

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КРИОЛОГИИ ЗЕМЛИ

УДК 551.343.74 (571)

ОЛЕДЕНЕНИЕ ПЕЩЕР БАЙКАЛА

Е. В. Трофимова

*Иркутский государственный университет,
664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1, Россия*

Конжеляционные, сублимационные и снежно-инфильтрационные льды выделяются в 11 карстовых пещерах оз. Байкал. По условиям возникновения холода и накоплению снега и льда подземные полости подразделяются на холодные мешкообразные, холодные сквозные с меняющимся в теплый и холодный сезоны направлением тяги воздуха и вертикальный колодец. По данным наблюдений за последние 10 лет скорость отступления оледенения в рассматриваемых пещерах варьирует от 3,2 до 11,7 см/год, а скорость стаивания – от 1,7 до 12,9 см/год.

Пещерные льды, генезис, морфология, многолетняя динамика, климатические изменения, Байкал

GLACIATION OF BAIKAL CAVES

E. V. Trofimova

Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, Karl Marx str., 1, Russia

Three main types of the cave ice are found in the 11 karst caves of Baikal Lake: congelation ice, sublimated ice and snow-infiltrated ice. According to the conditions of the onset of cave cold, the following types of cavities are distinguished here: cold sack-shaped, cold with changeable direction of air draught in cold and warm season, and vertical pit. In the caves of Baikal Lake the rate of the ice retreat varies from 3,2 to 11,7 cm per year and the thawing rate is 1,7–12,9 cm per year.

Cave ice, genesis, morphology, perennial dynamics, climatic changes, Baikal

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Широкое развитие на западном побережье Байкала, на участке от пос. Бол. Котов до о. Ольхон, в пределах полосы шириной 5–15 км, получили карстующиеся породы архей-раннепротерозойского возраста: доломиты, известняки и мрамора общей мощностью от 1 до 200–250 м, в которых сформировалось более 40 пещер, не считая небольших гротов и ниш. Наибольшую протяженность имеет пещера Мечта – 823 м, наиболее глубокой является шахта Политехническая – 67 м.

В орографическом отношении территория относится к Байкальскому становому нагорью, включающему приподнятые и сильно расчлененные в результате неотектонических движений краевые части Сибирской платформы. Максимальные абсолютные отметки высот основного горного хребта – Приморского – достигают 1100–1700 м, а отметки днищ впадин – 456–600 м. В рельефе рассматриваемой территории можно выделить две основные структурные единицы. Северная часть (рис. 1, пещеры 1–8) расположена в границах Приольхонья и представляет собой типичный мелко-

сочник с пологими сглаженными формами водораздельных пространств (относительные превышения составляют 350–380 м над уровнем Байкала), разделенных суходольными долинами с плоским днищем шириной до 300–600 м. Южная часть (рис. 1, пещеры 9–11, расположенные в долине р. Бугульдейка) – это низкие складчато-глыбовые горы преобладающей высоты до 1000 м с характерными мягкоочерченными, иногда плоскими вершинами и неглубоко врезанными, обычно V-образными долинами шириной 200–600 м.

Климатические особенности региона обусловлены двумя основными факторами: огромной водной массой Байкала и Приморским хребтом, задерживающим влагу воздушных масс, приносимую с ветрами преобладающего западного и северо-западного направлений. Средняя годовая температура воздуха варьирует от $-0,4^{\circ}\text{C}$ в северной части района до $-2,0^{\circ}\text{C}$ в южной, средняя годовая сумма атмосферных осадков изменяется соответственно от 182 до 450 мм, причем менее 10% их количества приходится на зимний период.



Рис. 1. Район исследований.

Пещеры: 1 – Бол. Байдинская, 2 – Мал. Байдинская, 3 – Мечта, 4 – Ая, 5 – Рядовая, 6 – Вологодского, 7 – Октябрьская, 8 – Скотомогильник, 9 – Загадай, 10 – Бурун, 11 – Бурун-ледяная.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР

В пределах рассматриваемой территории находится 11 пещер, в которых формируются снежно-ледовые образования: Большая и Малая Байдинские, Мечта, Ая, Рядовая, Вологодского, Октябрьская, Скотомогильник, Загадай, Бурун и Бурун-ледяная (см. рис. 1, табл. 1).

