

УДК 551.345

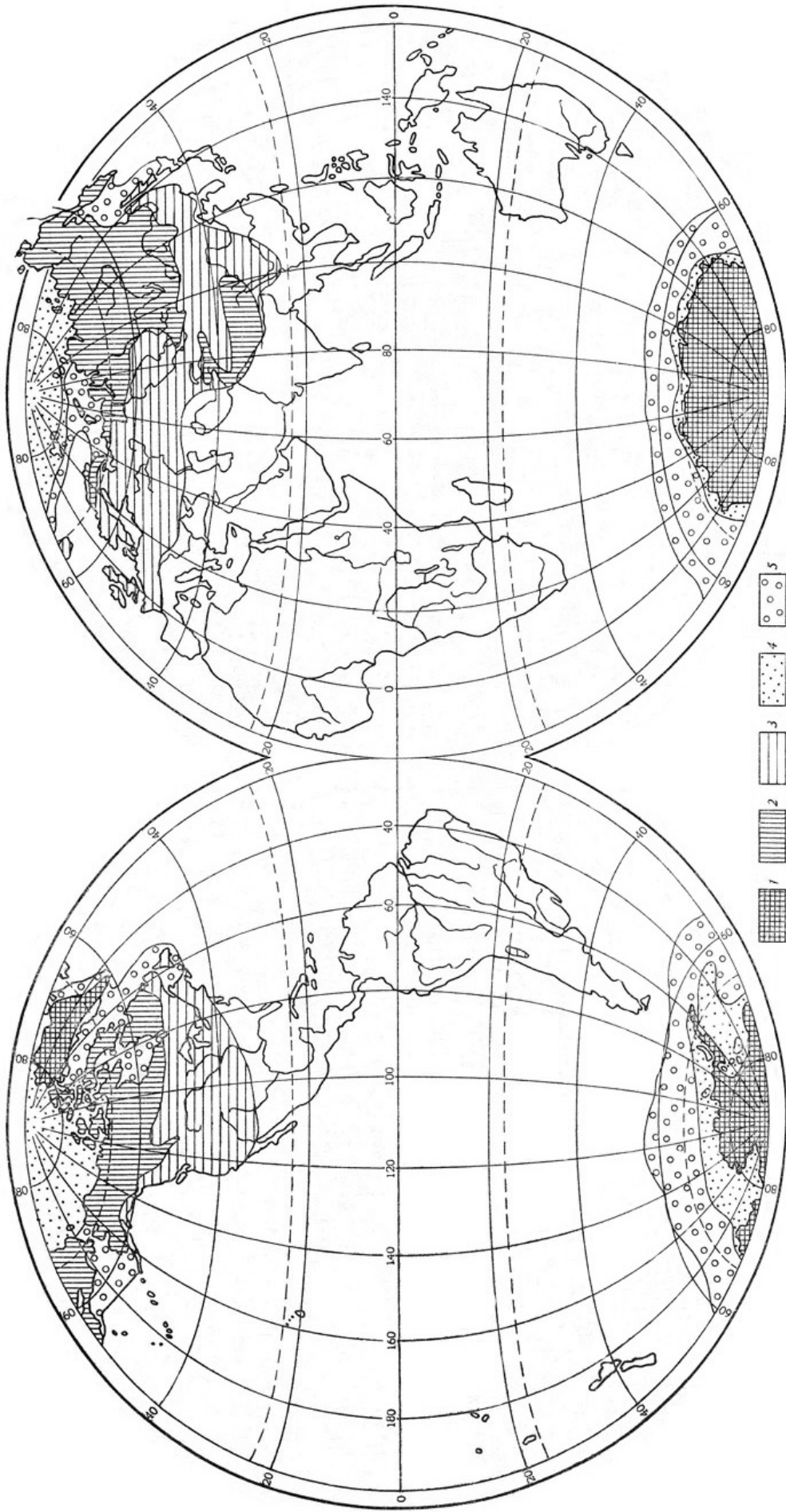
*И.Д. ДАНИЛОВ***КРИОЛИТОЗОНА ЗЕМЛИ И ЕЕ РАЙОНИРОВАНИЕ**

Криолитозона Земли определяется как зона проявления особого типа осадочного породообразования. Она состоит из областей наземного оледенения и распространения мерзлых горных пород на суше, а также долговременных многолетних и сезонных ледовых покровов на море, т.е. наземного, подземного и морского оледенения. Во всех областях криолитозоны как на суше, так и в море, формируются своеобразные отложения, специфика литогенеза которых определяется криогенными факторами.

