

Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: современное состояние и история развития

3.4. Колебания уровня моря и формирование ледового комплекса пород на побережье моря Лаптевых в позднем плейстоцене

Д.Ю. Большиянов¹, М.Н. Григорьев², В. Шнайдер³, А.С. Макаров¹, Е.А. Гусев⁴

¹ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ГУ АНИИ), Санкт-Петербург, Россия. ² Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (ИМЗ СО РАН), Якутск, Россия. ³ Институт полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера (A WI), Потсдам, Германия. ⁴ Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана (ВНИИОкеангеология), Санкт-Петербург, Россия

На основе геолого-геоморфологических исследований, проводившихся на п-ове Таймыр, побережье и островах моря Лаптевых, а также в дельте Лены, выявлены значительные колебания уровня моря в позднем неоплейстоцене и голоцене. Доказывается, что формирование и деградация ледового комплекса неразрывно связаны с ходом изменений уровня моря и новейшими тектоническими движениями, обусловившими уникальное распределение суши и моря в исследуемом регионе как в прошлом, так и в настоящем.

Введение

Проблема происхождения ледового комплекса пород до настоящего времени не решена. Существует несколько гипотез, объясняющих накопление песчано-алевритовых осадков и их одновременное промерзание. Некоторые исследователи связывают этот процесс с эоловым переносом и осаждением огромного количества минерального материала из атмосферы [Томирдиаро, 1980], многие исследователи видят в ледовом комплексе результат аллювиального накопления [Гравис, 1997; Schirrmeyer et al., 2003b; и др.]. Существует также представление о формировании ледового комплекса в результате сноса и накопления продуктов разрушения горных пород (экстранивитов) в результате воздействия на них нивационных процессов [Куницкий, 1989, 2007].

Другая точка зрения на формирование ледового комплекса сводится к тому, что перед ледниковым щитом на шельфе моря Лаптевых существовал подпруженный им застойный водоем, в котором и происходило накапливание толщ отложений [Nagaoka et al., 1995] едомы или ледового комплекса пород.

До сих пор почти никто из исследователей не связывает образование такого уникального криолитологического явления, как ледовый комплекс пород, с морем, на берегах которого обнажаются наиболее известные и грандиозные обнажения едомы. Считается, что в море Лаптевых колебания уровня моря в конце позднего неоплейстоцена соответствовали глобальным, да и отложения ледового комплекса являются континентальными. Только И.Д. Даниловым и его коллегами [1990] в отложениях ледового комплекса на севере Западной Сибири, представленного синим илом с растительными остатками и ледяными жилами, найдены фораминиферы и солоноватоводные виды диатомовых водорослей, свидетельствующие о накоплении осадков в прибрежно-морских условиях. Из этого факта естественно сделан вывод, что формирование ледового комплекса пород связано с морским бассейном.

В данной работе делается попытка показать, что в регионе моря Лаптевых происходили значительные колебания уровня в позднем неоплейстоцене и в голоцене, а также доказывается, что ледовый комплекс неразрывно связан с ходом уровня моря и новейшими тектоническими движениями земной коры, обусловившими уникальное распределение суши и моря в исследуемом регионе как в прошлом, так и в настоящем.

Исходные материалы

В основу исследований положены результаты совместных экспедиций в рамках российско-германского проекта «Природная система моря Лаптевых», которые в 1993-1997 гг. проводились на п-ове Таймыр, а в 1998-2007 гг. - на побережье и островах моря Лаптевых и в дельте Лены. Также использованы материалы российско-шведских экспедиций на Таймыр в 1998-1999 гг., особенно при изучении уникального разреза мыса Саблера в оз. Таймыр.

Методика исследований

Геоморфологические наблюдения и описание геологических разрезов в естественных обнажениях и скважинах - основной метод исследований. Прослеживание морских террас на побережье, их наблюдение и картирование в долинах рек, впадающих в море Лаптевых, - суть геоморфологических изысканий. Описание в поле и лабораторные исследования четвертичных отложений, слагающих террасы, дно моря, - основа геологических исследований. При изучении отложений основным методом был описательный литологический. Химический анализ образцов выполнен в Институте мерзлотоведения Сибирского отделения РАН, диатомовый и микрофаунистический анализы - во ВНИИОкеангеология и ВНИГРИ, радиоуглеродное датирование - в Санкт-Петербургском государственном университете, ОСЛ- и ЭПР-датирование - в Таллинском техническом университете. Данные для определения конфигурации моря Лаптевых в прошлом получены при работе с материалами промеров Гидрографического предприятия Министерства транспорта РФ, новейшими геологическими картами на дно моря Лаптевых, построенных во ВНИИОкеангеология.

