

Д.Ю. Большиянов, А.С. Макаров

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА ПОРОД НА ПОБЕРЕЖЬЕ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Ледовый комплекс пород (ЛК) это накопленные в течение периода с 60-ти до 15 тысяч лет назад алеврито-песчаные отложения с большим количеством органических остатков и льдов повторно-жильного происхождения. Количество льда в ЛК может достигать 80-90% от объёма породы. Грандиозные разрезы ЛК приурочены к побережьям морей Лаптевых и Восточно-Сибирского. ЛК в последнее время привлёк внимание научной общественности по нескольким причинам. Во-первых, разрушение берегов, сложенных ЛК идёт быстрыми темпами, и Россия теряет площади размываемых берегов. Во-вторых - при разрушении ЛК в воду рек и морей поступает значительное количество углерода, содержание которого в воздухе в виде углекислого газа, считается значимым для влияния на климат. В третьих - само происхождение ЛК до сих пор не получило достаточного объяснения. Разрешение этой проблемы означает получение новых инструментов проникновения в понимание гидрометеорологических процессов. Ведь все ныне существующие гипотезы формирования ЛК связаны с гидрометеорологическими явлениями. Эоловая гипотеза - отложение осадков из сильно запылённой атмосферы во время холодных эпох плейстоцена [*Томирдиаро, 1980*]. Аллювиальная гипотеза - отложение и промерзание речных отложений на громадных пространствах в низовьях рек Восточной Сибири [*Зимов, 1985; Гравис, 1997, Schirrmeister et al., 2002; 2003*]. Гипотеза экстранивитов - разрушение пород в результате нивации, переотложение и промерзание продуктов разрушения [*Куницкий, 2007*]. Четвёртая гипотеза в научных кругах считается наиболее слабой и мало кто из учёных считает её достойной внимания. Это гипотеза формирования ЛК в результате накопления и промерзания осадков в бассейне, сначала морском, затем пресноводном [*Жуков и др. 1968, Данилов, 1990; Nagaoka, 1995, Большиянов и др. 2009*].

Наши исследования, проведённые на побережье моря Лаптевых, показывают, что формирование ЛК невозможно без влияния морского фактора. Наиболее значимые результаты для обоснования этой гипотезы получены в результате бурения 5 мелких скважин - до 77 м глубиной на берегу и на акватории юго-западной части моря от мыса Мамонтов Клык в ходе российско-германской экспедиции «Южный берег моря Лаптевых-2005». Изучение строения отложений, их датирование, анализ микрофоссилий и солевого состава осадков подстилающих ЛК и осадков самого ЛК показали их неразрывную связь во времени и лишь изменение обстановок осадконакопления от типично морской - до пресноводной [*Большиянов и др., 2009*].

Геоморфологические исследования в долинах впадающих в море Лаптевых рек (например р. Кэлимээр - приток р. Оленёк или р. Большая Балахня на Таймыре) показали ингрессионный характер залегания пород ЛК в долинах до высоты 50-60 м над уровнем моря.

В долине р. Кэлимээр отложения ЛК при движении сверху вниз по реке начинают встречаться на высоте около 50 м над уровнем моря и вниз по течению увеличивают высоту относительно днища долины, что как раз и свидетельствует о том, что ЛК формировался в долине в результате её подтопления морем. На рис. 1 представлена геоморфологическая схема и продольный профиль долины р. Кэлимээр, где полосатой чёрной штриховкой выделены отложения ЛК.

