

Г. А. МАКСИМОВИЧ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЬДОВ ПЕЩЕР

Лед пещер представляет наименее изученную разность криосферы. Пещеры, где происходит скопление льда, называются ледяными или пещерами-ледниками.

Пещеры-ледники известны человечеству, вероятно, давно. Литературные же сведения о них появляются с XVIII столетия. Первое описание Кунгурской ледяной пещеры, опубликованное в 1730 г., сделано Ф. И. Страленбергом [88]. В 1733 г. ее описывает И. Г. Гмелин [76], в 1768 г. И. П. Фальк [71], в 1770 г. И. Лепехин [36]. Индерские пещеры-ледники описал В. С. Паллас в 1769 г., во время своего путешествия. В Западной Европе первые наблюдения над пещерами-ледниками были произведены женеvским физиком Орасом Сосюром в 1771 г. [37]. Таким образом, первые литературные данные относятся к пещерам-ледникам, находящимся в СССР.

Несмотря на то, что прошло более двух столетий с момента первого описания ледяных пещер, основная их особенность – лед еще мало изучен. Между тем пещерный лед представляет значительный интерес. Под землей, на небольшом сравнительно участке, мы имеем лед самого различного происхождения. Здесь встречаются самые крупные кристаллы льда, одни из наиболее крупных на земном шаре. В пещерах имеются также крупные сталактиты, сталагмиты и ледяные столбы, достигающие нескольких метров в длину. В отличие от периодически появляющихся и исчезающих ледяных сосулек на земной поверхности, отдельные сталактиты и сталагмиты пещер к тому же многолетни (до 100 лет).

Озера некоторых пещер покрыты льдом. Лед покрывает стены пещер и их пол. Покровный лед на полу пещер отличен по своему строению и происхождению как от озерного, так и от фирнового или глетчерного льда.

В СССР имеется ряд ледяных пещер. Укажем некоторые из них.

В Европейской части СССР можно отметить ледяные пещеры Молотовской области: Соколиную на р. Яйве [31, 52], Махневскую на р. Чаньве [52], пещеры Сокольного камня и Силовой горы, Белой горы [8], Глухую, Ледяную Глухую [54], а также Куликовскую [8] на р. Чусовой. В Кунгурском районе находится известная Кунгурская ледяная пещера [1–7, 9, 18–20, 25–27, 30, 35, 36, 38, 39, 42, 43, 47, 51, 54, 57–61, 71, 75, 76, 79, 86, 88], а также Мечнинская, Иренская, Тураевская Андроновская, Кладбищенская, Каменская, Подкаменская, Усинская [42, 43] и Комаровская [7]. Южнее находятся Илецкие [37], Южно-Уральские [11–14] и Индерские пещеры.

На Кавказе описаны ледяные пещеры Ю. Дагестана [34]. В Крыму пещера Б. Бузлук и ряд других на Кораби-Яйле, среди которых есть и ледяные [10, 28, 32, 33, 48–50]. В Арктике имеется лед в пещере на о-ве Верха у мыса Крушения [22]. В Сибири – это Балаганская ледяная пещера [45] и Бирюсинские [21]. В Якутии – Абогыджэ [46]. Имеется еще ряд других как в Европейской, так и Азиатской частях СССР.

Из иностранных отметим ледяные пещеры Гренландии [16], а также грот Ла Боме близ Безансона во Франции [65, 83, 84] ледяные пещеры Швейцарии [65], Фраунемауре в Штирии, Унтербергер близ Зальцбурга [67], Деманова в Словакии, Добшау, Сциличе [80], и Скеризора в Венгрии. В Рудных горах имеется несколько пещер-ледников: Риттерова, Барийская, Бани, Старая Тиель, Штольнер [82]. В США [72, 78] известны ледяные пещеры штатов: Айова [78], Вашингтон [65а, 78, 85], Айдахо [78], Колорадо [78], Нью-Мексико [78], Аризона [78] и Калифорния [78].

Всего известно около двухсот естественных ледяных пещер [42, 68, 73, 74, 87], причем число их все время увеличивается. Если же учесть явления оледенения искусственных пещер [81, 40], к которым относятся туннели, штольни и другие рудничные выработки, погреба и т. п., то число пещер-ледников еще больше увеличится.

Пещерный лед указывается в классификациях льда В. И. Вернадским [17], М. М. Ермолаевым [22], Н. И. Толстихиным [55]. Пещерный лед В. И. Вернадским относится к классу пресных форм твердой воды, к наземным твердым пресным водам, царству поверхностных твердых вод и составляет его седьмое семейство. М. М. Ермолаев выделяет тип пещерных льдов. Н. И. Толстихин в группе осадочных пород в подгруппе льдов указывает:

(1) продукт выделения подземных атмосфер – лед ледяных пещер, возникший вследствие конденсации паров воды на холодных стенках пещер;

(2) продукты выделения из вод – лед подземных вод вне области развития «мерзлотной зоны»; сюда он относит лед пещер, образовавшийся от вод того или иного не «мерзлотного» водоносного горизонта.

Таким образом, вопрос о льдах пещер в указанных классификациях мало разработан. Не совсем понятна причина отнесения В. И. Вернадским пещерного льда к наземным пресным водам. Лед открытых глубоких впадин, конечно, относится к наземным, но пещерный лед уже подземный. Для двух основных генетических групп льда А. Б. Добровольского [68] – ледяных магматических пород и осадочных ледяных пород лучше применить термины, предложенные С. В. Колесником [23] – атмогенные и гидрогенные. Наши наблюдения в крупнейшей в СССР Кунгурской ледяной пещере [42, 43], литературные сведения о ней, а также данные о прочих пещерах Кунгурского района Молотовской области и других, в частности, о пещерах Балаганской [45], Абогыджэ [46] и Добшауской, – позволяют выделить несколько разновидностей льда пещер.