Под криолитозонной нередко понимают мерзлую зону литосферы. Тем самым как бы отождествляются два понятия - «криолитозона» и «криолитосфера». Однако они не идентичны, их следует различать и четко разграничивать. Криолитосфера, подобно литосфере - твердой оболочке Земли, - это твердая мерзлая (или шире - отрицательно-температурная) оболочка, составляющая часть земной коры. Криолитозона - это территория, в пределах которой осуществляется своеобразный тип литогенеза - криолитогенез. В первом случае речь идет о физическом состоянии приповерхностных слоев земной коры (криолитосфера), во втором - пространственно-временной категории (криолитозона). Это различие принципиальное, и его нужно подчеркнуть. Чаще всего под криолитосферой, называя ее криолитозонной, понимают толщу многолетнемерзлых пород на суше. Изучение мерзлых пород суши пока является наиболее важным с хозяйственной точки зрения. Они относительно легко доступны и потому сравнительно хорошо исследованы. Нередко к криолитосфере относят мерзлые или отрицательно-температурные породы на арктическом шельфе.

Существуют различные подходы к выделению и районированию криолитозоны Земли. В мерзлотоведении принципиально важным и определяющим является температурное состояние грунтов [*Кудрявцев и др., 1981*]. При геокриологическом районировании выделяют на суше зону распространения многолетнемерзлых пород (сплошного, прерывистого островного и редкоостровного) и зону систематического сезонного промерзания пород; в море зону характерных и отрицательно-температурных высокоминерализованных соленых вод - криопэгов, а в ее пределах области сплошного и островного распространения реликтовых многолетнемерзлых пород. В гляциологии подход к проблеме понимания и районирования криогенной зоны Земли основан на ином принципе [*Котляков, 1968; Кручинин, 1978*].

Современная гляциология включает в сферу своих интересов не только ледники, но вообще все типы природных льдов: наземные, подземные, морские, атмосферные, а также снежный покров. Поэтому при гляциологическом районировании Земли выделяются области распространения снежного покрова, многолетней мерзлоты (прерывистой и сплошной), морских льдов (сезонных и постоянных), ледяной пояс (ледники) и пояс атмосферных льдов.



Криолитозона Земли: А — криолитозона суши; области: 1 — наземного оледенения, 2 — подземного оледенения, 3 — плейстоценового наземного и подземного оледенения за пределами современной криолитозоны; Б — криолитозона моря; области морского оледенения (многолетнего ледового покрова): 4 — круглогодичного; 5 — сезонно разобъединенного

При выделении криолитозоны Земли и ее районировании имеется в виду, как правило, территория суши с областями развития многолетнемерзлых, а иногда сезонно-мерзлых пород, постоянно или периодически содержащих подземный лед; утверждается, что криолитозона - это зона проявления исключительно континентального литогенеза [Попов, 1967].

Рассматривая объем и составные части криолитозоны и подходы к ее районированию, следует указать принципы ее выделения и дать ей определение. В общепринятом в литологии понимании термина - «литозона» - это зона проявления определенного типа осадочного породообразования. Н.М. Страхов [1960] выделил в пределах континентов три основных климатически обусловленных типа - ледовый, гумидный и аридный. Районирование океанов по типам литогенеза находится в стадии разработки. Существуют представления о климатически обусловленной широтной зональности процессов литогенеза в океане и гидрологически обусловленной поясности. Приставка «крио» означает, что криогенная литозона - это зона, в пределах которой на процесс осадочного породообразования определяющее или существенное влияние оказывает криогенный фактор («криос» - холод, лед).

