

Б.И. Втюрин
Институт географии АН СССР

КРИОГЕННОЕ СТРОЕНИЕ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ШПИЦБЕРГЕНА

Статья поступила в редакцию 8 декабря 1989 г.
Представлена членом редколлегии М.М. Корейшей

На основе полевых исследований 1987-1988 гг. рассмотрено криогенное строение многолетнемерзлых рыхлых пород разного генезиса на островах Западный Шпицберген, Эдж, Баренца, Северо-Восточная Земля.

Архипелаг Шпицберген - классический район современного наземного оледенения, представленного практически всеми типами ледников [*Гляциология...*, 1985; *Оледенение...*, 1975]. Вместе с тем, поскольку свыше 40% его территории свободно ото льда и здесь на поверхности развит плащ рыхлых, преимущественно четвертичных, многолетнемерзлых отложений, содержащих подземные льды, Шпицберген также можно считать классическим полярным районом современного подземного оледенения. Ледниковые и водно-ледниковые рыхлые отложения генетически связаны в основном с наземным оледенением, а широко развитые делювиальные, делювиально-солифлюкционные, осыпные и некоторые другие - со склоновыми, в том числе и криогенными, процессами. Меньшие площади занимают здесь элювиальные, аллювиальные, озерные и морские отложения.

Криогенное строение рыхлых отложений до последнего времени оставалось практически неизвестным, лишь данные гляциологической экспедиции Института географии АН СССР в 1987-1988 гг., в которой принимал участие и автор, позволили восстановить этот пробел для большей части генетических типов таких отложений, распространенных на архипелаге.

Общая мощность мерзлых и морозных (коренных) пород на архипелаге превышает 300 м, иногда достигает и 450 м [*Landvik et al.*, 1988; *Liestøl*, 1977]. Поскольку мощность рыхлых четвертичных отложений составляет здесь 50-60 м [*Лаврушин*, 1969], почти вся их толща может считаться мерзлой. В основном рыхлые отложения имеют голоценовый возраст, даже наиболее высокая - 60 м - морская терраса сложена осадками, образовавшимися не ранее 10-12 тыс. лет назад [*Лаврушин*, 1969; *Мисник и Белоусов*, 1983].

Сведений о температуре многолетнемерзлых пород в зоне ее нулевых годовых колебаний чрезвычайно мало. По имеющимся данным, она варьирует от -2,4 до -3,5°C [*Мисник и Белоусов*, 1983; *Обидин*, 1958], однако в горных районах центральной части о. Западный Шпицберген и на островах Баренца и Северо-Восточной Земле можно предполагать более низкие значения - ниже -10°C [*Landvik et al.*, 1988]. Для участков, свободных от оледенения, характерно сплошное распространение многолетнемерзлых пород, а под ледниковым покровом в целом они, по-видимому, располагаются островами: существуют под холодными ледниками, но отсутствуют под «теплыми» [*Гляциология...*, 1985].

Поскольку для Шпицбергена отсутствуют многолетние ряды данных о глубине сезонного оттаивания, невозможно судить о временной динамике сезоннокриогенных пород за репрезентативный период, хотя известно, что она характеризуется весьма

изменчивой величиной [Втюрина, 1984]. По наблюдениям автора в 1987-1988 гг. и других исследователей, глубина сезонного оттаивания колеблется от 0,3-0,5 м в торфяниках до 2-2,5 м в грубообломочных осыпных склоновых отложениях.

Два основных типа формирования многолетнемерзлых пород - эпи- и сингенетический, как известно, отражены в особенностях их криогенного строения, т.е. в закономерностях расположения разных типов подземного льда в грунтах. Соответственно выделяют эпи- и сингенетический типы криогенного строения многолетнемерзлых пород. Их толща может целиком сформироваться или эпи-, или сингенетическим способами, но чаще в вертикальном разрезе видна комбинация горизонтов того и другого типов формирования и строения. Понятие «криогенное сложение» многолетнемерзлых пород [Втюрин, 1975; Гляциологический словарь, 1984] подразумевает их дифференциацию по типам криогенного строения. Так, выделяются моногенетические толщи сформировавшиеся только сингенетическим (крайне редко) или только эпигенетическим способом и полигенетические, состоящие из нескольких горизонтов.