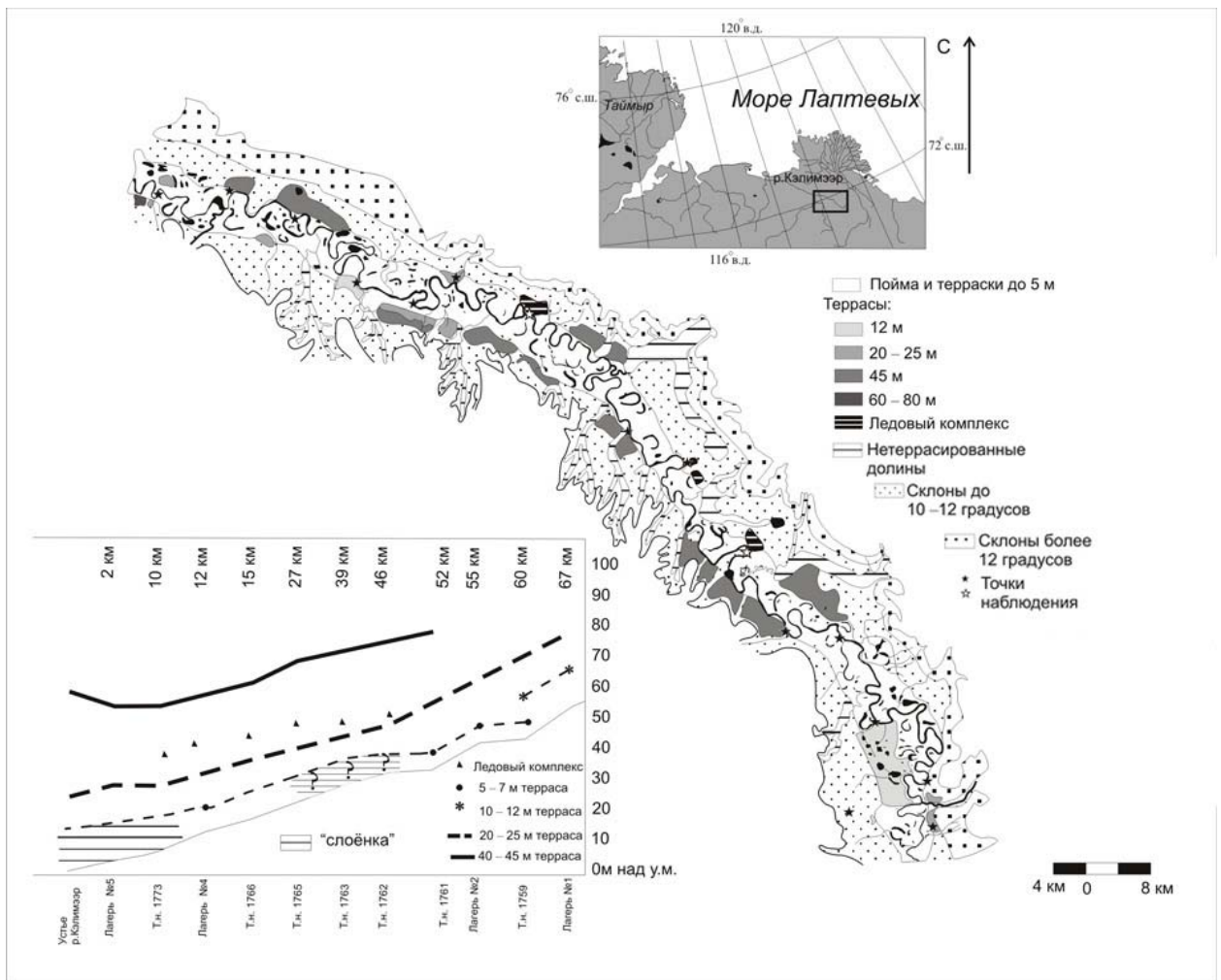


Рис. 1. Геоморфологическая схема долины р. Кэлимээр.

Маршрут по долине р. Большой Балахни (Восточный Таймыр) в 2010 г. также показал, что отложения ЛК с характерными мощными проявлениями повторно-жильных льдов и частыми находками остатков животных мамонтового комплекса, встречены только в верхней части долины, именно на высотах до 50-60 м над современным уровнем моря (рис. 2).