Н.М. Страхов к зоне ледового типа литогенеза отнес только области развития наземных ледниковых покровов, существующих геологически длительное время. Совершенно очевидно, что ледники в областях их распространения целиком определяют характер и направленность процесса осадочного породообразования. Но ограничивать рамки криолитозоны только областями распространения ледников - значит, не охватывать всего комплекса криогенных факторов литогенеза. Потребность в расширении рамок зоны ледового типа литогенеза возникла сразу же после определения его объема и содержания Н.М. Страховым, ибо специфика криогенного породообразования в существенной мере определяется не только наземными ледниками, но также подземными льдами и поверхностными льдами морей. Н.А. Шило [1971] выделил в дополнение к гляциальному (ледовому) перигляциальный тип литогенеза, охватывающий области суши с отрицательными среднегодовыми температурами, дефицитом атмосферных осадков и нахождением воды как в жидкой, так и твердой фазе. В.А. Зубаков [1966] впервые предпринял попытку объединить криогенный литогенез на суше и в море. Он выделил своеобразную криогенную формацию, подразделяющуюся на криогумидную (ледниковую континентальную и морскую) и криоаридную (мерзлотную континентальную). Всесторонний литологический анализ отложений, составляющих криогенную формацию [Данилов, 1978], показал, что криогенной спецификой осадочное породообразование обладает как на суше, в областях наземного и подземного оледенения, так и в морских водоемах, в областях распространения долговременных плавучих льдов.

Широко принятое определение криолитозоны как зоны распространения многолетнемерзлых горных пород основывается на отмеченном выше отождествлении понятий «литосфера» и «литозона». В этом случае литозона понимается не как зона проявления особого типа осадочного процесса, а как зона распространения определенного типа горных пород, в частности твердомерзлых. Вместе с тем в ряде работ, авторы которых придерживаются такого понимания объема криолитозоны, говорится о специфике литогенеза в ее пределах [Попов, 1967 и др.]. При этом подчеркивается, что она определяется исключительно подземным льдообразованием как в неуплотненных влагонасыщенных осадках, так и в плотных осадочных, магматических и метаморфических породах. Отождествление зоны распространения мерзлых горных пород и криолитозоны делает малооправданной целесообразность введения последнего термина.

Отнесение к криолитозоне областей развития ледников и мерзлых горных пород, т.е. наземного и подземного оледенения, оправдывает правомерность ее особого выделения. Однако полный объем криолитозоны шире, ибо ледники, например, определяют своеобразие осадочного процесса не только на суше, но и в море, на существенно больших пространствах. Помимо ледникового льда на процесс

формирования осадочных пород в море оказывают существенное воздействие морские, припайные и выносимые в море речные льды.

Определяя криолитозону как зону проявления особого процесса осадочного породообразования, рассмотрим влияние на него различных типов льдов. Наземные ледники, как известно, формируют комплекс весьма своеобразных отложений: моренных, флювиогляциальных, лимногляциальных. Главенствующая роль льда в осадочном породообразовании здесь очевидна. Роль подземного льдообразования в формировании осадочных пород менее изучена и раскрыта. Переходя в мерзлое состояние, рыхлые осадки превращаются в своеобразную льдонасыщенную отрицательно-температурную горную породу, обладающую литологическими признаками, отличающими ее от пород аналогичного происхождения в иных зонах литогенеза: гумидной и аридной. Формируются толщи льдонасыщенных отложений, содержащие относительно равномерно распределенный по разрезу текстурно-структурный подземный лед и его скопления в виде линз, прослоев, вертикальных жил. В зависимости от способа промерзания, соотношения его с процессом осадконакопления и литологического состава осадков их последующая льдистость неодинакова; различным является и тип мерзлотной текстуры и структуры.

Своеобразие осадочного породообразования в областях распространения мерзлых пород определяется не только тем, что здесь формируются отложения, содержащие подземный лед. Мерзлое состояние грунтов сказывается на разных стадиях осадочного процесса и обуславливает некоторые важные особенности литологического состава кластической части отложений и общего их строения. Специфично, под воздействием криогенного фактора в слое сезонного промерзания - оттаивания протекает процесс выветривания. В результате возникают своеобразные криоэлювиальные образования - лессовидные покровные суглинки. Условия их залегания тесно взаимосвязаны с полигональными формами мерзлотного рельефа, так называемым блочным рельефом. Алеврито-пелитовый состав конечных продуктов выветривания определяет широкое развитие суглинистых и песчано-алеврито-глинистых разностей, наблюдаемых практически среди всех генетических групп отложений современной и древней криолитозон. Эта черта своеобразия литологического состава отложений криолитозоны является весьма характерной.