Большая (Озерная) и Малая (Ледяная) Байдинские пещеры впервые были обследованы в 1923 г. археологом П.П. Хороших [1955]. Он отмечал наличие кристаллов льда на отдаленных от входа стенах Бол. Байдинской, а в конце пещеры (нижний зал был открыт в середине 1980-х гг.) – постоянно лежащего толстого слоя льда. В Мал. Байдинской П.П. Хороших также описывает кристаллы льда на стенах и лед на дне, размеры которого оценивает в 50 м² [Беляк, Хороших, 1970].

Пещера Мечта, иногда именуемая Средней Байдинской, обнаружена в начале 1960-х гг. Первое детальное описание подземной полости со-

Таблица 1. Пещеры-ледники Байкала

Номер (см. рис. 1)	Пещера	Длина, м	Глубина, м	Объем, м ³	
				пещеры	льда
1	Бол. Байдинская	45	11	600	120
2	Мал. Байдинская	55	8	180	8
3	Мечта	823	52	8500	70
4	Ая	578	32	1200	3
5	Рядовая	450	57	2500	3
6	Вологодского	46	17	350	12
7	Октябрьская	80	20	290	2
8	Скотомогильник	–	–	–	–
9	Загадай	600	20	5000	2,5
10	Бурун	26	3	200	4,5
11	Бурун-ледяная	67	44–46	1150	4

Примечание. Прочерк – данные отсутствуют.

ставлено В.И. Беляком [1966]. Он отмечает разнообразные ледяные образования в системе „Метрополитен”: рыхлый фирновый лед на дне и ледяные сталагмиты высотой до 450 мм, ледник длиной 14–16 м и даже морену. Последнее вызывает сомнения, поскольку, на наш взгляд, морены в Мечте нет, а ледники в пещерах Иркутского амфитеатра отсутствуют вообще, имеются лишь многолетние наледи. В.М. Филиппов [1990] оценивает объем многолетнего льда в пещере Мечта в 200 м³.

Пещера Скотомогильник известна спелеологам с конца 1970-х гг., она используется местным бурятским населением как могильник для павших животных. Из-за тяжелого запаха полость не посещается. В подземной системе имеются наледь-покров и ледяные кристаллы.

В 1975 г. Г.П. Вологодский [Вологодский, 1975] отметил наличие снега и льда на дне небольшой полости, впоследствии получившей в честь первооткрывателя название колодец Вологодского.

Детальная характеристика пещерных льдов различного генезиса впервые выполнена автором [Трофимова, 1996].

ГЕНЕЗИС И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕЩЕРНЫХ ЛЬДОВ

Подземные системы Байкала характеризуются широким развитием снежно-ледовых образований. Сезонные льды формируются около входов в пещеры либо во внутренних частях подземных полостей под трещиноватыми или расположенными близко к дневной поверхности сводами, где летние температуры воздуха поднимаются выше 0 °С. В зонах, где средние годовые температуры отрицательные, а летние близки к нулю, развиваются многолетние льды. По условиям возникновения пещерного холода, накоплению снега и льда выделяются следующие три типа подземных полостей.

К первому типу относятся холодные, мешкообразные по морфологии пещеры: Большая и Малая Байдинские, Мечта, Рядовая, Октябрьская, Загадай и Бурун-ледяная. Формирование льда в этих пещерах, отличающихся нисходящим зимним типом циркуляции воздуха, происходит в результате замерзания воды, поступающей в полость через трещины, а также из воздуха в результате процессов сублимации. По генезису это конжеляционные и сублимационные льды. Около входов в пещеры, а в Бол. Байдинской между верхним и нижним гrotами, наблюдается образование снежно-инфильтрационных льдов, снежников, формирующихся в результате попадания снега в подземную полость вследствие метелевого переноса, а также падения кристаллов сублимационного льда. Снежники, в свою очередь, играют определенную роль в поддержании холода в самих полостях.