Классификация льдов пещер

Тип льдов	Тип пещер			
	Карстовые пещеры-ледники		Поногенные пещеры (тоннели, штольни, ледники и т. д.)	
	пресный лед (растворенных веществ до 0,1 %)	соленый лед (растворенных веществ 0,1–5,0 % *)	Пресный лед (растворенных веществ < 0,1 %)	
			погребов-ледников	тоннели, штольни
I. Атмогенный (сублимационный)	Разнообразные ледяные кристаллы	–	Кристаллы на стенах и сводах погребов-ледников	–
	Кора оледенения на стенах пещеры	Кора оледенения	Кора оледенения	Кора оледенения
	Покровный лед из падающих кристаллов и снега		Лед, образовавшийся при заполнении ледника снегом	
II. Гидрогенный	Ледяные сталактиты	Ледяные сталактиты	Ледяные сталактиты	Ледяные сталактиты
	Ледяные сталагмиты	Ледяные сталагмиты	–	Ледяные сталагмиты
	Ледяные столбы	Ледяные столбы	–	–
	Кора оледенения	Кора оледенения	–	Кора оледенения
	Покровный лед	Покровный лед	–	Покровный лед
	Лед подземных озер	Лед подземных озер	Лед речной и озерной	–
III. Поногенный (антропогенный)	–	–	Искусственный лед, полученный холодильными машинами	–
IV. Гетерогенный	Кора оледенения	Кора оледенения	–	Кора оледенения
	Покровный лед	Покровный лед	Покровный лед из снега и речного льда	Покровный лед выработок

В пещерах, в передней их части, лед встречается в виде тонкой коры оледенения стен, образующейся вследствие перехода паров воды воздуха, проникающего в пещеру, в лед, при температуре ниже тройной точки. В Кунгурской пещере установлена и смешанная гидрогенно-атмогенная кора соленого льда. Проникающая по трещинам в пещеру вода в холодной их части превращается в ледяные сталактиты и сталагмиты. В Кунгурской ледяной пещере сталагмиты имеют разнообразную форму – грибообразную, ледяных чаш, ледяных столбов и достигают 2 м в высоту при диаметре до 20 см. Слияние нескольких сталагмитов образует ледяные чаши. Сталактиты длиной до 2 м обычно меньшего диаметра. Сопоставление фотографий за ряд лет показывает рост сталактитов, а микроскопические исследования М. П. Головкина [19, 20] подтвердили их многодетность. Иногда сталактиты, расположенные в виде ряда по какой-либо трещине, образуют ледяной занавес. По исследованиям автора [42, 43], ледяные сталактиты и сталагмиты Кунгурской ледяной пещеры содержат растворенных веществ более 2 г на литр и относятся к соленым [17]. К Полярному гроту Кунгурской ледяной пещеры наблюдения автора в феврале – апреле 1940 г. показывают слияние сталактитов и сталагмитов в один ледяной куполообразный столб, диаметром до 1,5 м в основании и около 1,0 м у свода грота. Далее, к органной трубе он еще более суживается. Ледяной столб в основании сливается со льдом, покрывающим пол грота. В 1936 г., по нашим наблюдениям, подтверждающимся фотографией М. П. Головкина [19], сталактиты и сталагмиты здесь еще не были соединены.

Своеобразной формой пещерного льда являются кристаллы, установленные в Кунгурской, Каменской (Кунгурской район), Балаганской и Абогыджейской пещерах. Имеются они и в пещерах Гренландии, Венгрии и других. Сроки этих кристаллов достигают 40–50 см и более. Образуются они в холодной части пещер сублимацией. Минерализация их, по единственному анализу [42, 43], достигает 0,0441 г/л.

Наиболее значительные массы покровного льда находятся на полу пещер, в холодной их части. Мощность этого ледяного покрова достигает в Кунгурской ледяной пещере нескольких метров. Еще больше мощность ледяного покрова в Добшаусской пещере. Образуется этот лед различно и по большей части смешанным путем. В Кунгурской ледяной пещере он образуется непосредственным переходом паров воздуха в лед, накоплением на полу пещеры падающих кристаллов и замерзанием воды, попадающей с дневной поверхности по трещинам и органным трубам. Наконец, в Тураевской пещере в Кунгурском районе и пещере Абогыдже в Якутии лед имеется на воде подземных озер. Этот лед в Кунгурской ледяной пещере минерализован и содержит растворенных веществ до 1,412 мг на литр. Лед на озере Тураевской пещеры, к сожалению, не изучен с точки зрения химического состава. Возможно и он минерализован. Вода в озерах Кунгурской ледяной пещеры, как содержащая более 2,33 г на литр [41] растворенных веществ, должна быть отнесена к минеральным.

Если пещерный лед мало привлекал внимание исследователей, то еще менее изучен лед искусственных, поногенных [44] пещер-тоннелей и погребов-ледников. Погребов-ледников заполняются обычно речным или озерным льдом, реже снегом и еще реже искусственным льдом холодильных машин (поногенный). В городе Молотове в погребах-ледниках нам приходилось наблюдать еще не описанные кристаллы льда на своде и стенках. Они образовались, так же как и в карстовых пещерах, сублимацией паров воды из воздуха.

Редко отмечается лед в тоннелях и штольнях. Мы укажем на А. В. Львова [40], который (стр. 501, 519) приводит описание и фотографии штольни и тоннеля на Амурской железной дороге, где в условиях вечной

* Верхний предел для соленых вод и льдов дан по В. И. Вернадскому. Пока для пещерных льдов минерализация более 0,21 % не установлена.

мерзлоты образовались ледяные сталактиты и сталагмиты и покровный лед на почве выработок. По своим размерам эти сталактиты и сталагмиты не уступают наблюдаемым в Кунгурской ледяной пещере. Образовались они, так же как и покровный лед, за счет проникновения в выработки по трещинам атмосферных вод с поверхности и жильных (трещинных) подземных вод. А. В. Львов указывает также на конденсацию паров воды на мерзлых стенках тоннеля.

Таковы основные данные о пещерных льдах. Классификация их приведена в таблице.