На Шпицбергене встречаются и моно-, и полигенетические толщи многолетнемерзлых пород. К первым относятся современные морские отложения на поднимающихся берегах - скорость поднятия, например, в районе Билефьорда на о. Западный Шпицберген достигает 12-17 мм/год [Мисник и Белоусов, 1983; Landvik et al., 1988]; элювиальные на денудационных склонах; озерные на осушках дренирующихся или высыхающих озер; некоторая часть ледниковых, например напорных, морен. Эти многолетнемерзлые породы формируются только эпигенетическим способом. Моно-сингенетических толщ здесь не обнаружено, да и едва ли они возможны в современных геокриологических условиях Шпицбергена.

К полигенетическим относятся все остальные многолетнемерзлые породы, причем пока обнаружен лишь двухгоризонтный - син-эпигенетический вид с маломощным верхним сингенетическим и более мощным нижним эпигенетическим горизонтами. По-видимому, в условиях Шпицбергена при динамичных ледниках и активной неотектонике возможны и многогоризонтные толщи. Полигенетические двухгоризонтные толщи здесь явно доминируют. При этом, поскольку в условиях крайне пересеченного рельефа Шпицбергена преобладающими элементами оказываются склоны, а все современные склоновые многолетнемерзлые отложения архипелага формируются сингенетическим способом. Господствующее положение по распространению на поверхности занимают сингенетические породы, а эпигенетические характеризуются большими мощностями и объемом.

Известно, что определяющими факторами образования первичного внутригрунтового льда в промерзающих породах служат их гранулометрический состав, влажность и условия промерзания, в основном его скорость [Втюрина, Втюрин, 1970]. На Шпицбергене решающую роль в этом плане играет гранулометрический состав отложений, а большая дифференциация геокриологических условий слабо отражается в криогенном строении пород. Это объясняется тем, что рыхлые отложения архипелага характеризуются грубозернистостью [Гляциологический словарь, 1984; Лаврушин, 1969; Оледенение..., 1975]. Такой состав имеют элювиальные, преобладающая часть склоновых, аллювиальные, за исключением маломощной пойменной фации, большая часть ледниковых, флювиогляциальные, морские, за исключением лагунных фаций, отложения. Таким образом, гранулометрический состав рыхлых отложений предопределяет благоприятные условия для цементного типа льдообразования и неблагоприятные для сегрегационного, а это означает, что при любом типе

криогенного строения многолетнемерзлых пород должен преобладать подтип массивного строения.

К сожалению, пока нет достаточно надежных признаков, позволяющих выделять эпигенетические и сингенетические многолетнемерзлые породы по особенностям массивных криотекстур. Если толща неоднородна и встречаются хотя бы небольшие участки с тонкодисперсным материалом, возникают благоприятные условия для сегрегационного льдообразования и формирования шлировых криотекстур. Шлировые подтипы криогенного строения рассматриваемых пород обоих типов имеют существенные различия, позволяющие более уверенно идентифицировать всю мерзлую толщу.

Залежеобразующие подземные льды играют существенную роль в криогенном строении многолетнемерзлых пород и могут служить в качестве классификационного признака. Наличие их определяет сложный вид криогенного строения, отсутствие - простой. Толщи с эпигенетическим типом криогенного строения содержат залежи внутригрунтовых льдов пластовые и линзовидные залежи сегрегационного и инъекционного генезиса и эпигенетические повторножильные, а при сингенетическом типе наблюдаются сингенетические повторножильные и погребенные первичноповерхностные льды: ледниковые, снежниковые, озерные, морские и др.

Рассмотрим некоторые конкретные примеры криогенного строения четвертичных отложений архипелага разного генетического типа.