Значительное развитие в пещерах рассматриваемого типа получили ледяные сталактиты, ста-

лагмиты, сталагматы, образующиеся вследствие поступления инфильтрационных вод в поле отрицательных температур воздуха. Сезонные ледяные сталактиты и сталагмиты ежегодно отмечаются в привходовых частях пещер Большой и Малой Байдинских, Мечте, Рядовой, Загадае, а также во внутренних залах Большой и Малой Байдинских, Мечты и Загадая (рис. 2).

Форма и размер ледяных капельников отличаются большим разнообразием. Встречаются конические, сложные, килевидные сталактиты (типизация ледяных пещерных образований дана по К.А. Горбуновой и Н.Г. Максимовичу [1991]) и сложные сталагмиты.

Обычно длина сезонных сталактитов в пещерах Бол. Байдинской и Мечте не превышает 0,5 м, а высота сталагмитов 0,4 м, для Мал. Байдинской и Рядовой соответственно 0,3 и 0,1 м. В Загадае отмечаются только сталагмиты высотой до 0,5 м. В Большой и Малой Байдинских, Мечте и Загадае

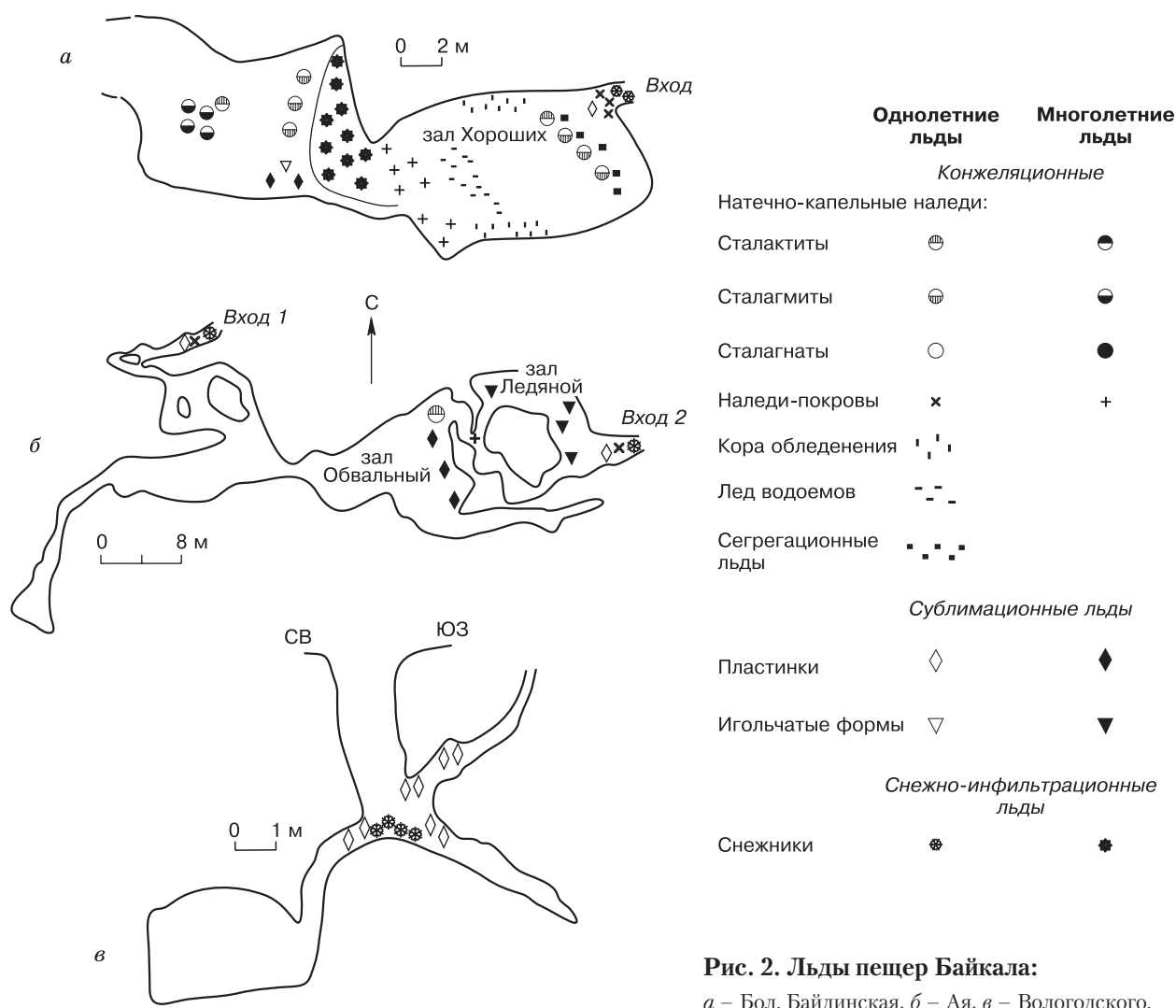


Рис. 2. Льды пещер Байкала:

а – Бол. Байдинская, б – Ая, в – Вологодского.

ледяные капельники стаивают к августу, в Рядовой – к июлю. На примере Бол. Байдинской была прослежена интенсивность стаивания ледяных сталагмитов в летний период. По данным наблюдений средняя интенсивность стаивания достигает 0,38–0,40 см/сут.

Многолетние ледяные сталактиты, сталагмиты и сталагнаты обнаружены только в Мечте и Бол. Байдинской. Отмечаются конические, сложные, килевидные сталактиты, сталагмиты – барабанные палочки (булавовидные, по В.Р. Алексееву, В.И. Беляку [1970]), сложные, массивные под сталактитами, а также сталагнаты (колонны) – конические снизу, раздутые в средней части, с массивным основанием и сталагмитами. Размеры ледяных сталактитов достигают 1,5 м, сталагмитов – 2,5 м. Положение сезонных и многолетних капельников четко контролируется направлением трещин, по которым в полость проникают подземные воды. В.Е. Дмитриев [1980] вслед за Н.И. Толстихиным называет ледяные формы, возникающие в зоне отрицательных температур при поступлении концентрированного стока воды, висячими наледами. По-видимому, ледяные сталактиты, сталагмиты и сталагнаты следует называть натечно-капельными наледами.