Необходимо дальнейшее изучение морфологии, кристаллических форм, химического состава и генезиса этих разновидностей подземных льдов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтберг В. Я., Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере, Изв. Гос. гидрол. ин-та, № 26–27, стр. 69–72, 1930.
2. Альтберг В. Я., Кунгурская ледяная пещера, Природа, № 10, стр. 1036–1041, 1930.
3. Альтберг В. Я., Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере в 1929–1930 гг., ч. II, Изв. Гос. гидрол. ин-та, № 22, стр. 77–92, 1931.
4. Альтберг В. Я. и Трошин В. Ф., О новых формах кристаллического льда, Изв. Гос. гидрол. ин-та, № 32, стр. 93–103, 1931.
5. Альтберг В. Я., О редких и своеобразных кристаллических формах, Природа, № 12, стр. 74–77, 1934.
6. Альтберг В. Я., Ледяные «розы» под землей, Вестник знания, № 12, стр. 912–915, 1936.
7. Бирилова Н. П., Карстовые явления Кунгура и его окрестностей, Изв. Гос. гидрол. ин-та, № 66, стр. 22–30, 1934.
8. Богословский В. Ф., Из наблюдений над карстовыми явлениями в междуречьи р. Камы и р. Чусовой, Ученые записки Молотовского пед. ин-та, т. VI, стр. 153–169, 1940.
9. Варсонофьева В. А., Карстовые явления в северной части Уфимского плоскогорья, Землеведение, т. 22, кн. 4, стр. 48, 1915.
10. Васильевский П. и Желтов И., Гидрогеологические исследования горы Чатырдаг, Труды В. Г. Р. О., вып. 142, 1932.
11. Вахрушев Г. В., Ледяная сталактитовая пещера на Южном Урале, Башкирский краеведческий сборник, № 1, 1926.
12. Вахрушев Г. В., О постоянной вечной мерзлоте на Западном склоне Южного Урала, Природа, № 11, 1936.
13. Вахрушев Г. В., Пещера Шуулган, Таш. Советское краеведение, № 12, 1936.
14. Вахрушев Г. В., Четвертичные отложения Башкирии, Уч. зап. Саратовского гос. ун-та, т. I (XIX), серия геол.-почв. наук, в. 2, стр. 28–29, 1938.
15. Вейнберг Б. П., Снег, иней, град, лед и ледники, 1936.
16. Вейнберг Б. П., Лед. Свойства, возникновение и исчезновение льда, 1940.
17. Вернадский В. И., История минералов земной коры, т. II; История природных вод, ч. 1, в. I, II, III, 1933–1936.
18. Весновский В. А., Кунгурская ледяная пещера, Изд. Пермского об-ва краеведения, сер. А, в. I, стр. 4, 1926.
19. Головков М. П., Исследование льда Кунгурской пещеры, Уч. зап. Ленинградского гос. ун-та, № 21, сер. геол.-почв. наук, в. 5; Тр. Ин-та земной коры, стр. И–30, 1939.
20. Головков М. П., Заметка о структуре и морфологических особенностях кристаллов льда, Зап. Всер. мин. об-ва, сер. 2, XVIII, в. 2, стр. 163–170, 1939.
21. Еленев Е., Сообщение о Бирюсинских пещерах. Изв. Вост.-Сиб. О. И. Р. Г. О., т. 17, № 3–4, стр. 156–209, 1886; т. 25, № 2–9, стр. 1–61, 1894.
22. Ермолаев М., Инструкция для экспедиционного изучения ископаемого льда, как географического фактора (преимущественно в Арктич. обл.), 1932.
23. Калесник С. В., Общая гляциология, стр. 327, Ленинград, 1939.
24. Каптерев П. О, некоторых пещерах Пермской и Казанской губернии, Землеведение, кн. 1–2, стр. 169–177, 1913.
25. Каракаш Н. И., Кунгурская ледяная пещера на Урале, Тр. СПб об-ва ест., т. XXXVI, в. 1, стр. 11–24, 1905.
26. Киттары М. Я., Ледяная пещера в окрестностях Кунгура, Сборник материалов для ознакомления с Пермск. губ., в. V, стр. 588–596, 1893.
27. Киттары М. Я., Ледяная пещера в окрестностях Кунгура, Сб. Мин. вн. дел, т. 22, стр. 3–57, 1843.
28. Клепинин А., Ледяная пещера Бузулук, Зап. Крымск. об-ва ест. и люб. природы, Симферополь, 1912.
29. Коноплянцев М., В ледяной пещере, Знание – сила, № 9, стр. 248–249, 1928.
30. Косвинцев Е. Н., Кунгурская ледяная пещера, Материалы по изучению Камского Приуралья, в. 1, стр. 37–38, 1928.
31. Кротов П., Геологические исследования на западном склоне Соликамского и Чердынского Урала, Труды Геол. ком., т. VI, стр. 18–101, 1888.
32. Крубер А. А., Гидрография карста, Сборник в честь 75-летия Д. И. Анучина, стр. 215–297, 1913.
33. Крубер А. А., Карстовая область Горного Крыма, стр. 318, Москва, 1915.
34. Курдов К. И., Заметки о пещерах-ледниках Южного Дагестана, Землеведение, в. 3–4, стр. 131–135, 1905.
35. Ледомский И. В., Путешествие по ледяной пещере на Урале, Всероссийское об-во охраны природы, стр. 38, Москва, 1937.