Поверхностные льды водоемов поставляют в тонкодисперсные разности речных и бассейновых осадков крупнообломочный материал. Валунными становятся пойменные, озерные, морские фации песчаного и глинисто-алевритового состава. Роль поверхностных льдов водоемов сказывается не только в том, что они поставляют в донные осадки крупнообломочный материал. Наличие долговременного, почти круглогодичного ледового покрова на поверхности замкнутых и полужамкнутых водоемов позволяет в полной мере проявиться ритмике сезонного поступления осадочного материала в конечные водоемы стока. Благодаря этому среди бассейновых отложений криолитозоны широко распространены ленточно-слоистые глины и алевриты, отличающиеся высокой степенью сортированности. Наряду с ними на широких площадях открытых водоемов накапливаются слабо сортированные осадки песчано-алеврито-глинистого состава. Иными словами, поверхностные льды водоемов в зависимости от типа водоема и ледового режима приводят к возникновению двух наиболее характерных литологических разновидностей водных отложений криолитозоны: ленточно-слоистых глин и алевритов, с одной стороны, и слабо сортированных валунных суглинков и глин - с другой. Оба эти типа отложений нехарактерны для областей гумидного литогенеза вне пределов криолитозоны.

Вышеизложенное показывает, что криолитозона может быть определена как зона особого типа осадочного породообразования, своеобразие которого обусловлено криогенными факторами. Она включает в себя области наземного и подземного оледенения суши, а также области океана с устойчивым ледовым покровом, т.е. в целом районы существенного охлаждения Земли (рисунок), где оно сохраняется в течение

геологически длительного времени. Наземное оледенение в условиях холодного полярного и субполярного типов климата развивается в их гумидных подтипах при положительном балансе атмосферных осадков. Подземное оледенение, напротив, развивается в областях аридного подтипа сурового субполярного климата при очень низком количестве выпадающих осадков, не превышающих или очень мало превышающих испарение. При выделении криолитозоны в море должны учитываться два фактора, определяющих специфику осадочного породообразования, - поверхностные плавучие льды и термическое состояние донных грунтов - отрицательно-температурное (мерзлое и не мерзлое) и талое.

В свете изложенных принципов выделения криолитозоны Земли как зоны особого осадочного породообразования она может быть подразделена на следующие области: I. Криолитозона суши: 1) области с наземным оледенением: а) сплошным (покровным), б) разобщенным (сетчатым, горным); 2) области с подземным оледенением: а) сплошным, б) прерывистым. II. Криолитозона моря: 1) области морского оледенения с многолетним покровом плавучих льдов: а) сплошных, б) разобщенных; 2) области с многолетними отрицательно-температурными донными грунтами: а) мерзлыми, б) пластичными и жидкими (засоленными).

На схеме криолитозона моря подразделена по типам плавучих льдов. В пределах суши показаны также области максимального распространения криолитозоны в плейстоцене.

Каждая из выделенных подзон и областей криолитозоны в пространстве частично накладывается одна на другую, образуя сложные переходные подзоны и области. Например, ледники из областей с наземным оледенением суши внедряются в криолитозону моря в виде шельфовых ледников, в этих районах возможно выделение криолитозоны моря с поверхностным оледенением. На суше области с наземным оледенением могут накладываться на области с подземным оледенением, если под ледниками установлены мерзлые породы. В криолитозоне моря области распространения многолетних плавучих льдов могут сочетаться с областями распространения многолетних отрицательно-температурных грунтов (твердомерзлых и пластичных), но эти области могут быть пространственно разобщены.

Кратко остановимся на характеристике основных выделенных подзон и областей криолитозоны Земли. Криолитозона суши включает две области - наземного и подземного оледенения. Наземное оледенение составляют ледники суши и шельфовые ледники. Общая площадь современного оледенения Земли равна примерно 16,3 млн. км² (11% поверхности суши). Основную часть его составляют ледники Антарктиды (~14 млн. км²) и Гренландии (1,8 млн. км²). На долю всех остальных ледников Земли приходится ~0,5 млн. км² - это в основном ледники арктических островов: Канадский архипелаг, Земля Франца-Иосифа, Шпицберген, Новая Земля, Северная Земля, а также Исландия.