Элювий - один из широко распространенных типов рыхлых отложений на свободных от ледника участках - имеется и на Шпицбергене [*Мисник и Белоусов, 1983*]. По гранулометрическому составу это преимущественно крупнозернистая порода, в которой возможно лишь цементное льдообразование. Данных о криогенном строении элювия на Шпицбергене практически нет, а наши наблюдения на поверхности останцов коренных пород в районе Баренцбурга и в верховьях р. Грендален свидетельствуют исключительно о массивном подтипе такого строения. Можно предполагать, что в условиях избыточного увлажнения, в частности у концов тающих снежников, в верхних горизонтах элювия, на границе с сезонно-криогенными породами, возможно образование базальной криогенной текстуры, или так называемого «гольцового» льда.

Склоновые отложения весьма разнообразны по механизму формирования и составу от грубообломочных осыпных до тонкодисперсных делювиально-солифлюкционных. Мощность их от первых метров до 10 м и более; криотекстуры преимущественно массивные, но иногда шлировые - неправильно-сетчатые или беспорядочные; общая льдистость до 20% [*Мисник и Белоусов, 1983*]. Своеобразные склоновые отложения мы встретили на западном берегу Грэн-фьорда, восточнее ледника Вёринг. Террасовидные уступы у основания склона, морфологически похожие на боковую морену, сложены склоновыми отложениями местных пород - глинистыми сланцами черного цвета. Обломки породы представляли собой более или менее ровные, горизонтально ориентированные пластинки размером $5 \times 5 \times 0,5$ см. Каждая пластинка в оболочке из льда-цемента толщиной от 1 мм в нижней части 5-метрового разреза до 3 мм - в верхней его части. Криогенную текстуру верхних горизонтов можно отнести к базально-массивной, а нижних - к пленочно-массивной.

Шлировый подтип криогенного строения свойствен типичным делювиальным тонкодисперсным отложениям, перекрывающим морские песчано-галечниковые отложения первой морской террасы на северном берегу Ван-Майен-фьорда. Сплошной плащ делювиальных отложений образует ровную мелкокочковатую поверхность, поросшую мхом и карликовой ивой. Близ бровки террасы широко развиты пятна-медальоны и сезоннотрещинные полигоны, не наблюдающиеся выше по склону.

Делювий представлен суглинком и супесью с включениями щебня и дресвы. К концу июля 1987 г. глубже 0,5 м порода была мерзлой. Криогенная текстура сетчато-слоистая тонкошлифовая, а на глубине 0,6 м она постепенно переходит в атакситовую. Толщина атакситового горизонта, который наблюдается практически повсеместно, колеблется в разных местах от 0,1 до 0,3 м. Глубже суглинок снова имеет сетчато-слоистую и сетчатую криотекстуру (рис. 1).

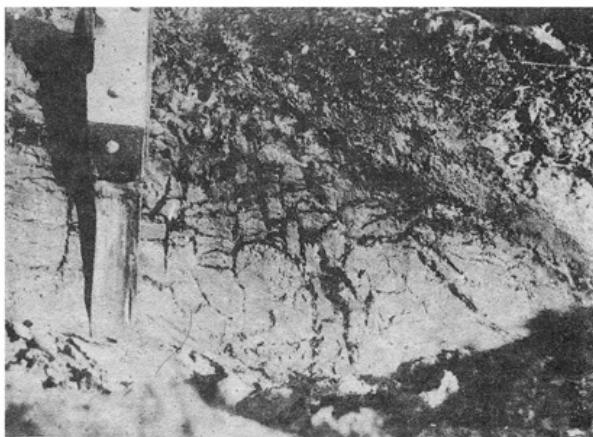


Рис.1. Сетчатая криогенная текстура делювиального суглин-ка. Ван-Майен-фьорд
Fig.1. Clathrate cryogenic structure of the deluvial lo-ams. Van Meien Fjord

В этом же районе видна 60-метровая морская терраса, перекрытая сверху также делювием. Краевая часть ее рассечена глубокими оврагами, где можно наблюдать сложное криогенное строение склоновых отложений, содержащих погребенный снежник, в основном состоящий из инфильтрационного льда. Зимой овраг полностью заносится снегом, а с бортов происходит интенсивное поступление эоловых песчаных осадков, сдуваемых с оголенных участков склона. На протяжении 100 м мощность снежника изменяется от 3 до 20 м в зависимости от глубины