36. Лепехин И., Дневные записки путешествия Ивана Лепехина по разным провинциям Российского Государства 1768–1769, 2 т., 4 ч., стр. 205–235, 1771–1775.
37. Листов Г., Пещеры-ледники, Материалы для геологии России, т. XII, стр. 105–290, 1885.
38. Лялицкая С., Пещеры Урала, Природа, № 9, стр. 124–128, 1937.
39. Лялицкая С., Пещеры Урала, Наука и Жизнь, № 3, стр. 21–24, 1939.
40. Львов А. В., Поиски и испытания водоисточников водоснабжения на Западной части Амурской железной дороги в условиях вечной мерзлоты почвы, стр. 881, Иркутск, 1916.
41. Максимович Г. А. и Кобяк Г. Г., К характеристике вод подземных озер, Доклады АН, XXXI, № 1, стр. 26–28, 1941.
42. Максимович Г. А. и Кобяк Г. Г., Характеристика льда Кунгурской пещеры, Доклады АН, XXXI, № 5, стр. 478–481, 1941.
43. Максимович Г. А. и Кобяк Г. Г., Происхождение льда Кунгурской ледяной пещеры, Записки Всерос. мин. об-ва, ч. 70, в. 3, 1941.
44. Максимович Г. А., К истории геохимических процессов (историческая геохимия), Природа, № 3, стр. 15–25, 1943.
45. Маслов Г. Балаганская пещера, В. М. О. И. П., отд. геол., ч. XII, № 1, стр. 132–196, 1934.
46. Махаев В. Н., Ледяная пещера Абогыдж, Известия Гос. геогр. об-ва, т. 76, в. 6, стр. 874–876, 1939.
47. Меллер, Сообщение о Кунгурской пещере, Протокол годовичного заседания Имп. Минерал. об-ва, № 1 (7 января 1871 г.).
48. Новиков И., Скельская пещера и ее фауна, Записки Крымск. об-ва ест. и люб. природы, 1, 1911.
49. Педдакас И. М., О ледяных пещерах Яйлы в Крыму, Труды Петер. об-ва ест., 1904.
50. Попов С. П., Минералогия Крыма, стр. 93–94, Из-во АН СССР, 1938.
51. Ракушева З. Ф., Кунгурская пещера, Уч. зап. Молотовского пед. ин-та, в. VII, стр. 169–191, 1940.
52. Сергеев С. И., О пещерах на р. Яйве и ее притоках Соликамского уезда Пермской губернии. Сборник сведений о Пермской губ., т. III, стр. 17–50, 1895.
53. Сысоев А. и Ружевский С., О некоторых карстовых явлениях в окрестностях г. Кунгура. Уч. Зап. Молотовского пед. ин-та, в. VII, стр. 181–196, 1940.
54. Тихомиров Н. К., Значение карста в гидрогеологии. Первый Всесоюзный гидрологии, съезд, секция инж., Геол. сборник, 7, стр. 101–120, 1934.
55. Толстихин Н. И., К вопросу о классификации льдов и льдистых пород, Проблемы Сов. геологии, т. VI, № 7, стр. 628–636, 1936.
56. Точиллов В. И., О конденсации водяных паров в пещерах – тоннелях, Разведка недр, № 13, стр. 24–27, 1937.
57. Федоров Е. С., Заметка о Кунгурских пещерах, Материалы для геологии России, т. XI, стр. 217–243, 1883.
58. Федоров Е. С., Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере. Записки Мин. об-ва, 2 сер., т. XIX, 1885.
59. Ферсман А. Е., К минералогии пещер, Природа, № 1–2, стр. 97–99, 1936.
60. Хлебников А. Т., О Кунгурской пещере, Труды Первого Всес. съезда по охране природы в СССР, 1935.
61. Штукенберг А. А., Воронки около г. Кунгура Пермской губернии, по линии Пермь – Екатеринбургской ж. д., Горн. журнал, т. I, стр. 175–197, 1911.
62. Balch E. J., Ice caves and the causes of subterranean ice, Journ. Franc. Inst, 143, pp. 161–172, 1897.
63. Balch E. J., Glaciers or freezing caverns, Philadelphia, pp. 337, 1900.
64. Bock H., Lahner G. und A., Hohlen im Dachstein und ihre Bedeutung fur Geologie, Karstlihydrographie und Theorie zur Entstehung der Hiihieneises, S. 131, Garz, 1913.
65. Browne G. F., Ice caves of France and Switzerland, London, pp. 244–248, 1863.
- 65a. Cordon A., The Ice caves of Mount Adams, Mazama, I, 102–103, 1896.
66. Crammer H., Eishohlen und Windrohreustudien, Abh. d. K. K. Geogr. Ges., Wien, 1, H. 1, S. 15–76, 1899.
67. Czoering-Czern hausen, Die Eishohlen des Landes, Salzburg, 1924.
68. Dobrowolski A. B., Historja naturalna lodu, Warszawa, 1923.
69. Eishohlen, Fortschritte der Physik, 42, 111, 1006–1027, 1886.
70. Erdmann I. F., Beitrïge zur Kenntniss des innern von Russland, II, S. 147–150, Dorpat und Leipzig, 1822–1826.
71. Falk J. P., Beitr.tge zur Kenntniss des Russischen Reichs, Bd. Ill, 1785–1786.
72. Truwith C., Die Hohlen der Vereinigten Staaten von Nord-America, Peterm. Mitt., VII, 1888.
73. Fugger E., Uber Eishohlen, Peterm. Mitt., Bd. 29, 1883.
74. Fugger E., Eishohlen und Windrohren, I. II., Jahresber. d. Oberrealschule, Salzburg, 24–25, 1891–1892.
75. Georgi S. G., Bemerkungen einer Reise im Russischen Reich in dem 1772–1774.
76. Gmelin I. G., Reise durch. Sibirien von dem J. 1733–1743, T. 4, Gottingen, 1751–1752.
77. Harrington E. R., The origin of ice caves, Journ. Geol., Chicago, vol. XLII No 4, p. 433–436, 1934.
78. Henderson J., Caverns, ice caves, sinkho'es and natural bridges, The University of Colorado – Studies, vol. 19, No 4, pp. 359–405, 1932.
79. Jerman B., Mineralogische Reise in Sibirien, 1783–1796, Bd. Ill, 1797–1801.
80. Jarz K., Die Eishohlen bei Drain in Miihren, Peterm. Mitt, 1881.
81. Kraus F., Hohlenkunde, Wien, 1894.
82. Lohman H., Das Hohlereis unter besonderen Beriicksichtigung einiger Eishbhlen des Erzgebirges, Dresden, 1895.
83. Martel E. A., Les abirres, Paris, 1894.

84. Martel E. A., Nouveau traite des eaux sous terraines, 698 pp., Paris, 1921.
85. Raymond, The ice caves of Washington territory, III, 425–427, 1869.
86. Rose G., Mineralogische und Geogrostische Reise nach den Ural, den Altai und Kaspischen Meer, Bd. 2, 1837–1842.
87. Schwalbe B., Die Eishohlen, Verhandl. der Phys. Gesell. in Berlin, No 5, 29.III 1882; Mitt. f. Höhlenkunde, S. 13, Wien, 1887; Petterm. Mitt., 34, 125–131, 1888.
88. Strahlenberg P. J., Das Nord- und Ostreich-Theil von Europa und Asien v. 371–373, Stokholm, 1730.
89. Terlandey E., Meine Erfahrungen in der Eishöhle von Silisca, Peterm. Mitt., XII, 1893.
90. Terlandey E., Sommer eisbildung, Peterm. Mitt., 1896.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Г. А. МАКСИМОВИЧ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЬДОВ ПЕЩЕР

Лед пещер представляет наименее изученную разность криосферы. Пещеры, где происходит скопление льда, называются ледяными или пещерами-ледниками.

Пещеры-ледники известны человечеству, вероятно, давно. Литературные же сведения о них появляются с XVIII столетия. Первое описание Кунгурской ледяной пещеры, опубликованное в 1730 г., сделано Ф. И. Страленбергом [88]. В 1733 г. ее описывает И. Г. Гмелин [76], в 1768 г. И. П. Фальк [71], в 1770 г. И. Лепехин [36]. Индерские пещеры-ледники описал В. С. Паллас в 1769 г., во время своего путешествия. В Западной Европе первые наблюдения над пещерами-ледниками были произведены женеvским физиком Орасом Сосюром в 1771 г. [37]. Таким образом, первые литературные данные относятся к пещерам-ледникам, находящимся в СССР.

Несмотря на то, что прошло более двух столетий с момента первого описания ледяных пещер, основная их особенность — лед еще мало изучен. Между тем пещерный лед представляет значительный интерес. Под землей, на небольшом сравнительно участке, мы имеем лед самого различного происхождения. Здесь встречаются самые крупные кристаллы льда, одни из наиболее крупных на земном шаре. В пещерах имеются также крупные сталактиты, сталагмиты и ледяные столбы, достигающие нескольких метров в длину. В отличие от периодически появляющихся и исчезающих ледяных сосулек на земной поверхности, отдельные сталактиты и сталагмиты пещер к тому же многолетни (до 100 лет).