Район исследований - южное побережье моря Лаптевых от кряжа Прончищева до берега Ойогосский Яр, дельта Лены, Новосибирские острова (рис. 3.4.1).

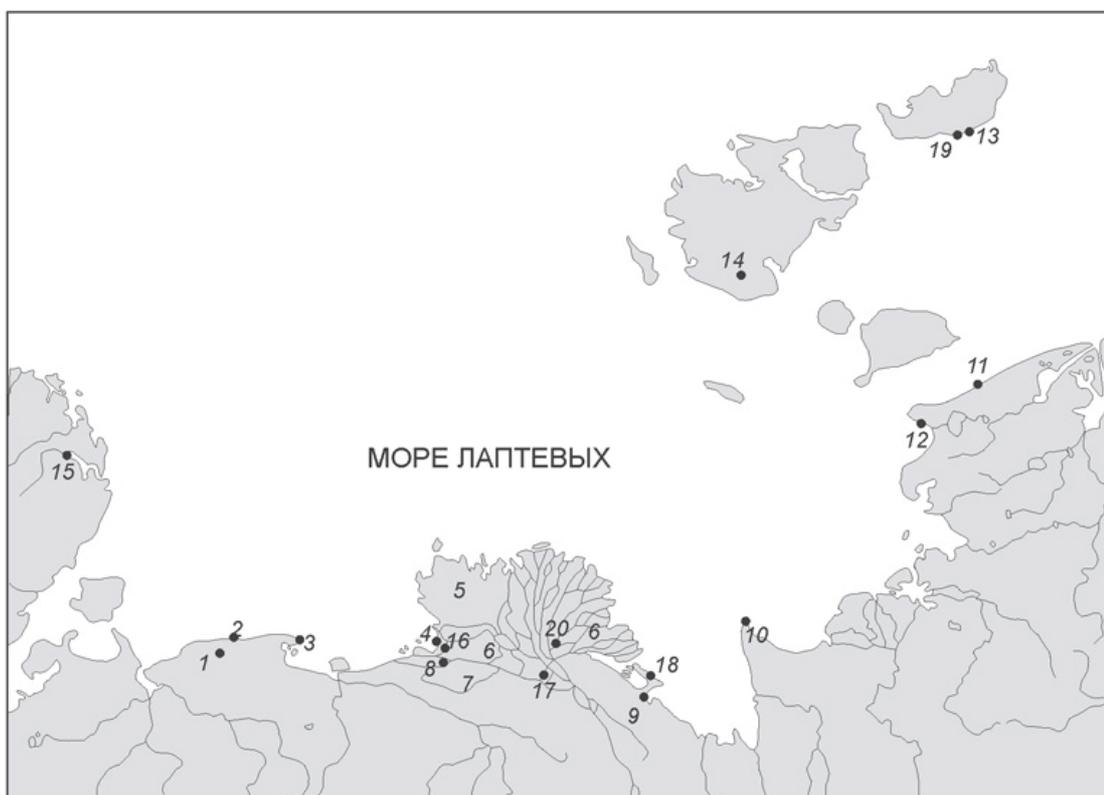


Рис. 3.4.1. Карта фактического материала.

Фактический материал

На побережье моря Лаптевых и на Новосибирских островах исследованы широко распространенные морские террасы и отложения. Высота голоценовых террас до 15 м. Они датированы как в дельте Лены (залив Куба, № 4 на рис. 3.4.1), так и на побережье к северу от кряжа Прончищева [Bolshiyarov, Makarov, 2004]. Более древние террасы относятся к позднему неоплейстоцену и являются абразионными, аккумулятивными и цокольными. Побережье между устьями рек Анабар и Оленек к северу от кряжа Прончищева представляет собой террасу высотой около 45 м. У берега моря терраса высотой 15 м хорошо выражена как вблизи моря, например на мысе Терпай-Тумса (№ 3 на рис. 3.4.1), так и в долинах рек. По долине р. Урасалах (№ 1 на рис. 3.4.1) она прослеживается на расстоянии до 13 км от моря, где выклинивается, переходя в днище долины реки. Широкая, до 500 м, высотой 15-16 м, эта терраса заходит в устье р. Нуччи-Джиелях ($73^{\circ}36.572'$ с.ш., $117^{\circ}07.642'$ в.д.) и прослеживается вверх по течению на несколько километров (№ 2 на рис. 3.4.1). Террасы о. Арга-Муора-Сисе, расположенного к северо-западу от дельты Лены (№ 5), являются останцом прибрежно-морской равнины каргинского возраста [Коротаев, 1984], что не противоречит мнению С.Ю. Королева [1985] о формировании сингенетично промерзавших песков в обширном мелководном, опресненном водоеме. Абразионные площадки террас хорошо заметны на склонах кряжа Чекановского, подмываемого Оленекской протокой дельты Лены (№ 7), на берегах залива Сого в районе Тикси (№ 9). Выражены террасы и далее на восток. Побережье в районе мыса Буор-Хая (№ 10), берег Ойгосский Яр (№ 11), так же как и побережье к северу от кряжа Прончищева, представляет собой морскую равнину высотой до 35-40 м. На мысе Святой Нос наблюдалась терраса высотой 28-35 м в 12 км к югу от мыса (№ 12). На южном побережье о. Новая Сибирь в районе урочища Утес Деревянные горы (№ 13) террасы высотой 55 и 26 м снижаются соответственно до 40 и 20 м. Судя по деформациям террас, Утес является куполовидной структурой, продолжающей свое воздымание и в настоящее время. На о. Котельном наиболее приподнятая возвышенность - гора Малахынтас (№ 14) отчетливо террасирована. На ней видны четыре пологие и широкие выработанные террасы.