оврага. К концу июля в наиболее узком месте снежник оказался целиком перекрыт слоем осыпных и эоловых осадков толщиной до 1 м. Криогенная текстура песка массивная. На поверхность видны свежие термокарстовые воронки, особенно над руслом водотока, прорезавшего снежник и образовавшего внутри него ледяную трубу. На ее стенках четко прослеживается годичная слоистость, так как каждый слой льда отделен слоем наносного песка. По количеству слоев можно предположить, что минимальная продолжительность существования снежника 6 лет.

Под склоновыми отложениями может быть погребен и современный морской лед. Такие случаи мы наблюдали в 1988 г. на западном побережье Билле-фьорда, южнее пос. Пирамида. По времени существования такие залежи погребенного льда относятся все же к сезонным образованиям.

Наиболее льдистые из склоновых отложений - делювиально-солифлюкционные и солифлюкционные. На склонах долин рек Грендален, Рейндален на островах Западный Шпицберген, Эдж (Русская бухта) и в других местах солифлюкционные отложения отличались тем, что кроме атакситового горизонта на границе сезонноталого слоя и многолетнемерзлых пород в них нередко наблюдались линзы сегрегационного льда толщиной 0,2-0,3 м в ядрах туфуров и сезонных бугров пучения.

Весьма разнообразны по составу и механизму формирования *ледниковые отложения* [Гляциология..., 1985; Лаврушин, 1969; 1976], однако данных по их криогенному строению практически нет. Наши исследования в 1987-1988 гг., хотя и недостаточны для детального анализа, позволяют судить об общих чертах такого строения. Так, среди мерзлых ледниковых отложений по типу криогенного строения преобладают сингенетические, массивного подтипа, сложного вида, поскольку в большинстве случаев они содержат погребенный ледниковый лед. Интенсивное вытаивание последнего приводит к тому, что в большинстве случаев имеет место не первично отложенная, а на месте переотложенная морена. Первичный состав морен довольно грубый, а процесс термокарстового переотложения приводит к

дополнительному уменьшению содержания мелкозема. Криогенная текстура морен в основном массивная, но местами отмечается довольно высокая общая льдистость. Так, донная морена у конца ледника Вёринг на западном берегу Грэн-фьорда имела базальную криотекстуру, причем базальный лед наблюдался в 1-метровом слое на контакте с ледником, а глубже льдистость убывала и криотекстура определялась как порово-массивная.

Отложенная конечная морена этого же ледника, представленная грубозернистыми отложениями: галькой, щебнем с валунами, преимущественно с песчаным заполнителем, имеет массивную криотекстуру. Однако льдистость и здесь местами возрастает за счет линз и корок льда вокруг гальки. В крупных порах лед исключительно чистый, стекловатой текстуры, практически без включений газа и минеральных частиц, крупнозернистый - поперечник в среднем равен 5-7 мм, максимальная величина до 25 мм.

Исследованные нами конечные морены ледников Грэнфьорд, Бертиль, Газбреен, Вёреншельд и других на о. Зап. Шпицберген и некоторых ледников на островах Эдж и Баренца содержали на глубине 0,5-1,2 м ледяные ядра погребенного ледникового льда. Морены имели массивно-поровую криотекстуру и сравнительно высокую цементную льдистость.

Таким образом основную часть сингенетического горизонта ледниковых отложений составляет погребенный ледниковый лед. Мощность такого горизонта без погребенного льда небольшая, - несколько метров, а вместе с погребенным льдом достигает 50 м. Строение погребенного льда, его текстура и структура не отличаются от строения льда концов активных ледников в тех же районах [Втюрин, 1989].