Озера некоторых пещер покрыты льдом. Лед покрывает стены пещер и их пол. Покровный лед на полу пещер отличен по своему строению и происхождению как от озерного, так и от фирнового или глетчерного льда.

В СССР имеется ряд ледяных пещер. Укажем некоторые из них.

В Европейской части СССР можно отметить ледяные пещеры Молотовской области: Соколиную на р. Яйве [31, 52], Махневскую на р. Чанье [52], пещеры Сокольного камня и Сироловой горы, Белой горы [8], Глухую, Ледяную Глухую [54], а также Куликовскую [8] на р. Чусовой. В Кунгурском районе находится известная Кунгурская ледяная пещера [1—7, 9, 18—20, 25—27, 30, 35, 36, 38, 39, 42, 43, 47, 51, 54, 57—61, 71, 75, 76, 79, 86, 88], а также Мечнинская, Иренская, Тураевская Андроновская, Кладбищенская, Каменская, Подкаменская, Усинская [42, 43] и Комаровская [7]. Южнее находятся Илецкие [37], Южно-Уральские [41—44] и Индерские пещеры.

На Кавказе описаны ледяные пещеры Ю. Дагестана [34]. В Крыму пещера Б. Бузлук и ряд других на Кораби-Яйле, среди которых есть и ледяные [10, 28, 32, 33, 48—50]. В Арктике имеется лед в пещере на о-ве Берха у мыса Крушения [22]. В Сибири — это Балаганская ледяная пещера [45] и Бирюсинские [21]. В Якутии — Абогыдже [46]. Имеется еще ряд других как в Европейской, так и Азиатской частях СССР.

Из иностранных отметим ледяные пещеры Гренландии [16], а также грот Ла Боме близ Безансона во Франции [65, 83, 84] ледяные пещеры Швейцарии [65], Фраунемауре в Штирии, Унтерберггер близ Зальцбурга [67], Деманова в Словакии, Добшау, Сциличе [80], и Скеризора в Венгрии. В Рудных горах имеется несколько пещер-ледников: Риттерова, Барийская, Бани, Старая Тиель, Штольнер [82]. В США [72, 78] известны ледяные пещеры штатов: Айова [78], Вашингтон [65а, 78, 85], Айдахо [78], Колорадо [78], Нью-Мексико [78], Аризона [78] и Калифорния [78].

Всего известно около двухсот естественных ледяных пещер [42, 68, 73, 74, 87], причем число их все время увеличивается. Если же учесть явления оледенения искусственных пещер [81, 40], к которым относятся туннели, штольни и другие рудничные выработки, погреба и т. п., то число пещер-ледников еще больше увеличится.

Пещерный лед указывается в классификациях льда В. И. Вернадским [17], М. М. Ермолаевым [22], Н. И. Толстихиным [55]. Пещерный лед В. И. Вернадским относится к классу пресных форм твердой воды, к наземным твердым пресным водам, царству поверхностных твердых вод и составляет его седьмое семейство. М. М. Ермолаев выделяет тип пещерных льдов. Н. И. Толстухин в группе осадочных пород в подгруппе льдов указывает:

(1) продукт выделения подземных атмосфер — лед ледяных пещер, возникший вследствие конденсации паров воды на холодных стенках пещер;

Классификация льдов пещер

Тип льдов	Т и п п е щ е р			
	Карстовые пещеры-ледники		Поногенные пещеры (тоннели, штольни, ледники и т. д.)	
	пресный лед (растворенных веществ до 0,1%)	соленый лед (растворенных веществ 0,1—5,0% *)	Пресный лед (растворенных веществ < 0,1%)	
			погреб-ледники	тоннели, штольни
I. Атмогенный (сублимаци- онный)	Разнообразные ледяные кри- сталлы	—	Кристаллы на стенах и сво- дах погребов- ледников	—
	Кора оледенения на стенах пе- щеры	Кора оледе- нения	Кора оледенения	Кора оледене- ния
	Покровный лед из падающих кристаллов и снега	—	Лед, образовав- шийся при за- полнении лед- ника снегом	—
II. Гидроген- ный	Ледяные сталак- титы	Ледяные ста- лактиты	Ледяные сталак- титы	Ледяные ста- лактиты
	Ледяные сталаг- миты	Ледяные ста- лагмиты	—	Ледяные ста- лагмиты
	Ледяные столбы	Ледяные стол- бы	—	—
	Кора оледене- ния	Кора оледе- нения	—	Кора оледене- ния
	Покровный лед	Покровный лед	—	Покровный лед
	Лед подземных озер	Лед подзем- ных озер	Лед речной и озерной	—
III. Поногенный (антропо- генный)	—	—	Искусственный лед, получен- ный холодиль- ными машина- ми	—
IV. Гетероген- ный	Кора оледене- ния	Кора оледе- нения	—	Кора оледене- ния
	Покровный лед	Покровный лед	Покровный лед из снега и речного льда	Покровный лед вырабо- ток

* Верхний предел для соленых вод и льдов дан по В. И. Вернадскому. Пока для пещерных льдов минерализация более 0,21% не установлена.

(2) продукты выделения из вод — лед подземных вод вне области развития «мерзлотной зоны»; сюда он относит лед пещер, образовавшийся от вод того или иного не «мерзлотного» водоносного горизонта.

Таким образом, вопрос о льдах пещер в указанных классификациях мало разработан. Не совсем понятна причина отнесения В. И. Вернадским пещерного льда к наземным пресным водам. Лед открытых глубоких впадин, конечно, относится к наземным, но пещерный лед уже подземный. Для двух основных генетических групп льда А. Б. Добровольского [68] — ледяных магматических пород и осадочных ледяных пород лучше применить термины, предложенные С. В. Калесником [23] — атмосферные и гидрогенные. Наши наблюдения в крупнейшей в СССР Кунгурской ледяной пещере [42, 43], литературные сведения о ней, а также данные о прочих пещерах Кунгурского района Мологовской области и других, в частности, о пещерах Балаганской [45], Абогыдж [46] и Добшауской, — позволяют выделить несколько разновидностей льда пещер.