Западное побережье моря Лаптевых (№ 15) кардинально отличается от других берегов моря тем, что на Таймыре лестница морских террас выражена значительно четче. Террасы высотой до 200 м датируются поздним неоплейстоценом. Особенно хорошо морские террасы выражены на высоте около 100 м над уровнем моря [Большаков, 2006; Межубовский и др., 2003]. Такие же террасы на южном берегу моря Лаптевых пока никем не описаны.

Хорошо определенной и датированной морской террасой является 30-метровая цокольная терраса у подножия гор Ангардам при выходе из них р. Тас-Юряге ($72^{\circ}41.105'$ с.ш., $123^{\circ}29.868'$ в.д., № 8) [Bolshiyarov, 2001]. ОСЛ-возраст ее маломощных (до 3 м) отложений, содержащих обломки панцирей морских диатомовых водорослей *Thalassiosira kryophila* и значительное количество солей с преобладанием ионов Na и Cl, составил $138,1 \pm 8,5$ тыс. лет (RLQG 1754-027).

ЭПР-датировка морских отложений из основания разреза Ойгосский Яр ($72^{\circ}40'31.1''$ с.ш., $143^{\circ}36'00.1''$ в.д., № 11), определенных по фауне морских моллюсков *Diplodonta Torelli* Jeffreys, составила $78,8 \pm 5,5$ тыс. л.н. (RLQG 350-073).

В этих отложениях погребен целый скелет мамонта, впервые датированный, таким образом, возрастом, превышающим возможности радиоуглеродного метода.

Отложения пресноводного бассейна слагают 10-15-метровые террасы, причленяющиеся с северо-востока к о. Сардах в дельте Лены ($72^{\circ}34'56.5''$ с.ш., $127^{\circ}15'22.5''$ в.д. (№ 20). ОСЛ-возраст этих песков $45,6 \pm 3,5$ тыс. лет (RLQG 1755-027); ^{14}C возраст растительного детрита в песках более 41 700 л.н. (ЛУ-4890).

Все хорошо известные разрезы ледового комплекса, исследованные в районе дельты Лены, состоят из двух пачек отложений: нижних песков и верхней толщи

песчаного алеврита со значительным содержанием растительного детрита, названного нами слоёнкой. Вопреки устоявшемуся мнению, это не торфяные горизонты. В толще ледового комплекса их лишь несколько, мощность которых не превышает нескольких десятков сантиметров. Растительная слоёнка - это обогащенный в разной степени растительными остатками материал, отложенный в палеобассейне, для которого характерны горизонтально-слоистые или волнистые текстуры, подчеркнутые или нарушенные процессами промерзания. В разрезе Нагым (№ 16) возраст нижних песков, по данным IRSL-анализа, колеблется от 57 до 49 тыс. лет [Shirrmeister et al., 2003b], а возраст отложений ледового комплекса - от 44 до 45 тыс. лет и более, по данным радиоуглеродного (AMS) анализа [Shirrmeister et al., 2003b]. Обе пачки откладывались в весьма близкое геологическое время. Подстилающие пески переходят в вышележащую толщу ледового комплекса без видимого перерыва. Постепенный переход морских отложений в толщу ледового комплекса происходит в урочище Геденштрома на о. Новая Сибирь (75°07'10" с.ш., 146°38'15" в.д., № 19). ЭПР-возраст морских глин с раковинами *Portlandia arctica* L. - 47 тыс. лет (без поправки на содержание урана), что указывает на средневалдайский возраст отложений.