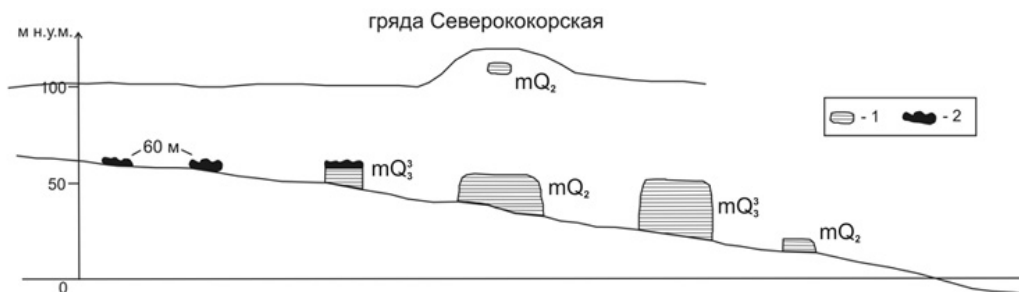


Рис. 2. Схема залегания ледового комплекса пород в долине р. Большой Балахни.
1 - ледовый комплекс отложений; 2 - морские отложения.

При этом вниз по долине высота обнажений ЛК увеличивается от 10 до 20-30 м над урезом воды в реке. Прослеживается ингрессионный характер залегания пород ЛК в долине и этой реки. В нижней половине долины р. Большой Балахни отложения ЛК отсутствуют, и их место в разрезах занимают каргинские и более древние морские

отложения, которые в верхней части долины лишь подстилают отложения ЛК. На побережье моря Лаптевых отложениями ЛК сложена терраса высотой 50-60 м.

Наибольшей критике в точке зрения о бассейновом происхождении ЛК подвергается само положение о формировании отложений ЛК именно в морских условиях. Считается, что никаких признаков моря в осадках нет. Это типичные субаэральные отложения. По нашим данным таких признаков достаточно много, особенно в песках, подстилающих ЛК. Там обнаружены и морские двустворчатые моллюски, и морские диатомовые водоросли, осадки часто имеют хлоридно-натриевое засоление. В исследованиях же предшественников на побережье между реками Оленёк и Анабар, отмечается большое количество раковин морских моллюсков и раковин типичных обитателей морских бассейнов - фораминифер, как в подстилающих отложениях, так и в самих осадках ЛК [Жуков и др., 1968]. Трудность понимания предлагаемой гипотезы ещё и в том, что, действительно, морской бассейн, перестал быть морским по солёности воды и, соответственно, его обитателям около 60 тысяч лет назад, когда вода стала более или совсем пресной. Но связи с морем этот бассейн не потерял. В нём действовали приливо-отливные, сгонно-нагонные процессы и вековые колебания уровня моря. Это был отгороженный многими островами и массивами островов бассейн, получавший огромное количество пресной воды из впадавших рек: Лена, Оленёк, Анабар, Хатанга и др. В нём накапливались алеврито-песчаные отложения, большое количество органического материала (растительности и остатков фауны). Главная же характерная черта этого бассейна - его мелководность, что в сочетании с обозначенными выше причинами колебаний уровня моря, приводило к периодическим его осушениям на громадных пространствах благодаря ничтожному уклону дна моря. Осушение вызывало глубокое ежегодное промерзание под ледовым покровом и без него. А это означало широчайшее развитие жильного льдообразования, чем и характеризуется ЛК.

Необходимо остановиться на явных, как будто бы, несоответствиях между традиционными представлениями о строении и происхождении ЛК и предлагаемым подходом с морским участием в возникновении этого явления или геологического тела. Эти несоответствия прозвучали в вопросах к данному докладу на конференции памяти К.К.Маркова. Попытаемся на них ответить.