Совсем иным криогенным строением характеризуются напорные тонкодисперсные морены - шлировый подтип строения. Мы обследовали напорную морену ледника Сан-Пауло в Ван-Майен-фьорде, образовавшуюся в результате переотложения донных морских осадков фьорда. Ледник в недалеком прошлом пересекал фьорд и отложил напорную морену на противоположном берегу - «Дамес-морену» [Оледенение..., 1975]. Она представлена темно-серыми валунными суглинками и глинами с обильной морской фауной. Верхние 20-30 м толщи, до уреза моря, пронизаны вертикальными шлирами сегрегационного льда толщиной около 1 см, прослеживающимися на расстоянии 30-100 см друг от друга. Предположительно, эти шлиры служат вертикальной составляющей крупносетчатой криотекстуры. Криотекстура второго порядка сетчатая, расстояние между шлирами 2-3 см, толщина их около 1 мм. Сегрегационный лед в шлирах чистый, почти без примесей, стекловатой текстуры. Такой характер криотекстуры определенно свидетельствует об эпигенетическом типе криогенного строения.

Водно-ледниковые отложения на Шпицбергене, в основном песчано-гравийные, занимают небольшие площади и отличаются грубозернистостью состава, мощность их не превышает 5-7 м [Мисник и Белоусов, 1983]. Можно заведомо говорить о небольшой их льдистости, несмотря на преимущественно сингенетический способ формирования. Преобладающий подтип криогенного строения массивный, вид - простой. Вместе с тем вблизи концов отступающих ледников возможно перекрытие флювиогляциальными отложениями небольших участков мертвого ледникового льда. В этом случае можно говорить о сложном виде криогенного строения отложений. Такие участки мы наблюдали, например, в зоне маргинальных каналов у концов ледников Газбреен, Вёреншельд и других на о. Зап. Шпицберген.

Сложный вид криогенного строения водно-ледниковых эпигенетических отложений может возникать за счет пластовых залежей внутригрунтового льда. Для их образования необходимо наличие участков с неравномерным промерзанием -

замкнутые талики, например в районе стареющих маргинальных каналов у края отступающих ледников. При этом на поверхности могут формироваться бугры пучения с ледяным ядром инъекционного или сегрегационного, возможно смешанного, происхождения в зависимости от местных гидрогеологических условий. Такие бугры пучения обнаружены в древнем маргинальном канале упоминавшейся «Дамесморены» в Ван-Майен-фьорде. Один из бугров к 1987 г. почти полностью разрушился, на его периферии сохранились остатки ледяного ядра - сегмент поперечником 50-70 м. На месте разрушившейся части сейчас находится мелководное озеро с вязким илистым дном. Некоторые особенности структуры льда позволили прийти к выводу о сегрегационном генезисе бугра [Втюрин, 1989].

Аллювиальные отложения имеют преимущественно грубозернистый состав, что связано с горным характером рельефа и небольшой длиной рек. Лишь пойменные фации таких относительно крупных рек как Рейндален, Сассендален, Адвентдален, Кьелльстромдален и других на о. Зап. Шпицберген, рек Раддендален, Гульдален, Цирдален и Блофьорддален на о. Эдж имеют тонкодисперсный состав. Толщина пойменного горизонта повсюду невелика, редко превышает 1 м, а общая мощность аллювиальных отложений не более 5 м [Мисник и Белоусов, 1983]. Однако именно пойменному аллювию свойствен сингенетический тип, шлировый подтип, сложный вид криогенного строения, к нему приурочены мелкие залежи повторножильного льда. Например, в низовьях р. Рейндален их наличие подтверждается четко выраженным жильно-полигональным рельефом. Встречаются полигоны разных стадий развития: от растущих валиковых, до бугристых разрушающихся. Последние преобладают в рельефе поймы. На поверхности всюду виден торф и свежий моховый покров. В пределах выпуклых ядер полигонов минимальная глубина протаивания в конце июля 1987 г. составляла 0,1 м. Мерзлый грунт начинается сразу под мхом, до глубины 0,2 м суглинок содержит только лед-цемент, а ниже, с уменьшением оторфованности, появляются шлиры сегрегационного льда. Криотекстура сетчато-слоистая, местами, на глубине 0,2-0,4 м, переходит в атакситовую. Толщина горизонта с атакситовой текстурой 0,1-0,2 м, ниже наблюдается шлировая, преимущественно сетчато-слоистая криотекстура.