ОСЛ-возраст нижних песков в разрезах о. Курунгнах, расположенного вблизи вершины дельты Лены (№ 17), от 88 до 65 тыс. лет, хотя образцы для определения возраста взяты только из нижней половины песчаной пачки [Shirrmeister et al., 2003b]. Ледовый комплекс формировался более 52 070 л.н. [Shirrmeister et al., 2003b]. В подстилающих песках вблизи уреза воды в Оленекской протоке обнаружены морские диатомовые водоросли вида *Thalassiosira kryophila*. Выше встречаются только обломки пресноводных диатомей.

В хорошо известном и изученном разрезе Мамонтовый-Хаята на Быковском п-ове (№ 18), осадки которого формировались 60-5 тыс. л.н. [Sher et al., 2005; Siegert et al., 2002; Shirrmeister et al., 2002b], среди слоёнки обнаружены гравийные прослои пляжевой фации водоема.

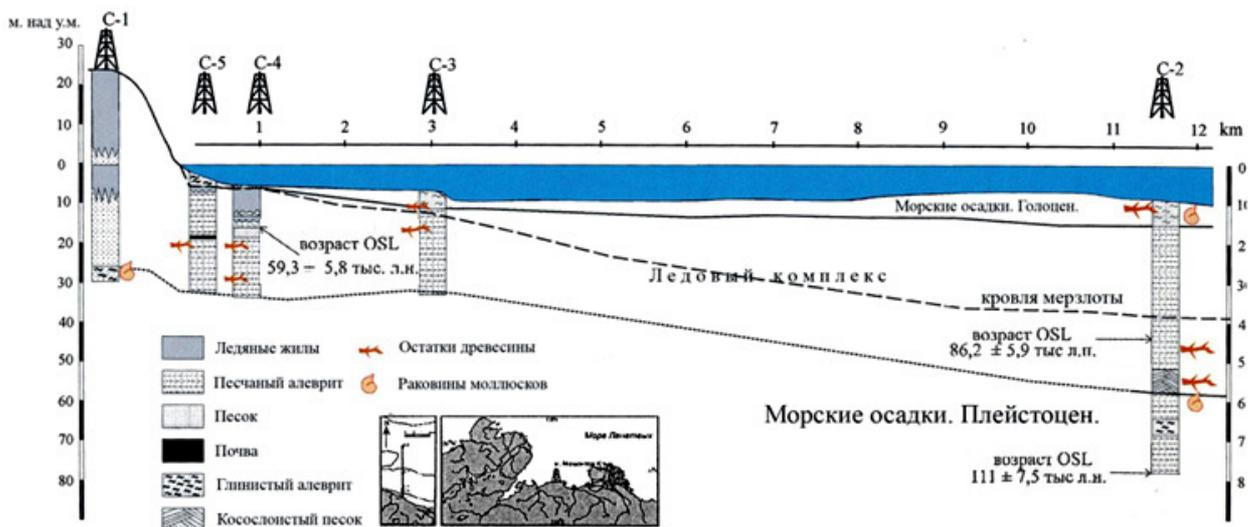


Рис. 3.4.2. Буровой профиль (шельф моря Лаптевых, район мыса Мамонтов Клык, апрель 2005 г.).

Наиболее важный ряд данных о формировании песков и ледового комплекса пород получен при бурении скважин на шельфе моря Лаптевых в районе мыса Мамонтов Клык (№2, 73°42'36.1"с.ш., 117°10'01.4" в.д. - координаты крайней мористой скважины профиля С-2). На рис. 3.4.2 показаны результаты исследования осадков. Морские отложения зафиксированы в скважине С-2 глубиной 58 м по морскому комплексу диатомей, морскому типу засоления пород [Rachold et al., 2007b], остаткам раковин морских моллюсков. Также признаки морских отложений (раздробленные двустворки на месте залегания, раковинный детрит, ходы илоедов) встречены и вблизи забоя скважины С-1,

пробуренной на берегу. Эти признаки определенно свидетельствуют о бассейновых условиях осадконакопления. Постепенный переход морских отложений в пресноводные, в которых и происходило промерзание и формирование ледового комплекса пород, фиксируется как по литологии, так и по датировкам отложений. Из морской части разреза получены две ОСЛ-датировки: 111, $1 \pm 7,5$ тыс. лет (RLQG 1727-026) и $86,2 \pm 5,9$ тыс. лет (RLQG 1728-026). ОСЛ-возраст пресноводных отложений ледового комплекса из скважины С-4 оказался равным $59,3 \pm 5,8$ тыс. лет (RLQG 1729-026).