1. Важный вопрос о содержании в отложениях ЛК ксерофитной растительности и вообще растительности, на первый взгляд явно противоречащей морскому влиянию. Состав растительности, определённый спорово-пыльцевым методом и при анализе макроостатков растений показал в отложениях ЛК наличие как остатков сухолюбивой, так и влаголюбивой растительности. Во всех спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца злаковых и осоковых с участием полыни и сложноцветных [Зигерт и др., 2009]. В этих же осадках постоянно заметное присутствие остатков зелёных водорослей *Pediastrum* и *Voliossocus*, представителей мелководных водоёмов. Среди макроостатков совместно встречены ксерофильные и водные растения. Пионерный характер найденных остатков водных и литоральных растений указывает на резкие колебания обводнения местности. В осадках ЛК есть многочисленные находки ризопод и остракод [Зигерт и др., 2009], которые также жили и живут в водных бассейнах. Что же это за условия осадконакопления с противоречащими друг другу находками животных и растений? Оказывается, именно такие условия осадконакопления характерны для современных и древних ваттов - обширных плоских однообразных низменных равнин, покрытых вязким илом и причлененных непосредственно к коренному берегу [Крапивнер, 1965].

Поскольку грунты в этой зоне засолены, здесь поселяется галофитная растительность (ксерофиты), среди которых главная роль принадлежит семейству маревых. Нередки здесь полыни, осоковые, а на наиболее редко заливаемых участках также и злаки. Из разнотравья очень характерны сложноцветные. С прилегающей к побережью суши привносятся пыльца древесных, вересковых, багульника, кассандры, подбела и аналогичных тундровых форм, а также осок, злаков, плаунков и мхов. Если

ватты достаточно обширны, то их растительность довольно ясно отражается на спорово-пыльцевых диаграммах, создавая «ксерофитную составляющую», которая вместе со спорами и пылью тундровой, лесотундровой или лесной зоны и дает картину «странной», противоречивой флоры, принимаемой за «приледниковую». Это лишь еще одно свидетельство противоречивости ваттов, заложенной уже в их пространственном положении - между морем и сушей [Кративнер, 1965]. К этим словам, написанным 45 лет назад добавить почти нечего. Но в современных условиях исследователи также не видят такой специфики отложений, откладывающихся в прибрежных условиях, и связывают эту противоречивость с гетерогенностью отложений ЛК, констатируя при этом, что всегда рядом с водными и заболоченными существовали ландшафты с ксерофильными и мезотрофными биоценозами [Зигерт и др., 2009].

2. Вопрос о несогласованности предлагаемых предположений о субаквальном происхождении ЛК с известным положением о том, что во время формирования ЛК уровень моря был низким. По нашим представлениям уровень моря во время формирования ЛК не был низким, но наоборот, превышал современный. Отложения ЛК, в основном, сформировались в каргинское время верхнего неоплейстоцена, о чём свидетельствуют теперь уже сотни радиоуглеродных и ОСЛ-датировок образцов из ЛК. На п-ове Таймыр [Большиянов, 2006] и в районе дельты р. Лена [Большиянов и др., 2009] закартированы морские террасы и террасы пресноводных бассейнов этого возраста. В долинах рек, находящихся в глубине суши формировались отложения ЛК в условиях пресноводных эстуариев, а в приморских частях этих же долин откладывались морские и прибрежно-морские отложения ингрессировавшего в долины моря. Вероятно поэтому, в нижней части долины р. Большой Балахни на п-ове Таймыр в разрезах вскрываются только морские отложения, а в средней и верхней её частях - отложения ЛК, залегающие на морских осадках. Исходя из особенностей строения рельефа приморских низменностей и обширного шельфа с минимальными уклонами поверхности, низкие уровни моря неприемлемы для формирования ЛК даже для аллювиальной гипотезы его происхождения. Низкие уровни моря означают низкое положение базиса эрозии, что приводило бы к врезу рек в приморские равнины, а не к накоплению огромной массы аллювиальных (причём пойменных фаций аллювия, т.к. русловых отложений в ЛК нет) осадков в результате блуждания русел. При низком базисе эрозии блуждание и неограниченное меандрирование невозможно. Таким образом, ни геологические, ни геоморфологические данные, не подтверждают низкого положения уровня моря во время формирования ЛК. Как видно из изложенных фактов не был значительно ниже уровень и перед каргинской ингрессией, допустим, 78 тысяч лет назад, когда в ваттовых отложениях Ойгосского Яра, погибали мамонты [Большиянов и др., 2009].