Русловой горизонт, обычно гравийно-песчаного состава, имеет эпигенетический тип, массивный подтип, преимущественно простой вид криогенного строения. Сложный вид строения присущ участкам, где образуются пластовые залежи инъекционного льда. Так, в долине р. Грендален, в 14 км от устья, на обоих берегах наблюдается серия гидролакколитов. В суженном участке русла ежегодно возникает сезонная наледь длиной более 100 м, появление которой, также как и бугров пучения, связано с выходом источников подземных минерализованных вод. По периферии наледи, где толщина ее не превышает 0,5-1 м (в центре до 5 м), а подошва примерзает к минеральному субстрату, наблюдаются пласты инъекционного льда толщиной 0,3-0,5 м. Поскольку их внедрение в русловой аллювий происходит на глубине 0,2-0,3 м от кровли аллювия, они относятся к сезонным образованиям. Однако внедрение воды и формирование инъекционного льда происходит и в бортах долины, на глубине более 1 м от поверхности. Это четко выражается в рельефе поймы в виде вспученных участков.

В эпигенетически формирующихся *озерных отложениях* - в мелких обсыхающих озерных котловинах в районе оз. Линне на южном берегу Ис-фьорда и в районе пос. Пирамида мы наблюдали небольшие многолетние бугры пучения высотой до 1 м с ледяным ядром толщиной 0,5-1 м. По сингенетическому способу формируются озерные многолетнемерзлые породы в обсыхающих озерных котловинах, в интенсивно нарастающих современных торфяниках. По берегам озер можно наблюдать

погребенный озерный лед. Так, по берегам оз. Фара в зал. Колсбей Ис-фьорда в 1988 г. мы обнаружили линзы озерного льда толщиной 0,2-0,5 м, погребенные под слоем торфа толщиной до 0,5 м. Процесс погребения происходил в момент наблюдений: остатки плавучего ледяного покрова под напором ветра внедрялись в береговой торф по границе протаявшего слоя и еще мерзлой породы. По берегам возникали торфяные валы высотой до 1 м и шириной тоже около 1 м. Если считать, что репрезентативный период существования сезоннокриогенных пород составляет около 30 лет [Втюрина, 1984], то эти образования следует признать сезонными. Однако в принципе такой способ формирования озерных многолетнемерзлых пород все же не следует отрицать.

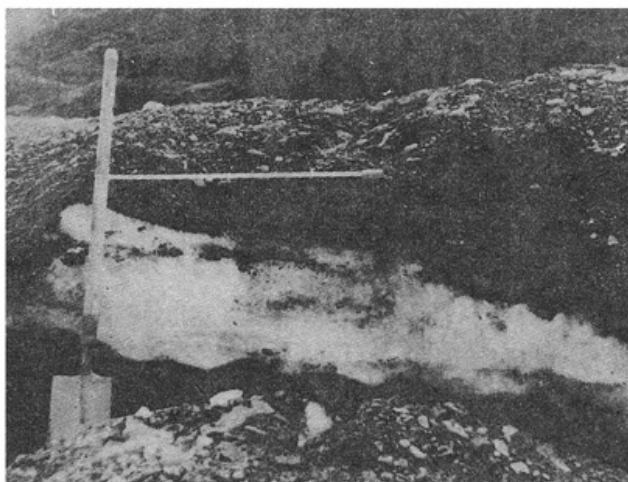


Рис.2. Погребенный снег в морских пляжевых отложениях. Южный берег Ис-фьорда
Fig.2. Buried snow in marine coastal deposits. Southern coast of Is-fjord

Морские отложения на Шпицбергене представлены преимущественно песчано-гравийными отложениями. Мощность их различна, но редко превышает 30 м [Мисник и Белоусов, 1983]. По криогенному строению их можно отнести к эпигенетическому типу, массивному подтипу, простому виду. Залежеобразующий лед в виде небольших сезонных скоплений в пределах сезоннокриогенных пород описан нами в современных пляжевых отложениях на южном побережье Ис-фьорда (рис. 2) и зал. Хорнсунн [Втюрин, 1989].