Широкое распространение на горизонтальных и субгоризонтальных площадках пещер Мечты, Большой и Малой Байдинских, Рядовой и Бурун-ледяной получили наледы-покровы, формирующиеся при инфлюационном поступлении воды в охлажденные ниже 0 °С полости. Образование сезонных покровов наблюдается в привходовых частях всех указанных подземных полостей. Площади наледей не превышают 8–10 м², к июлю происходит их полное стаивание. Многолетние наледы-покровы развиваются в Мечте, Бол. Байдинской, Мал. Байдинской и Бурун-ледяной. Площадь наледного тела в Мечте (в системе „Метрополитен“) достигает 200 м², Бол. Байдинской – 50, Мал. Байдинской – 20, Бурун-ледяной – 11 м², его мощность во всех пещерах варьирует от 0,1 до 0,4 м. Покровный лед пещеры Мечта имеет преобладающий гидрокарбонатно-кальциевый состав при минерализации 118 мг/л.

В холодную половину года в пещерах Большой и Малой Байдинских, Рядовой развиваются так называемые конденсационно-конжеляционные льды, образование которых обусловлено наличием инверсионного распределения температур воздуха. В Бол. Байдинской вертикальный градиент в зимний сезон составляет 0,8–1,4 °С на 1 м. Конденсационная влага, оседающая на стенах и сводах подземной полости в верхней зоне, стекая вниз, в поле отрицательных температур, начинает замерзать. В нижних частях проходов исследуемых пещер, на высоте 0,5–0,7 м от пола и ниже, формируется кора обледенения мощностью

5–15 см, а также ледяные сталактиты конической формы длиной 15–20 см и диаметром у основания до 5 см.

В пещерах Большой и Малой Байдинских, Мечте находится три озера глубиной 15–20 см, размерами 4,5 × 2,2, 1,5 × 1,5 и 10 × 1,5 м соответственно, замерзающие в зимний период.

В условиях сезонного промерзания в супесчаных отложениях пещер Большой и Малой Байдинских наблюдаются сегрегационные льды, представленные шестовато-волокнистыми кристаллами.