3. Образование сингенетических повторно-жильных льдов по принятым представлениям не может быть связано с промерзанием грунтов на мелководьях под морским льдом или льдом какого-либо другого бассейна. По нашим наблюдениям в районе описанного в 1998 г. комплекса обнажений ЛК на мысе Саблера в озере Таймыр [Möller et al., 1999] дно западной мелководной части озера представляет собой полигональную систему из четырёхугольных полигонов размером до первых десятков метров, ограниченных ледяными жилами. Полигоны отчётливо видны с вертолёта при глубинах воды меньше 1 м и обнажаются в период межени. Зимой уровень озера минимальный и значительная часть дна озера обсыхает, а на остальной мелководной акватории лёд толщиной до 2,5 м ложится на дно, что также приводит к его промерзанию. Короткие периоды половодья, длящиеся до 3-х месяцев в году, оказывается, не способны привести к деградации полигональной структуры и протаиванию ледяных жил. В катастрофические сезоны особо низкой воды большая часть дна озера Таймыр осушается в силу его мелководности. Одним из последних таких маловодных сезонов был летне-осенне-зимний период 1997 г. Промерзанию дна тогда даже не мешал снежный покров.

Озеро Таймыр с его значительными сезонными колебаниями уровня воды может быть моделью образования и сохранения повторно-жильных льдов в подводном состоянии.

Образование ледяных жил в морских условиях описано Н.Ф.Григорьевым [1966] на мелководных взморьях устьевых участках рек Яны и Индигирки. В мерзлотно-геологических профилях, составленных по результатам беспримерного героического ручного бурения с временных «буровых платформ», показаны сингенетические мерзлотные текстуры и ледяные жилы, возникающие при промерзании мелководий, в частности под морским ледовым покровом.

4. Несоответствие большого количества находок останков мамонтовой фауны из ЛК с его морским происхождением - «мамонты не могут жить в море». Правильное суждение - мамонты в море не живут, но могут умирать на осушках в полосе развития ваттовых отложений - тиксотропных алеврито-глинисто-песчаных породах, насыщенных водой. Каждый исследователь Севера, особенно устьевых областей рек и, например, отливных осушек южного побережья моря Лаптевых, если изучал равнины на границе моря и суши, проваливался в эти осадки примерно по колено. Вечномёрзлые породы не дают возможности провалиться глубже. Но даже при современных климатических и мерзлотных условиях выбраться из таких отложений самостоятельно - довольно трудная задача для человека, а для мамонта попадание в такие осадки, практически всегда означает смерть, тем более что вокруг обездвиженного животного всегда были звери и люди, непременно пользовавшиеся такой трагичной для мамонта ситуацией. Эти аналогии с современными условиями можно было бы считать фантазиями, если бы не находки целых скелетов мамонтов в подобного типа осадках в парагенезисе с моллюсками, остракодами и диатомовыми водорослями, которые жили в солоноватоводном или опреснённом бассейне. Такой полный скелет мамонта найден в нижней части (на приливном уресе воды) берега Ойогосский Яр - в районе устья р. Кондратьева, в точке с координатами: 72°40'31,1" с.ш., 143°36'00,1" в.д. [Большаинов и др., 2009].