Обсуждение результатов

Одним из важнейших результатов изучения разрезов и буровых скважин явился вывод о неразрывной связи пород ледового комплекса и подстилающих их песков. Во-первых, между ними нет следов перерывов в осадконакоплении. Во-вторых, многочисленные датировки тех и других отложений показывают, что и хронологических перерывов также нет. Пески с датировками 111-59 тыс. лет переходят в переслаивающиеся пески и алевроиты с большим содержанием органических отложений (ледовый комплекс) и возрастом 60-23 тыс. лет. Лишь некоторые разрезы (Мамонтовый-Хаята, Курунгнах) показывают сартанский возраст верхов ледового комплекса пород. Отложения ледового комплекса отличает лишь наличие очень большого количества органического материала и алевроита, свидетельствующих об осадконакоплении в условиях значительного выноса органики с суши. В долине р. Урасалах (№ 1 на рис. 3.4.1) ледовый комплекс сложен преимущественно песчаными отложениями. Характер среды осадконакопления проявляется четко почти во всех описанных разрезах. Текстура осадочных пород горизонтально-слоистая, волнистая, во многих разрезах видны знаки ряби волнения (разрезы Нагым, урочище Геденштрома, о. Сардах, Курунгнах и др.).

Косая слоистость отложений, свидетельствующая о динамичной потоковой среде, появляется редко и связана с внедрением в бассейн потоков с суши (скважины С-2, С-1). Эти события могли быть связаны с таянием ледников, развивавшихся на суше 90-100 тыс. л.н.

Текстуры ходов илоедов подтверждают бассейновую природу среды осадконакопления нижней песчаной толщи рассматриваемых осадков. В верхней толще их быть не может потому, что осадки ледового комплекса после отложения сразу промерзали. Подстилающие пески промерзли позже их непосредственного отложения, так как у бассейна осадконакопления хватало глубины для того, чтобы лед, сковывавший бассейн, не ложился на дно.

Здесь проявляется одна существенная особенность, характерная для ледового комплекса пород. Для его формирования кроме значительного сноса и отложения обломочного и органического материала необходима периодичность отложения и промерзания. Исследования на оз. Таймыр [Большаянов, 2006] показали, что формирование ледового комплекса пород, накопление современных осадков и их промерзание в озере происходило и происходит в результате значительного перепада уровня воды в озере, обусловленного сезонными изменениями водности бассейна или связью с морем. То же возможно предполагать и на побережье моря Лаптевых. Отложенные в бассейне осадки должны периодически промерзать, чтобы образовались породы ледового комплекса. Это происходит в настоящее время и происходило в прошлом благодаря колебаниям уровня моря, синоптического масштаба (приливы-отливы, сгоны-нагоны) и векового характера.

Морские признаки в породах ледового комплекса трудно обнаружить потому, что во время формирования ледового комплекса бассейн накопления не был морским по составу воды. Это были практически пресные воды, но сохранившие с морем гидравлическую связь. В них происходили приливно-отливные колебания уровня, действовали сгоны и нагоны, вековые колебания уровня. Это был бассейн, изолированный

от открытой части моря и распресненный в результате стока рек Хатанги, Оленек, Лены и др.

Доказательства существования отгороженного от моря, но не потерявшего с ним связь бассейна найдены при анализе донного рельефа моря Лаптевых и его геологического строения. На рис. 3.4.3 нанесено большинство мелководных банок, имеющих в море Лаптевых. Эти мелководья - свидетели исчезнувших к настоящему времени островов и продолжающих исчезать. Последними из исчезнувших в XX в. островов являются Васильевский и Семеновский [Клюев и др., 1981], а в XIX в. - Св. Диомида [Котюх, Клюев, 1988], на месте которых остались лишь мелководья. Исчезающим в настоящее время является о. Муостах в заливе Буор-Хая.

