
Цаст-ул	15	21,76	29,74	1,07	28,16
Ямат-ул	2	11,08	15,13	0,61	16,05
Хух-нуру-ул	23	40,34	55,12	1,35	35,53
Всего	40	73,18	100	3,03	100

Из всего объема (3,03 км³) льда, аккумулярованного в горном узле Цамбагарав ул, 1,35 км³, или 35,5%, сосредоточено в массиве Хух-нуру-ул, 1,07 км³, или 28,2%, – массиве Цаст-ул и 0,61 км³, или 16,1%, – в массиве Ямат-ул.

Выявленные закономерности пространственного распределения ледников горного узла Цамбагарав ул позволяют детализировать общую структуру современного оледенения гор Внутренней Азии, а также оценить основные среднепогодные характеристики климата (баланс тепла и влаги) в условиях крайне редкой гидрометеорологической сети наблюдений.

Необходимо также отметить, что в условиях исключительной сухости климата данного региона особенно велика роль современного оледенения в водообмене территории. По нашим оценкам, среднепогодное количество ледникового стока с горного узла Цамбагарав ул составляет около 55 млн м³/год. Среднее время оборота воды в ледниковой системе, согласно [5], определяется как соотношение массы составляющих её ледников и суммарной абляции. Величина этого соотношения для горного узла Цамбагарав ул составляет в среднем около 55 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нарожный Ю.К., Паромов В.В., Отгонбаяр Д. Тенденции изменения среднелетних температур воздуха и осадков в Западной Монголии // Вопросы географии Сибири. Томск: ТГУ, 2006. Вып. 26. С. 55–59.
2. Национальный атлас МНР. Москва; Улан-Батор, 1980. С. 64–72.
3. Hironori Yabuki. The recent 50 years glacier changes in Mongolian Altai Mountains // 2nd Asia CliC Symposium the state and fate of Asian Cryosphere, Lanzhou, China. 2007. URL: http://www.casnw.net/clic/Asia_clic.html (дата обращения: 07.02.2011).
4. Нарожный Ю.К., Никитин С.А. Современное оледенение Алтая на рубеже XXI века // Материалы гляциологических исследований. М.: Изд-во Института географии РАН, 2003. Вып. 95. С. 93–101.
5. Кренке А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 288 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 4 апреля 2011 г.