Существенно иное строение имеют разноразмерные отложения прибрежно-морских и лагунных фаций в разрезах низкой 8-10-метровой террасы. Так, в долине р. Грендален, в 4-5 км от устья, в разрезе останца этой террасы наблюдается чередование пачек грубозернистых и тонкодисперсных, нередко оторфованных отложений. Это предопределяет чередование в разрезе горизонтов с массивной и шпировой криотекстурой. Еще одна особенность этих отложений, позволяющая отнести их криогенное строение уже к сложному виду, - наличие повторножильного льда. Так, в останце этой же террасы в 15 км от устья мы обнаружили небольшую ледяную жилу шириной по верху 8 см, вертикальным протяжением более 2 м. Она начинается на глубине 2 м от поверхности. Поскольку глубина сезонного протаивания здесь не превышает 0,8 м, это - ископаемая эпигенетическая жила, свидетельствующая, очевидно, о более суровых климатических условиях в недалеком прошлом.

Таким образом, можно говорить о большом разнообразии криогенного строения многолетнемерзлых пород Шпицбергена - здесь практически встречаются все типы, подтипы и виды криогенного строения, хотя масштабы их проявления существенно отличаются от других районов Арктики и Субарктики, особенно континентальных североазиатских.

ЛИТЕРАТУРА

1. Втюрин Б.И. Подземные льды СССР. М., «Наука», 1975, 214 с.
2. Втюрин Б.И. [Подземные льды Шпицбергена](#) // МГИ, 1989, вып.65, с.69-75.
3. Втюрина Е.А. Сезонно-криогенные горные породы. М., «Наука», 1984, 118 с.

4. *Втюрина Е.А., Втюрин Б.И.* Льдообразование в горных породах. М., «Наука», 1970, 280 с.
5. Гляциологический словарь. Под ред. В.М.Котлякова. Л., ГИМИЗ, 1984, 527 с.
6. Гляциология Шпицбергена. М., «Наука», 1985, 200 с.
7. *Лаврушин Ю.А.* Четвертичные отложения Шпицбергена. М., "Наука", 1969, 181 с.
8. *Лаврушин Ю.А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М., «Наука», 1976, 237 с.
9. *Мисник И.Ю., Белоусов К.Н.* Особенности инженерно-геологических условий территории советских рудников на о.Западный Шпицберген. - Гидрогеология, инженерная геология, геоморфология архипелага Шпицберген. Л., ПГО «Севморгео», 1983, с.16-33.
10. *Обидин Н.И.* Новые данные о подземных водах и вечной мерзлоте советских рудников острова Шпицберген по исследованиям 1952-1954 гг. - В сб. статей по геологии Арктики (Тр.НИИГА, т.85, вып.9). Л., 1958, С.129-140.
11. Оледенение Шпицбергена (Свальбарда). М., «Наука», 1975, 276 с.
12. *Landvik J., Mangerund J., Salvigsen O.* Glacial history and permafrost in the Svalbard area // V Intern. on Permafrost. Trondheim, Norway, 1988, p.194-198.
13. *Liestøl O.* Pingos, springs and permafrost in Spitsbergen. - Arbok 1975, Norsk Polarinstitut, Oslo, 1977, p.7-29.

SUMMARY

Spitsbergen is a classical region of surface and underground glacialization. All the unconsolidated sediments of the archipelago located on ice-free areas are in a permanently frozen state. The data obtained by glaciological expedition of the Institute of Geography, the USSR Academy of Science, revealed: the main features of cryogenic structure of most of the unconsolidated sediments of different genetic types, widespread on the archipelago. Epigenetic rocks are well-pronounced among the monogenetic permanently frozen bodies, and the two-horizon sediments are distinguished in polygenetic rocks. Basic features of the cryogenic structure of eluvial, slope, glacial, aqueous-glacial, alluvial, lacustrine, and marine deposits of the archipelago are defined.

Ссылка на статью:



Втюрин Б.И. Криогенное строение рыхлых отложений Шпицбергена // Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения. 1990. № 70. С. 43-49.