В пещерах, в передней их части, лед встречается в виде тонкой коры оледенения стенок, образующейся вследствие перехода паров воды воздуха, проникающего в пещеру, в лед, при температуре ниже тройной точки. В Кунгурской пещере установлена и смешанная гидрогенно-атмосферная кора соленого льда. Проникающая по трещинам в пещеру вода в холодной их части превращается в ледяные сталактиты и сталагмиты. В Кунгурской ледяной пещере сталагмиты имеют разнообразную форму — грибообразную, ледяных чаш, ледяных столбов и достигают 2 м в высоту при диаметре до 20 см. Слияние нескольких сталагмитов образует ледяные чаши. Сталактиты длиной до 2 м обычно меньшего диаметра. Сопоставление фотографий за ряд лет показывает рост сталактитов, а микроскопические исследования М. П. Головкина [19, 20] подтвердили их многолетность. Иногда сталактиты, расположенные в виде ряда по какой-либо трещине, образуют ледяной занавес. По исследованиям автора [42, 43], ледяные сталактиты и сталагмиты Кунгурской ледяной пещеры содержат растворенных веществ более 2 г на литр и относятся к соленым [17]. В Полярном гроте Кунгурской ледяной пещеры наблюдения автора в феврале — апреле 1940 г. показывают слияние сталактитов и сталагмитов в один ледяной куполообразный столб, диаметром до 1,5 м в основании и около 1,0 м у свода грота. Далее, к органной трубе он еще более суживается. Ледяной столб в основании сливается со льдом, покрывающим пол грота. В 1936 г., по нашим наблюдениям, подтверждающимся фотографией М. П. Головкина [19], сталактиты и сталагмиты здесь еще не были соединены.

Своеобразной формой пещерного льда являются кристаллы, установленные в Кунгурской, Каменской (Кунгурской район), Балаганской и Абогыджейской пещерах. Имеются они и в пещерах Гренландии, Венгрии и других. Сроетки этих кристаллов достигают 40—50 см и более. Образуются они в холодной части пещер сублимацией. Минерализация их, по единственному анализу [42, 43], достигает 0,0441 г/л.

Наиболее значительные массы покровного льда находятся на полу пещер, в холодной их части. Мощность этого ледяного покрова достигает в Кунгурской ледяной пещере нескольких метров. Еще больше мощность ледяного покрова в Добшауской пещере. Образуется этот лед различно и по большей части смешанным путем. В Кунгурской ледяной пещере он образуется непосредственным переходом паров воздуха в лед, накоплением на полу пещеры падающих кристаллов и замерзанием воды, попадающей с дневной поверхности по трещинам и органам трубам. Наконец, в Тураевской пещере в Кунгурском районе и пещере Абогыдже в Якутии лед имеется на воде подземных озер. Этот лед в Кунгурской ледяной пещере минерализован и содержит растворенных веществ до 1,412 мг на литр. Лед на озере Тураевской пещеры, к сожалению, не изучен с точки зрения химического состава. Возможно и он минерализован. Вода в озерах Кунгурской ледяной пещеры, как содержащая более 2,33 г на литр [41] растворенных веществ, должна быть отнесена к минеральным.

Если пещерный лед мало привлекал внимание исследователей, то еще менее изучен лед искусственных, поноженных [44] пещер-тоннелей и погребов-ледников. Погреба-ледники заполняются обычно речным или озерным льдом, реже снегом и еще реже искусственным льдом холодильных машин (поноженный). В городе Молотове в погребах-ледниках нам приходилось наблюдать еще не описанные кристаллы льда на своде и стенках. Они образовались, так же как и в карстовых пещерах, сублимацией паров воды из воздуха.

Редко отмечается лед в тоннелях и штольнях. Мы укажем на А. В. Львова [40], который (стр. 501, 519) приводит описание и фотографии штольни и тоннеля на Амурской железной дороге, где в условиях вечной мерзлоты образовались ледяные сталактиты и сталагмиты и покровный лед на почве выработок. По своим размерам эти сталактиты и сталагмиты не уступают наблюдаемым в Кунгурской ледяной пещере. Образовались они, так же как и покровный лед, за счет проникновения в выработки по трещинам атмосферных вод с поверхности и жильных (трещинных) подземных вод. А. В. Львов указывает также на конденсацию паров воды на мерзлых стенках тоннеля.

Таковы основные данные о пещерных льдах. Классификация их приведена в таблице.