Сезонные и многолетние кристаллы сублимационного льда, образующиеся в результате выпадения атмосферной влаги на охлажденные ниже 0 °С поверхности, широко представлены в Мечте, Большой и Малой Байдинских, Рядовой, Октябрьской, Загадае, Бурун-ледяной. Сезонные образования, стаивающие в начале лета, формируются главным образом в привходовых частях всех многолетних наледей – в Большой и Малой Байдинских, Мечте, Бурун-ледяной. С одной стороны, влажность воздуха поддерживается здесь за счет возгонки льда, с другой – вокруг многолетних наледей создается зона отрицательных температур, что предопределяет минимальное таяние ледяных кристаллов. Их размеры изменяются в течение года, достигая максимума с марта по июнь. Обычно кристаллы имеют шестигранную форму, максимальные их размеры достигают 3–4 см в поперечнике. Иней в форме мелких игольчатых образований с высотой иглы до 0,3–0,5 см встречается только в Бол. Байдинской (см. рис. 2,а). В пещерах Большой и Малой Байдинских, Мечте, Рядовой, Октябрьской, Загадае, Бурун-ледяной формируются весенние, стаивающие к июню снежники с объемом снежно-ледовых накоплений до 10–15 м³. Многолетний снежник, сложенный снегом, фирном и льдом, находится в пещере Бол. Байдинской. Его мощность 8,2 м, объем 160 м³. Остатки малакофауны, обнаруженной в нижней части снежника, позволяют датировать его поздним плейстоценом–голоценом [Трофимова, 2003]. Остается дискуссионным вопрос о происхождении этого снежно-ледового образования.

Ко второму типу подземных полостей – холодным сквозным или продувным пещерам с меняющимся в теплый и холодный сезоны направлением тяги воздуха – относятся Ая и Бурун, в которых формируются конжеляционные, сублимационные, а также снежно-инфильтрационные льды (см. рис. 2). Подземные полости имеют два входа. Сезонные сталактиты отмечены в центральной части Аи, их длина не превышает 15 см, а диаметр у основания составляет 3–5 см. Лед гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией 189 мг/л. Сезонный иней в виде шестигранных пластинок размерами 1–3 см в поперечнике отмечается около входов в обе пещеры. В Ае, в зале

Льды пещер Байкала

Пещера	Конгеляционные льды						Сублимационные льды			Снежно-инфильтрационные		
	Натечно-капельные наледы		Наледи-покровы		Кора обледенения	Лед водоемов	Сегрегационный лед	Жильный лед	Шестигранники		Игольчатые формы	
	О	Мн	О	Мн					О	Мн	О	Мн
	О	Мн	О	Мн	О	Мн	О	Мн	В	Л	Мн	
Бол. Байдинская	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Мал. Байдинская	+		+	+	+	+		+	+	+		
Мечта	+	+	+	+	+			+	+	+		
Рядовая	+											
Октябрьская												
Ая												
Вологодского												
Загадай												+
Бурун												+
Бурун-ледяная												+

Примечание. О – однолетние, Мн – многолетние, В – весенние, Л – летние.

Ледяном и примыкающей к нему подземной системе, своды и стены покрыты кристаллами подземного инея в течение всего года. В зале Ледяном это игольчатые образования с высотой иглы до 0,5 см, а в примыкающей к нему системе – ледяные шестигранники, причем размеры кристаллов заметно возрастают (в направлении от второго (нижнего) входа к внутренней части пещеры) от 0,5 до 5 см в поперечнике. Характерной особенностью Буруна является формирование на стенах и полу коры обледенения с небольшими сталактитами длиной до 12 см, а также образование вдоль трещин в мерзлой породе жильных льдов. Около входов в пещеры наблюдаются весенние снежки, а в Ае образуются небольшие сезонные наледи-покровы.

К третьему типу – карстовым колодцам со снегом и льдом, где лед образуется вследствие перекристаллизации снега, попадающего сюда в холодное время года через устьевое отверстие, следует отнести вертикальную пещеру Вологодского (см. рис. 2). Летние снежки с объемом снежно-ледяной массы 10–12 м³ (в зависимости от климатических условий года) развиваются и сохраняются в этой подземной полости до середины–конца августа. Здесь же на стенах около входа наблюдаются сезонные шестигранные кристаллы льда.