Область подземного оледенения вне пределов наземных ледников имеет площадь ~20 млн. км², т.е. занимает примерно 13% площади суши. Обычно она подразделяется на подобласти сплошного, прерывистого и островного распространения мерзлых пород. Строго говоря, широтной зоны сплошного распространения мерзлых пород не существует, ибо в ней имеются сквозные талики под крупными реками и озерами, близ побережий озер и лагун. Поэтому название это условно. Подобласть островного распространения мерзлых пород является переходной от криолитозоны суши к области систематического сезонного промерзания грунтов умеренной гумидной зоны литогенеза. Иногда область систематического сезонного промерзания грунтов включают в криолитозону, что вряд ли рационально. Мощность толщи мерзлых пород в пределах криолитозоны колеблется в широких пределах - от 50-100 до 1000-1500 м (см. таблицу) и определяется прежде всего климатическими и геоморфологическими условиями.

Криолитозона моря является неотъемлемой составной частью криолитозоны Земли в целом. Еще в 1933 г. В.И. Вернадский к выделенной им «области охлаждения» Земли

помимо мерзлых зон суши относил и обширные части Мирового океана. Представляется парадоксальным, что при выделении криолитозоны Земли в нее не включается даже Полярный бассейн с его мощным и в центральной части сплошным покровом многолетних льдов, длительно существующих даже в геологическом масштабе времени. Это дает основание говорить о морском типе оледенения Земли. Ссылки на то, что в море не проявляется климатическая зональность осадочного процесса и что плавучие льды не оказывают существенного воздействия на литогенез, не придают морским осадкам специфических черт, заметно отличающих их от морских осадков иных зон литогенеза, вызывают возражения. Криогенная специфика литогенеза в ледовитых полярных бассейнах проявляется очень ярко, здесь формируются своеобразные типы ледниково- и ледово-морских отложений.

Поверхностные льды водоемов образуют многолетние круглогодичные сплошные и сезонно разобщенные покровы, а также сезонные покровы различной временной продолжительности. В составе их участвуют многолетние паковые, однолетние льды, льды морского припая и выносимые в море глетчерные (айсберги) и речные льды. Ежегодно морскими льдами покрывается ~80 млн. км², т.е. около 30% площади Мирового океана. Существенно криогенная специфика морского осадконакопления сказывается в областях распространения многолетних сплошных и разобщенных ледовых покровов, относимых поэтому к криолитозоне.

Рассматривая специфику литогенеза в полярных морях и океанах, нельзя не отметить, что в них выносятся практически весь обломочный материал, содержащийся в крупнейших современных ледниковых покровах, и прежде всего, в ледниках Антарктиды и Гренландии. По существующим оценкам из 25 млрд. т вещества, сносимого с суши в море, 1,5 млрд. т приходится на ледники и айсберги. Эта цифра весьма существенна. Она примерно соответствует количеству эолового материала, выносимого в море и в 3 раза превышает количество обломочного материала, поступающего в море за счет абразии берегов. В этих оценках не учитывается обломочный материал, выносимый в море припайными и речными льдами, а его роль также весьма существенная, судя по содержанию крупных каменных обломков в осадках ледовитых морей, в которых айсберги отсутствуют (например, Охотское, Белое море и др.). Вероятно, аналогичная картина была свойственна прошлым этапам геологического развития Земли в плейстоцене, и это необходимо учитывать при палеогеографических реконструкциях.

Весьма широко в пределах полярных морей распространены отрицательно-температурные грунты. По данным Л.А. Жигарева [*Данилов и Жигарев, 1977*], постоянно-отрицательные температуры придонных слоев морских вод и грунтов порядка - 1,5-1,7°C характерны для Карского моря в интервале глубин от 18-20 до 80-200 м, морей Лаптевых и Восточно-Сибирского - от 13-15 до 200-250, Северного Ледовитого океана - до 200-300 и от 800 до 5440 м. Не менее распространены отрицательно-температурные придонные слои воды и грунты в североамериканском секторе арктического шельфа. Таким образом, большая часть арктического шельфа и котловины Северного Ледовитого океана находится в зоне воздействия отрицательных температур придонных слоев воды и грунтов. Положительные температуры придонных слоев воды и грунта отмечаются только в зонах проникновения теплых атлантических и в меньшей степени тихоокеанских вод. В связи с освоением арктического шельфа становятся все более многочисленными данные о нахождении здесь погруженных под уровень моря реликтовых твердомерзлых пород в притихоокеанском секторе Арктики (моря Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, Бофорта).