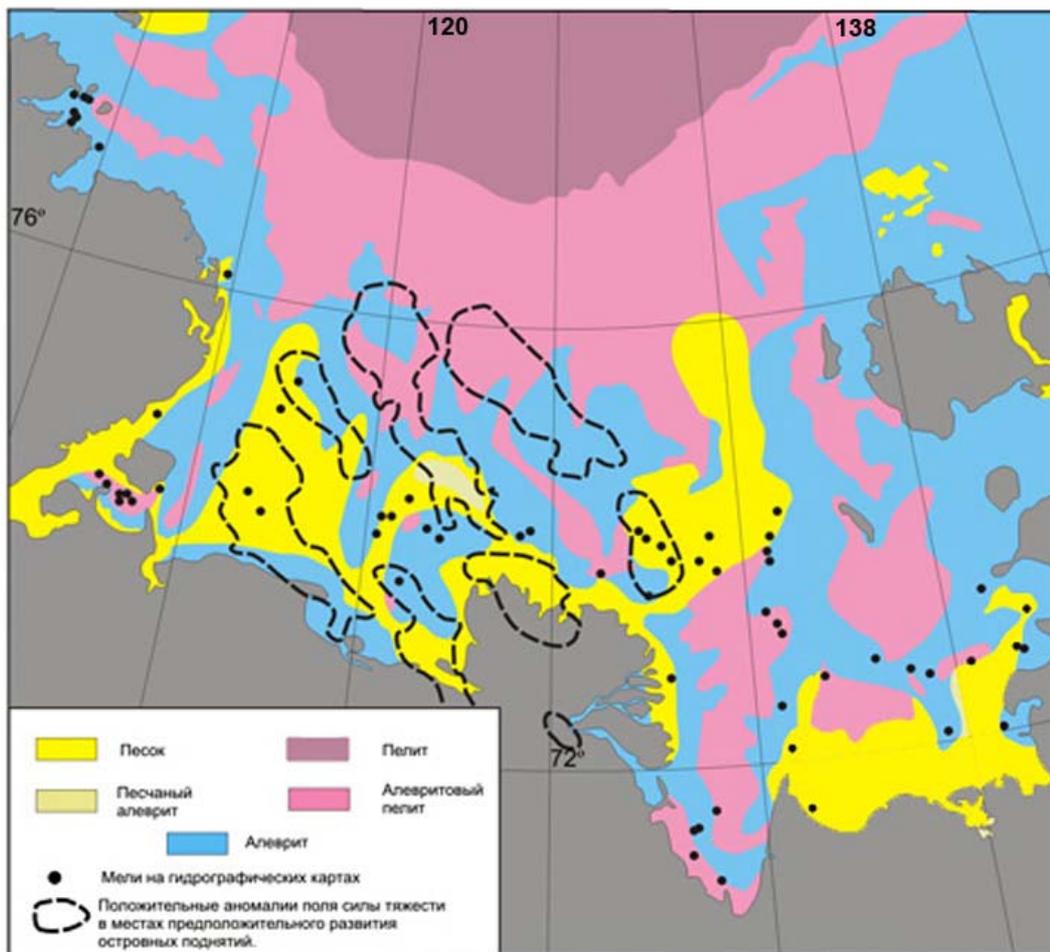


Рис. 3.4.3. Литологическая карта моря Лаптевых, с нанесенными контурами аномалий поля силы тяжести и мелководными банками, по данным гидрографических карт.

Положение мелководий показывает наличие барьера из таких островов в прошлом. Этот барьер пересекал море Лаптевых от северной оконечности п-ова Таймыр до Новосибирских островов. Данные о поверхностных отложениях моря Лаптевых (рис. 3.4.3) показывают, что практически все мелководья сложены песком, а к югу от барьера осадки представлены в основном алевритами - более глубоководными бассейновыми отложениями. Эти данные подтверждают давние представления о наличии в прошлом значительных массивов суши в море Лаптевых. Судя по всем имеющимся данным, эти массивы существовали практически до начала исследований моря Лаптевых (Земля Санникова), а исчезают до настоящего времени. Я.Я. Гаккель называл эти земли Арктидой [Говоруха, 1968].

Изученные разрезы четвертичных отложений подтверждают такие построения. В особенности велико значение бурового профиля в районе мыса Мамонтов Клык. Там в

скважине С-2 четко фиксируемые морские осадки лежат в интервале глубин 55-75 м, вскрываются и в скважине С-1 с глубины 51-52 м, вероятны на забое скважины С-3.

Эти морские осадки датируются возрастом от 111 до примерно 90 тыс. лет (скважина С-2). В обнажении Ойгосский Яр мамонт захоронен в морских осадках 79 тыс. л.н. Примерно с рубежа 70-80 тыс. лет бассейн становится более пресноводным. Образовавшийся массив островов отчленил от моря краевой пресноводный бассейн, в котором и продолжалось накопление бассейновых отложений, а затем, с обмелением бассейна, осадков ледового комплекса пород. Бассейновые террасы о. Сардах высотой 10-15 м, возрастом 46 тыс. лет показывают, что в каргинское время уровень моря тоже был достаточно высок, но во внутреннем водоеме накапливались пресноводные осадки.