Типы пещерных льдов Байкала приведены в табл. 2.

ДИНАМИКА ПЕЩЕРНЫХ ЛЬДОВ

Наблюдения за динамикой оледенения пещер Байкала охватывают последние 29 лет (1976–2005), но именно в этот короткий период произошли существенные изменения в состоянии пещерных льдов.

С 1977 по 1997 г. проводились наблюдения за динамикой многолетней наледи-покрова в пещере Ая. В течение рассматриваемого периода произошла полная деградация наледного тела (рис. 3, в). Если в ноябре 1977 г. площадь наледи составляла 226 м² при мощности более 1,5 м, то в июле 1993 г. ее размеры сократились до 6,9 м² при мощности от 6 до 88 см, в июле 1996 г. – до 1,5 м² при максимальной мощности 7,8 см. В июле 1997 г. впервые было зафиксировано полное стаивание наледи. За период с 1977 по 1997 г. ежегодное стаивание подземной наледи-покрова в среднем составило 11,3 м².

В июле 1995 г. в Бол. Байдинской, Мал. Байдинской и Мечте были организованы наблюдения за динамикой подземных наледей с помощью засечек (табл. 3). В Бол. Байдинской они сделаны на стене слева, справа, в центре наледного поля и на вмержшей глыбе, в Мал. Байдинской – на глыбе, вмержшей в наледное тело, в Мечте – слева от ледяных сталагмитов, носящих названия Орган и Дед Мороз, на высоте 1,5 м от дна полости. При