Необходимо дальнейшее изучение морфологии, кристаллических форм, химического состава и генезиса этих разновидностей подземных льдов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтберг В. Я., Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере, Изв. Гос. гидрол. ин-та, № 26—27, стр. 69—72, 1930.
2. Альтберг В. Я., Кунгурская ледяная пещера, Природа, № 10, стр. 1036—1041, 1930.
3. Альтберг В. Я., Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере в 1929—1930 гг., ч. II, Изв. Гос. гидрол. ин-та, № 22, стр. 77—92, 1931.
4. Альтберг В. Я. и Трошин В. Ф., О новых формах кристаллического льда, Изв. Гос. гидрол. ин-та, № 32, стр. 93—103, 1931.
5. Альтберг В. Я., О редких и своеобразных кристаллических формах, Природа, № 12, стр. 74—77, 1934.
6. Альтберг В. Я., Ледяные «розы» под землей, Вестник знания, № 12, стр. 912—915, 1936.
7. Бирилова Н. П., Карстовые явления Кунгура и его окрестностей, Изв. Гос. гидрол. ин-та, № 66, стр. 22—30, 1934.
8. Богословский В. Ф., Из наблюдений над карстовыми явлениями в междуречьи р. Камы и р. Чусовой, Ученые записки Молотовского пед. ин-та, т. VI, стр. 153—169, 1940.
9. Варсонофьева В. А., Карстовые явления в северной части Уфимского плоскогорья, Землеведение, т. 22, кн. 4, стр. 48, 1915.
10. Васильевский П. и Желтов П., Гидрогеологические исследования горы Чатырдаг, Труды В. Г. Р. О., вып. 142, 1932.
11. Вахрушев Г. В., Ледяная сталактитовая пещера на Южном Урале, Башкирский краеведческий сборник, № 1, 1926.
12. Вахрушев Г. В., О постоянной вечной мерзлоте на Западном склоне Южного Урала, Природа, № 11, 1936.
13. Вахрушев Г. В., Пещера Шуулган, Таш. Советское краеведение, № 12, 1936.
14. Вахрушев Г. В., Четвертичные отложения Башкирии, Уч. зап. Саратовского гос. ун-та, т. I (XIX), серия геол.-почв. наук, в. 2, стр. 28—29, 1938.
15. Вейнберг Б. П., Снег, иней, град, лед и ледники, 1936.
16. Вейнберг Б. П., Лед. Свойства, возникновение и исчезновение льда, 1940.
17. Вернадский В. И., История минералов земной коры, т. II; История природных вод, ч. 1, в. I, II, III, 1933—1936.
18. Весновский В. А., Кунгурская ледяная пещера, Изд. Пермского об-ва краеведения, сер. А, в. I, стр. 4, 1926.
19. Головков М. П., Исследование льда Кунгурской пещеры, Уч. зап. Ленинградского гос. ун-та, № 21, сер. геол.-почв. наук, в. 5; Тр. Ин-та земной коры, стр. 11—30, 1939.
20. Головков М. П., Заметка о структуре и морфологических особенностях кристаллов льда, Зап. Всер. мин. об-ва, сер. 2, XVIII, в. 2, стр. 163—170, 1939.
21. Еленев Е., Сообщение о Бирюсинских пещерах. Изв. Вост.-Сиб. О. И. Р. Г. О., т. 17, № 3—4, стр. 156—209, 1886; т. 25, № 2—9, стр. 1—61, 1894.
22. Ермолаев М., Инструкция для экспедиционного изучения ископаемого льда, как географического фактора (преимущественно в Арктич. обл.), 1932.
23. Калесник С. В., Общая гляциология, стр. 327, Ленинград, 1939.
24. Каптерев П. О, некоторых пещерах Пермской и Казанской губернии, Землеведение, кн. 1—2, стр. 169—177, 1913.
25. Каракаш Н. И., Кунгурская ледяная пещера на Урале, Тр. СПБ об-ва ест., т. XXXVI, в. 1, стр. 11—24, 1905.
26. Киттары М. Я., Ледяная пещера в окрестностях Кунгура, Сборник материалов для ознакомления с Пермск. губ., в. V, стр. 588—596, 1893.
27. Киттары М. Я., Ледяная пещера в окрестностях Кунгура, Сб. Мин. вн. дел, т. 22, стр. 3—57, 1843.
28. Клепинин А., Ледяная пещера Бузулук, Зап. Крымск. об-ва ест. и люб. природы, Симферополь, 1912.
29. Коноплянцев М., В ледяной пещере, Знание — сила, № 9, стр. 248—249, 1928.
30. Косвинцев Е. Н., Кунгурская ледяная пещера, Материалы по изучению Камского Приуралья, в. 1, стр. 37—38, 1928.
31. Кротов П., Геологические исследования на западном склоне Соликамского и Чердынского Урала, Труды Геол. ком., т. VI, стр. 18—101, 1888.
32. Крубера А. А., Гидрография карста, Сборник в честь 75-летия Д. И. Анучина, стр. 215—297, 1913.
33. Крубера А. А., Карстовая область Горного Крыма, стр. 318, Москва, 1915.
34. Курдов К. И., Заметки о пещерах-ледниках Южного Дагестана, Землеведение, в. 3—4, стр. 131—135, 1905.
35. Ледомский И. В., Путешествие по ледяной пещере на Урале, Всероссийское об-во охраны природы, стр. 38, Москва, 1937.
36. Лепехин И., Дневные записки путешествия Ивана Лепехина по разным провинциям Российского Государства 1768—1769, 2 т., 4 ч., стр. 205—235, 1771—1775.

37. Листов Г., Пещеры-ледники, Материалы для геологии России, т. XII, стр. 105—290, 1885.
38. Лялицкая С., Пещеры Урала, Природа, № 9, стр. 124—128, 1937.
39. Лялицкая С., Пещеры Урала, Наука и Жизнь, № 3, стр. 21—24, 1939.
40. Львов А. В., Поиски и испытания водоисточников водоснабжения на Западной части Амурской железной дороги в условиях вечной мерзлоты почвы, стр. 881, Иркутск, 1916.
41. Максимович Г. А. и Кобяк Г. Г., К характеристике вод подземных озер, Доклады АН, XXXI, № 1, стр. 26—28, 1941.
42. Максимович Г. А. и Кобяк Г. Г., Характеристика льда Кунгурской пещеры, Доклады АН, XXXI, № 5, стр. 478—481, 1941.
43. Максимович Г. А. и Кобяк Г. Г., Происхождение льда Кунгурской ледяной пещеры, Записки Всерос. мин. об-ва, ч. 70, в. 3, 1941.
44. Максимович Г. А., К истории геохимических процессов (историческая геохимия), Природа, № 3, стр. 15—25, 1943.
45. Маслов Г. Балаганская пещера, В. М. О. И. П., отд. геол., ч. XII, № 1, стр. 132—196, 1934.
46. Махаев В. Н., Ледяная пещера Абогыдж, Известия Гос. геогр. об-ва, т. 76, в. 6, стр. 874—876, 1939.
47. Меллер, Сообщение о Кунгурской пещере, Протокол годовичного заседания Имп. Минерал. об-ва, № 1 (7 января 1871 г.).
48. Новиков И., Скельская пещера и ее фауна, Записки Крымск. об-ва ест. и люб. природы, 1, 1911.
49. Педдакас И. М., О ледяных пещерах Яйлы в Крыму, Труды Петер. об-ва ест., 1904.
50. Попов С. П., Минералогия Крыма, стр. 93—94, Из-во АН СССР, 1938.
51. Ракушева З. Ф., Кунгурская пещера, Уч. зап. Молотовского пед. ин-та, в. VII, стр. 169—191, 1940.
52. Сергеев С. И., О пещерах на р. Яйве и ее притоках Соликамского уезда Пермской губернии. Сборник сведений о Пермской губ., т. III, стр. 17—50, 1895.
53. Сысоев А. и Ружевский С., О некоторых карстовых явлениях в окрестностях г. Кунгура. Уч. Зап. Молотовского пед. ин-та, в. VII, стр. 181—196, 1940.
54. Тихомиров Н. К., Значение карста в гидрогеологии. Первый Всесоюзный гидрологич. съезд, секция ниж., Геол. сборник, 7, стр. 101—120, 1934.
55. Толстухин Н. И., К вопросу о классификации льдов и льдистых пород, Проблемы Сов. геологии, т. VI, № 7, стр. 628—636, 1936.
56. Точилов В. И., О конденсации водяных паров в пещерах — тоннелях, Разведка недр, № 13, стр. 24—27, 1937.
57. Федоров Е. С., Заметка о Кунгурских пещерах, Материалы для геологии России, т. XI, стр. 217—243, 1883.
58. Федоров Е. С., Наблюдения в Кунгурской ледяной пещере. Записки Мин. об-ва, 2 сер., т. XIX, 1885.
59. Ферсман А. Е., К минералогии пещер, Природа, № 1—2, стр. 97—99, 1936.
60. Хлебников А. Т., О Кунгурской пещере, Труды Первого Всес. съезда по охране природы в СССР, 1935.
61. Штукенберг А. А., Воронки около г. Кунгура Пермской губернии, по линии Пермь — Екатеринбургской ж. д., Горн. журнал, т. I, стр. 175—197, 1911.
62. Balch E. J., Ice caves and the causes of subterranean ice, Journ. Francl. Inst., 143, pp. 161—172, 1897.
63. Balch E. J., Glaciers or freezing caverns, Philadelphia, pp. 337, 1900.
64. Bock H., Lahner G. und A., Höhlen im Dachstein und ihre Bedeutung für Geologie, Karsthydrographie und Theorie zur Entstehung der Höhleneises, S. 131, Garz, 1913.
65. Browne G. F., Ice caves of France and Switzerland, London, pp. 244—248, 1863.
- 65a. Gordon A., The Ice caves of Mount Adams, Mazama, I, 102—103, 1896.
66. Crammer H., Eishöhlen und Windröhrenstudien, Abh. d. K. K. Geogr. Ges., Wien, I, H. 1, S. 15—76, 1899.
67. Czööring-Czernhausen, Die Eishöhlen des Landes, Salzburg, 1924.
68. Dobrowolski A. B., Historia naturalna lodu, Warszawa, 1923.
69. Eishöhlen, Fortschritte der Physik, 42, 111, 1006—1027, 1886.
70. Erdmann I. F., Beiträge zur Kenntniss des innern von Russland, II, S. 147—150, Dorpat und Leipzig, 1822—1826.
71. Falk J. P., Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reichs, Bd. III, 1785—1786.
72. Truwith C., Die Höhlen der Vereinigten Staaten von Nord-America, Peterm. Mitt., VII, 1888.
73. Fugger E., Über Eishöhlen, Peterm. Mitt., Bd. 29, 1883.
74. Fugger E., Eishöhlen und Windröhren, I. II., Jahresber. d. Oberrealschule, Salzburg, 24—25, 1891—1892.
75. Georgi S. G., Bemerkungen einer Reise im Russischen Reich in dem 1772—1774.
76. Gmelin I. G., Reise durch Sibirien von dem J. 1733—1743, T. 4, Göttingen, 1751—1752.