Тенденция снижения уровня моря и колебательный характер этого снижения во второй половине позднего неоплейстоцена хорошо зафиксированы в изученных разрезах.

Какова причина возникновения барьера островов в море Лаптевых? Тектонические движения несомненны. Об этом свидетельствуют геофизические исследования. На рис. 3.4.3 приведено также положение крупных аномалий силы тяжести [Виноградов, Драчев, 2000]. Как видно из рисунка, аномалии совпадают с контурами мелей и распространения наиболее мелководных отложений - песков. Полоса аномалий, как и контуры отмелей, протягиваются от п-ова Таймыр к дельте Лены. Самая крупная аномалия силы тяжести обнаружена в районе о. Сардах дельты Лены. Она связана с неглубоким залеганием пород фундамента [Геологическая карта, 2004], непосредственно обнаруживаемых в протоках около острова [Большаинов, 2006]. Таким образом, особенности распределения моря и суши в прошлом и настоящем заложены в строении земной коры исследуемой области. Морские террасы, описанные выше, свидетельствуют о проявлении тектонических движений и об эвстатических колебаниях уровня моря. На сопредельной площади п-ова Таймыр высокое положение моря (террасы высотой до 200 м) существовало с начала позднего неоплейстоцена до каргинского времени [Большаинов, 2006]. Террасы побережья моря Лаптевых значительно ниже, что говорит о наличии резкой тектонической границы к востоку от п-ова Таймыр. Однако и здесь колебания уровня моря имели значительные амплитуды и частоту, что и подтверждают вышеприведенные результаты. Датирование отложений ОСЛ- и ЭПР-методами не является главным доказательством этих колебаний, но не противоречат геоморфологическим и геологическим данным. Датировки расположились таким образом: 138, 111, 86, 79 тыс. л.н. - морские условия осадконакопления; 59, 48 тыс. л.н. - пресноводный бассейн, сохранивший гидравлическую связь с морем. Лишь одна датировка морских отложений с южного побережья о. Новая Сибирь (47 тыс. л.н.) не вписывается в этот ряд. Но она приближительна из-за того, что по техническим причинам в нее не удалось ввести поправку на содержание урана. Возможно, что территория о. Новая Сибирь в это время находилась под морскими водами, в то время как в районе дельты Лены осадконакопление происходило в пресноводном водоеме.

По господствующим представлениям формирование ледового комплекса отложений происходило в тот период, когда уровень моря был ниже современного [Nagaoka et al., 1995; Sher, 2005]. Приведенные материалы не подтверждают данного вывода. Породы ледового комплекса формировались в бассейне, уровень которого часто превышал современный. Такая точка зрения на первый взгляд противоречит многочисленным палеонтологическим материалам из известных разрезов ледового комплекса пород. Но при внимательном рассмотрении этих материалов можно найти подтверждение бассейновому происхождению ледового комплекса. Например, в разрезе Мамонтовая-Хаята на Быковском п-ове из отложений всего разреза не исчезают водные водоросли *Pediastrum* и *Botryococcus*, макроостатки растительности мелководных бассейнов и маршей, ризоподы, живущие во влажных условиях или в воде, много переотложенной пылицы [Schirrmeister et al., 2002c], что может быть характерно для бассейна.

Фактический материал собран авторами по крупницам за время проведения совместных российско-германских экспедиций с 1993 по 2007 г. Авторы благодарны всем

участникам и организаторам этих экспедиций и проекта «Природная система моря Лаптевых», в особенности Х.-В. Хуббертену, Ф. Рахольту, В. Куницкому, Л. Ширрмайстеру, которые не вошли в соавторы данной работы потому, что до сих пор проблема происхождения ледового комплекса пород обсуждалась только с точки зрения его континентального генезиса, а влияние моря на этот процесс пока не принято обсуждать серьезно. Фактический материал собран благодаря организации российско-германского проекта. В этом велика заслуга российско-германской Лаборатории им. О.Ю. Шмидта, в которой обрабатывались и созревали полученные материалы и которая предоставляла гранты авторам. Частично финансирование обеспечивалось также Российским фондом фундаментальных исследований (грант 05-05-64419).