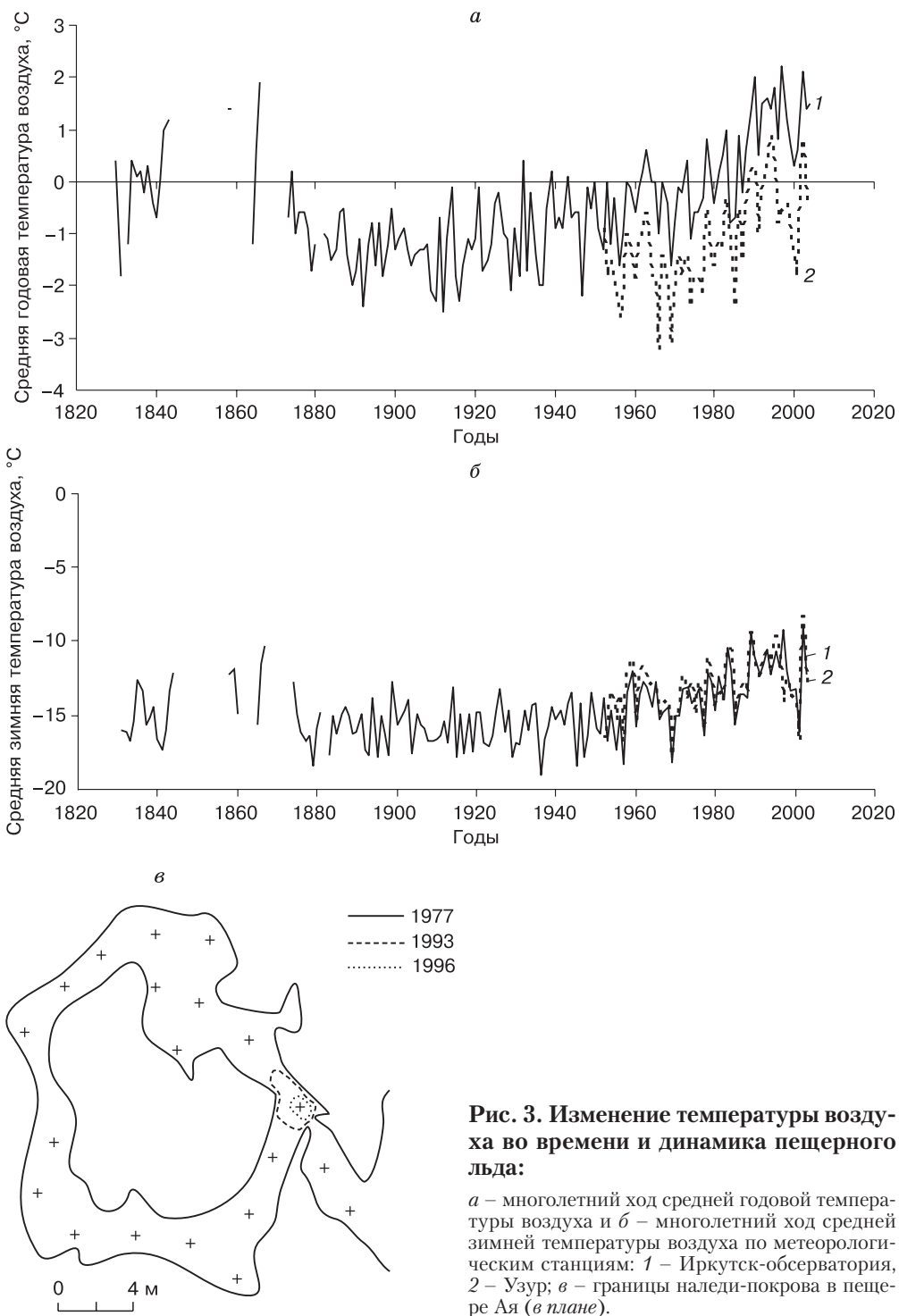


Рис. 3. Изменение температуры воздуха во времени и динамика пещерного льда:

а – многолетний ход средней годовой температуры воздуха и *б* – многолетний ход средней зимней температуры воздуха по метеорологическим станциям: *1* – Иркутск-обсерватория, *2* – Узур; *в* – границы наледи-покрова в пещере Ая (*в плане*).

Таблица 3. Деградация многолетних наледей-покровов (см) в пещерах Большой Байдинской и Малой Байдинской, Мечте*

Дата наблюдений	Большая Байдинская				Малая Байдинская	Мечта	
	слева	в центре	справа	на глыбе		Орган	Дед Мороз
16.09.1995 г.	4,5	8,5	2,5	3,2	1,3	0,8	–
01.05.1996 г.	2,5	10,3	12,0	9,7	1,0	–	–
13.04.1997 г.	10,0	12,0	9,0	обвал	1,0	–	–
26.10.1998 г.	12,5	27,5	16,0	–	–	3,5	установка засечки
01.05.2005 г.	78,5	59,5	86,0	–	–	16,5	29,5
Средняя интенсивность таяния в год	10,8	11,8	12,6	12,9	1,7	2,1	4,2

* Засечки от 26 июля 1995 г.

каждом последующем посещении проводилось измерение расстояния (в см), на которое отодвинулась кромка ледяного тела по сравнению с предыдущим состоянием.

Как видно из табл. 3, начиная с середины 1990-х гг. в пещерах-ледниках Байкала наблюдается значительная деградация оледенения. По результатам десятилетних наблюдений скорость его отступления в Бол. Байдинской составляет 11,7 см/год, в Мечте – 3,2 см/год. Величина стаивания наледей-покровов варьирует от 12,9 см/год в Бол. Байдинской до 1,7 см/год в Мал. Байдинской.

В пещере Мечта в летний сезон 1995 г. мощность ледяного покрова, имевшего молочно-белый цвет, на дне хода „Метрополитен” достигала 30 см, в октябре 1998 г. – только 21 см, лед был уже грязно-черного цвета. В мае 2005 г. лед на дне рассматриваемого хода отсутствовал вообще, а температура поверхности грунта составляла 0,2 °С. Скорость стаивания ледяного покрова составила около 3 см/год.