Здесь ледовый комплекс отложений, состоящий из горизонтально-слоистых алевритов с растительной слоенкой, и обрывающийся к морю стенками вплоть до вертикальных и полностью ледяных, залегает на глинистых алевритах, горизонтально-слоистых, серого цвета с желтовато-серыми прослойками. Видимая мощность глинистых алевритов 2,5 м. Их протяженность в восточном направлении достигает 350 м, после чего они замещаются породами ледового комплекса, обрывающихся отвесным ледяным уступом в море. В глинистых алевритах в результате абразии на уровне воды образована ниша-козырек глубиной до 5 м. Из ниши летом 2002 г. торчали и выпадали кости. Из воды на приливе собраны и определены палеонтологом Т.В. Кузнецовой тазовые и другие неокатанные кости одного экземпляра мамонта. Часть ребер продолжало вытаивать в нише и вываливаться тут же на осушку и в воду. В глинистых алевритах в прижизненном положении (часто в вертикальном) залегали двустворчатые моллюски. Раковины долго определялись палеонтологами и по поводу принадлежности к определённому виду высказывались различные точки зрения. Первоначально они были определены как раковины морского моллюска *Diplodonta torelli* Jeffreys, известного из отложений морей Баренцева и Карского [Большаинов и др., 2009]. Последние определения относят этого моллюска к пресноводному виду *Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818). В этой же толще мелководных алевритовых песков и алевритов, глинистых алевритов по заключению палеонтолога З.В. Пушиной определены следующие виды остракод: *Stenocypira* sp., *Cytherissa lacustris*, *Cytherissa hyalina*. Эти виды являются обитателями пресноводных и солоноватоводных водоёмов. Находки морского вида диатомовых водорослей *Parallia sulcata* (определены палеонтологом А.В. Лудиковой) в данных отложениях свидетельствуют о морских условиях осадконакопления. Находки в совместном залегании пресноводных и морских организмов свидетельствуют, скорее всего, о формировании осадков в приливной зоне моря.

Возраст отложений, вмещающих раковины, по данным ЭПР анализа (электронно-парамагнитно-резонансной спектроскопии), выполненного в Институте геологии Таллиннского технического университета, оказался равным $78,8 \pm 5,5$ тыс. л.н. (RLQG 350-073). Эти алевриты, вмещающие и скелет мамонта, и остатки жуков, а также переотложенные, вероятно, радиолярии, позволяет говорить о захоронении животного в прибрежно-морских условиях в середине верхнего неоплейстоцена. В данной точке, впервые удалось датировать остатки мамонта с возрастом древнее возможностей радиоуглеродного метода датирования.

В толще прибрежно-морских глинистых алевритов находок костей млекопитающих мамонтового комплекса значительно больше по сравнению с вышележащим ледовым комплексом пород. Этот факт наводит на мысль, что время образования мощных сингенетических льдов и накопления ЛК не было самым благоприятным для жизни животных мамонтового комплекса в Арктике.

Таким образом, значительных противоречий между понятием ледового комплекса пород и предлагаемым его морским происхождением, нет. Для дальнейшей работы по выяснению генезиса пород ЛК необходимо проводить комплексные анализы этих отложений, включая диатомовый, микрофаунистический и остракодовый анализы, замечать в отложениях ЛК совсем «необычные» для субаэральных отложений горизонты гравийников и галечников, являющихся прибрежными фациями отложений бассейна.

Существование в прошлом огромных островных пространств в море Лаптевых доказывается геологическим строением поверхности дна моря Лаптевых, гидрографическими данными о мелях на акватории моря, современными темпами отступления берегов и исчезновения островов в море даже на памяти исследователей. Эдуард Толль, мечтавший достичь «Земли Санникова», которую видел к северу от острова Котельного в 1886 г, прошёл и коснулся её днищем яхты «Заря» в 1902 г., но не смог её увидеть, т.к. она погрузилась под уровень моря, как и тысячи квадратных километров других островов. Наши представления об этом интереснейшем явлении заключаются в том, что ЛК в море Лаптевых возник из морских пучин в позднем неоплейстоцене, морскими же факторами и уничтожается в настоящее время.

Исследования проведены частично на средства гранта правительства РФ № 11.G34.31.0025 для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих учёных в российских ВУЗах.