Таблица. Мощность криолитозоны в различных районах Северного полушария по результатам измерений. Данные различных авторов, обобщены И.А. Некрасовым [*1971*] с добавлениями и уточнениями автора

Район и пункт	Абс. отметки поверхности, м	Максимальная мощность мерзлых пород, м
Европейский север СССР		
п. Амдерма	10	400
п. Хальмер-Ю	-	200
г. Воркута	150	132,5
Западно-Сибирская низменность		
п. Нов. Порт	18	453
п. Лабьтнанги	96	250
г. Салехард	13	156
Среднесибирское плоскогорье		
Верховья р. Мархи	430	1500
г. Мирный	150	550
Центральная Якутия		
г. Якутск	70	450
п. Жиганск	20	600
Верхояно-Колымская горная страна		
п. Тикси	0	630
п. Батыгай	30	350
п. Им. Лазо	864	450
п. Зырянка	20	400
п. Аляскитовый	1600	600
Чукотка		
п. Валькумей	10	230
п. Ленинградский	10	330
п. Иультин	740	420
Забайкалье		
хр. Удокан	1900	1000
Тянь-Шань		
Аксайская долина	3400	107
Аляска		
мыс Барроу	-	436
мыс Томпсон	-	394
Канада		
п. Винте Харбор	-	457
п. Резолют	-	400
п. Ранкин Инлет	-	305
Дельта Маккензи	2,5-5	>600

Все это показывает, что понимание криолитозоны как зоны проявления специфического осадочного породообразования соответствует смысловому значению термина и отражает криогенную в широком понимании этого слова сущность литогенетических процессов. Криолитозона как зона особого типа (или подтипа) литогенеза состоит из существующих геологически длительное время областей наземного и подземного оледенения и устойчивых ледовых покровов морей. Во всех областях криолитозоны формируются своеобразные отложения, специфика литогенеза которых определяется криогенными факторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов И.Д. Полярный литогенез. М.: Недра, 1978. 238 с.
2. Данилов И.Д., Жигарев Л.А. Криогенные породы арктического шельфа. - В кн : Мерзлые породы и снежный покров. М.: Наука, 1977, с. 17.
3. Зубаков В.А. Криогенные формации как палеогеографические единицы. - Труды ВСЕГЕИ. Нов. серия, 1966, т. 128, с. 48.

4. *Котляков В.М.* Снежный покров Земли и ледники. Л.: Гидрометеиздат, 1968, 479 с.
5. *Кручинин Ю.А.* Опыт разработки схемы гляциологического районирования Земли. - Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения. 1978, № 34, с. 134.
6. *Кудрявцев В.А., Полтев Н.Ф., Романовский Н.Н., Кондратьева К.А.* и др. Мерзлотоведение. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 239 с.
7. *Некрасов И.А.* Криолитозона Северного полушария Земли. - В кн.: Геокриологические исследования. Якутск: Якутск, кн. изд-во, 1971, с. 146.
8. Основы геокриологии (мерзлотоведения). Ч. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 459 с.
9. *Попов А.И.* Мерзлотные явления в земной коре (криолитология). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1967. 303 с.
10. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. Т. I. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 210 с.
11. *Шило Н.А.* Перигляциальный литогенез в общей схеме процесса континентального породообразования. - Тр. Сев.-Вост. КНИИ, вып. 38. Магадан, 1971, с. 3.

Сельскохозяйственная академия
им. Тимирязева

Поступила в редакцию
9.VIII.1982

Ссылка на статью:



Данилов И.Д. Криолитозона Земли и ее районирование // Известия АН СССР. Серия географическая. 1983. № 1. С. 12-18.