По-видимому, основной причиной исследуемого процесса является глобальное потепление климата. Начиная с 1967 г. в пределах Иркутского амфитеатра наблюдается устойчивый тренд к росту как средней годовой, так и средней зимней температуры воздуха (см. рис. 3,а,б), предопределивший значительную деградацию оледенения. До 1967 г. отмечаются небольшие флуктуации рассматриваемых температур воздуха, обусловленные цикличностью (внутривековой, 25-, 11-летней и т. д.) природных процессов. Для анализа взяты данные по метеостанциям Иркутск-обсерватория с самым продолжительным рядом метеорологических наблюдений в регионе – 121 год (1882–2003) и Узур, расположенной в 75 км на северо-запад от пещер, с рядом метеонаблюдений с 1952 по 2003 г. Использовались опубликованные источники [Климатологический..., 1955; Справочник..., 1970], а также материалы, полученные в результате обработки данных средних месячных наблюдений Иркутско-

го управления по гидрометеорологии и охране окружающей среды.

Как показали исследования, за период в 25 лет (1954–1978) средняя годовая температура воздуха по Иркутску составила –0,3 °С, а с 1979 по 2003 г. – уже +0,9 °С, для поста Узур –1,8 и –0,7 °С соответственно. Таким образом, в последнее 25-летие по Иркутску наблюдается рост средней годовой температуры воздуха на 1,2 °С, по Узуру – на 1,1 °С. Для этого же периода средняя зимняя температура возросла по Иркутску на 2,2 °С, а по Узуру – на 1,4 °С.

Можно предположить и другую причину, вызывающую исследуемый процесс, – работы по расширению размеров подземных полостей, осуществляемые спелеологами-спортсменами региона. Однако в пещере Ая, например, искусственный нижний вход был открыт в 1993 г., когда уже произошло практически полное (за период наших наблюдений) стаивание наледи-покрова. Поэтому вкладом антропогенного фактора в деградацию оледенения пещер Байкала можно пренебречь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Три основных типа пещерных льдов наблюдаются в 11 пещерах оз. Байкал – конжеляционные, сублимационные и снежно-инфильтрационные.

По условиям возникновения пещерного холода, накоплению снега и льда выделяются следующие три типа подземных полостей: холодные мешкообразные, холодные сквозные с меняющимся в теплый и холодный сезоны направлением тяги воздуха и карстовый колодец.

Учитывая генезис и морфологические особенности снежно-ледовых образований предложена система топографических знаков для их представления на подземных топографических съемках.

Рост средней зимней и средней годовой температур воздуха является основной причиной деградации оледенения пещер Байкала.

Литература

- Алексеев В.Р., Беляк В.И.** Пещерные льды южной Сибири // Вестн. МГУ. Сер. география, 1970, № 1, с. 59–65.
- Беляк В.И.** Новая карстовая пещера западного Прибайкалья // Материалы III науч. совещания географов Сибири и Дальнего Востока АН СССР. Иркутск, 1966, с. 23–27.
- Беляк В.И., Хороших П.П.** Пещеры южной части западного побережья оз. Байкал и о. Ольхон // Изв. ВГО, 1970, т. 103, вып. 4, с. 391–396.
- Вологодский Г.П.** Карст Иркутского амфитеатра. М., Наука, 1975, 124 с.
- Горбунова К.А., Максимович Н.Г.** В мире карста и пещер. Пермь, Изд-во ТГУ, 1991, 120 с.
- Дмитриев В.Е.** Оледенение пещер как часть гляциосферы // Карст Дальнего Востока и Сибири. Владивосток, 1980, с. 47–53.
- Климатологический справочник.** Вып. 22, ч. 1. Л., Гидрометеоиздат, 1955, 217 с.
- Справочник по климату СССР.** Вып. 22, ч. 1. Л., Гидрометеоиздат, 1970, 422 с.
- Трофимова Е.В.** Пещеры долины ручья Загадай // География и природ. ресурсы, 1996, № 2, с. 179–182.
- Трофимова Е.В.** Ледяные отложения пещер Приольхонья // Кунгурская ледяная пещера. Кунгур, Звезда, 2003, с. 246–250.
- Филиппов В.М.** Микроклимат пещер юга Сибири // Проблемы гидрометеорологии и аккумуляции зимнего холода. Свердловск, УрО АН СССР, 1990, с. 64–67.
- Хороших П.П.** По пещерам Прибайкалья. Иркутск, Кн. изд-во, 1955, 71 с.

*Поступила в редакцию
18 мая 2005 г.*