ЛИТЕРАТУРА

Большаинов Д.Ю. Пассивное оледенение Арктики и Антарктиды. СПб: ААНИИ, 2006. 296 с.

Большаинов Д.Ю., Макаров А.С., Гусев Е.А., Шнайдер В. [Проблемы происхождения ледового комплекса пород и существования в прошлом «Земель Санникова» в море Лаптевых](#) // Проблемы Арктики и Антарктики, 2008. № 1 (78). С. 151-160.

Большаинов Д.Ю., Григорьев М.Н., Шнайдер В., Макаров А.С., Гусев Е.А. Колебания уровня моря и формирование ледового комплекса пород на побережье моря Лаптевых в позднем плейстоцене // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики. Современное состояние и история развития. М.: Изд-во МГУ. 2009. С. 349-356.

Гравис Г.Ф. Роль флювиальных процессов в развитии пород ледового комплекса // Криосфера Земли. 1997. Т. 1. № 2. С. 56-59.

Григорьев Н.Ф. Многолетнемёрзлые породы приморской зоны Якутии. М.: Наука. 1966. 180 с.

Данилов И.Д. Подземные льды. М.: Недра. 1990. 142 с.

Жуков В.В., Горина И.Ф., Пинчук Л.Я. Кайнозойские алмазоносные россыпи Анабаро-Оленёкского междуречья. Л.: Недра. 1968. 143 с.

Зигерт К., Куницкий В.В., Ширмейстер Л. Отложения ледового комплекса пород - архив данных для реконструкции климата и экологии на побережье моря Лаптевых в позднем плейстоцене // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики. Современное состояние и история развития. М.: Изд-во МГУ. 2009. С. 320-331.

Зимов С.А. Констративный аллювий равнинных рек криогенной зоны // Региональные и инженерные геокриологические исследования. Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения Сиб. Отд. АН СССР, 1985. С. 21-34.

Крапивнер Р.Б. [Ваттовые отложения бассейнов нижней Оби и Печоры и их значение для понимания палеогеографии четвертичного периода](#) // Сборник статей по геологии и гидрогеологии, 1965. Вып. 4. С. 130-155.

Куницкий В.В. Нивальный литогенез и ледовый комплекс на территории Якутии: Ав-тореф. дисс. ... докт. геогр. наук. Якутск, 2007. 47 с.

Томирдиаро С.В. Лёссово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1980. 184 с.

Möller P., Bergsten H. Bolshiyarov D. Weichselian geology and paleoenvironmental history of the Central Taymyr Peninsula, Siberia, indicating no glaciation during the last global glacial maximum// Boreas, 1999. Vol. 28. №1. P. 92-114.

Nagaoka D., Sajio K., Fukuda M. Sedimental environment of th Edoma in high Arctic Eastern Siberia // Proceedings of the Third Symposium on the joint Siberian permafrost Studies between Japan and Russia in 1994. Tsukuba, Japan. 30-31 January. 1995.P.8-13.

Schirrmester L., Siegert C., Kuznetsova T., Kuzmina S., Andreev A., Kienast F., Meyer H., Bobrov A. Paleoenvironmental and paleoclimatic records from permafrost deposits in the Arctic region of Northern Siberia // Quaternary International, 2002. Vol. 89. P. 97-118.

Schirrmester L., Grosse G., Schwamborn G., Andreev A., Meyer H., Kunitsky V., Kuznetsova T., Dorozhkina M., Pavlova Y., Bobrov A., Oezen D. Late Quaternary history of the accumulation plain North of the Chekanovsky Ridge (Lena Delta, Russia): a multidisciplinary approach Polar Geography, 2003, vol. 27, no 4, pp. 277-319.

Ссылка на статью:



Большиянов Д.Ю., Макаров А.С. **К вопросу о происхождении ледового комплекса пород на побережье моря Лаптевых** // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Вып. 3. М.: Географический факультет МГУ, 2011. С. 109-115.