77. Harrington E. R., The origin of ice caves, Journ. Geol., Chicago, vol. XLII¹ No 4, p. 433—436, 1934.
78. Henderson J., Caverns, ice caves, sinkholes and natural bridges, The University of Colorado — Studies, vol. 19, No 4, pp. 359—405, 1932.
79. Jerman B., Mineralogische Reise in Sibirien, 1783—1796, Bd. III, 1797—1801.
80. Jarz K., Die Eishöhlen bei Frain in Mähren, Peterm. Mitt., 1881.
81. Kraus F., Höhlenkunde, Wien, 1894.
82. Lohman H., Das Höhlereis unter besonderen Berücksichtigung einiger Eishöhlen des Erzgebirges, Dresden, 1895.
83. Martel E. A., Les abimes, Paris, 1894.
84. Martel E. A., Nouveau traité des eaux sous terraines, 698 pp., Paris, 1921.
85. Raymond, The ice caves of Washington territory, III, 425—427, 1869.
86. Rose G., Mineralogische und Geogrostische Reise nach den Ural, den Altai und Kaspischen Meer, Bd. 2, 1837—1842.
87. Schwabe B., Die Eishöhlen, Verhandl. der Phys. Gesell. in Berlin, No 5, 29.III 1882; Mitt. f. Höhlenkunde, S. 13, Wien, 1887; Peterm. Mitt., 34, 125—131, 1888.
88. Strahlenberg P. J., Das Nord- und Ostreich-Theil von Europa und Asien v. 371—373, Stockholm, 1730.
89. Terlandey E., Meine Erfahrungen in der Eishöhle von Silisca, Peterm. Mitt., XII, 1893.
90. Terlandey E., Sommereisbildung, Peterm. Mitt., 1896.

BENO GUTENBERG and C. F. RICHTER, «SEISMICITY OF THE EARTH»

(Geological Society of America, Special papers, № 34, Aug. 1941)

Работа представляет собой значительное достижение в области сейсмической географии. Авторы использовали современный материал и дали ряд карт распределения эпицентров землетрясений с характеристикой глубины их очага. Авторы указывают, что они стремились освободиться от дефекта подобных работ в прошлом, в которых получалась кажущаяся повышенная сейсмичность тех областей, где имеется наибольшая сконцентрированность сейсмических станций. При составлении карт вводится следующая числовая характеристика землетрясений основанная Рихтером на оценке интенсивности землетрясений по инструментальным данным:

- 0 — наименьший толчок, записываемый инструментом на расстоянии немногих километров от эпицентра;
- 3 — обычно ощущаемый толчок;
- 4½ — толчок, способный причинить легкие разрушения;
- 7 — 8½ — более сильные землетрясения, включая катастрофы.

Увеличение характеризующего землетрясения числа на ½ соответствует увеличению освобождающейся при землетрясении энергии в десять раз. Таким образом, энергия, освобождающаяся при самом сильном землетрясении, в 10^{17} раз более энергии самого слабого землетрясения. Все землетрясения разделены авторами на следующие пять классов:

Класс	a	b	c	d	e
Величина	7,8—8,5	7—7,7	6—7	5,3—6	5,3

При этом класс a и b записывается на всех сейсмических станциях, класс c — на станциях с расстоянием до 90° , d — до 45° и класс e — на расстояниях, не превышающих 10° . Этот класс почти не фигурирует в работе. Следует сказать, что подобная классификация землетрясений вносит известную определенность в карты эпицентров. Первая карта относится к глубоководным землетрясениям, по материалам обработки землетрясений с 1931 г., а также и за более ранние годы.

Вторая карта дает эпицентры неглубоких землетрясений классов a, b, c. Вторая карта особенно привлекает внимание тем, что эпицентры землетрясений этих классов располагаются преимущественно вблизи западного побережья Великого океана, совпадая, примерно, с наибольшей концентрацией и глубоководных землетрясений. В отличие от последних, неглубокие землетрясения классов a, b, c имеют большое число эпицентров также в Азии и Европе. Несколько карт распределения эпицентров в отдельных районах (например, в Мексике и Караибском море, на западном побережье Южной Америки, Новой Гвинее, в Японии и др.), снабжены указаниями глубин океана, которые дают достаточно наглядное представление о том, что наиболее крупные землетрясения приурочены, как правило, к наибольшим разностям в рельефе земной коры.

Даны также карты северного и южного полярных бассейнов, представляющие несомненный интерес.