ЛИТЕРАТУРА

- Большаинов Д.Ю.* Пассивное оледенение Арктики и Антарктиды. СПб.: ААНИИ, 2006. 296 с.
- Виноградов В.А., Драчев С.С.* [К вопросу о тектонической природе фундамента юго-западной части моря Лаптевых](#) // Доклады РАН. 2000. Т. 372. С. 72-74.
- Геологическая карта России и прилегающих акваторий масштаба 1:2 500 000. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004.
- Говоруха Л.С. Я.Я.* Гаккель об Арктике // Проблемы полярной географии: Тр. ААНИИ. 1968. Т. 285. С. 37-50.
- Гравис Г.Ф.* Роль флювиальных процессов в развитии пород ледового комплекса // Криосфера Земли. 1997. Т. 1. № 2. С. 56-59.
- Данилов И.Д.* Подземные льды. М.: Недра, 1990. 142 с.
- Клюев Е.В., Котюх А.А., Оленина Н.В.* [Картографо-гидрографическая интерпретация исчезновения в море Лаптевых островов Семеновского и Васильевского](#) // Изв. Всесоюзного географического об-ва. 1981. Вып. 6. С. 485-492.
- Королев С.Ю.* Погребенные льды в песчаных отложениях западной части дельты р. Лены. Региональные и инженерные геокриологические исследования. Якутск: Изд-во ИМ Сиб. отд. АН СССР, 1985. С. 74-80.
- Кортаев В.Н.* Формирование гидрографической сети ленской дельты в голоцене // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 1984. № 6. С. 39-44.
- Котюх А.А., Клюев Е.В.* Картографо-географическая интерпретация исчезновения островов в проливе Дмитрия Лаптева // География и природные ресурсы. 1988. № 2. С. 110-115.
- Куницкий В.В.* Криолитология низовья Лены. Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 1989. 164 с.
- Куницкий В.В.* Нивальный литогенез и ледовый комплекс на территории Якутии: Автореф. дис.... д-ра геогр. наук. Якутск, 2007. 46 с.
- Межубовский В.В., Большаинов Д.Ю., Фёдоров Г.Б.* [К вопросу о возрасте 100-метровой террасы полуострова Таймыр](#) // Природные ресурсы Таймыра / Под ред. О.Н. Симонова. Дудинка, 2003. Вып. 1. С. 290-298.
- Томирдиаро С.В.* Лёссово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1980. 184 с.
- Bolshiyarov D.Yu.* Geomorphologic map of the Olenyok Channel mouth in the Lena River Delta // Berichte zur Polar und Meeresforschung. 2001. N 388. P. 99-100.
- Bolshiyarov D., Makarov A.,* Geomorphologic route along the Urasalakh River // Berichte zur Polar- und Meeresforschung. 2004. N 489. P. 67-74.
- Nagaoka D., Sajio K., Fukuda M.* Sedimental environment of the 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.
- Rachold V., Bolshiyarov D., Grigoriev M. et al.* What controls the distribution and State of Subsea Permafrost? // EOS. 2007. Vol. 88. № 13/27. P. 149-151.

Schirrneister L., Siegert C., Kuznetsova T. et al. Paleoenvironmental and paleoclimatic records from permafrost deposits in the Arctic region of Northern Siberia // *Quaternary International*. 2002c. Vol. 89. P. 97-118.

Schirrneister L., Grosse G., Schwammhorn G. et al. Late Quaternary History of the Accumulation Plain North of the Chekanovsky Ridge (Lena Delta, Russia): a Multidisciplinary Approach // *Polar Geography*. 2003b. Vol. 27. P. 277-319.

Sher A.V., Kuzmina S.A., Kuznetsova T.V., Sulerzhitsky L.D. New insights into the Weichselian environment and climate of the East Siberian Arctic, derived from fossil insects, plants, and animals // *Quaternary Science Reviews*. 2005. Vol. 24. № 5/6. P. 553-569.

Siegert C., Schirrneister L., Babiy O. The sedimentological, mineralogical and geochemical composition of Late Pleistocene deposits from the Ice complex on Bykovsky Peninsula, Northern Siberia // *Polarforschung*. 2002. № 70. P. 3-11.

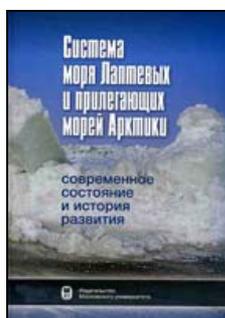
Sea-level fluctuations, and Ice Complex formation on the Laptev Sea coast during the Late Pleistocene

D.Yu. Bolshiyarov¹, M.N. Grigor'ev², V. Shnaider³, A.S. Makarov¹, E.A. Gusev⁴

¹ Arctic and Antarctic Scientific-Research Institute (AARI), St. Petersburg, Russia. ² Melnikov Institute of Permafrost RAS (IP RAS), Yakutsk, Russia. ³ Alfred Wegener Institute of Polar and Marine Research (AWI), Potsdam, Germany. ⁴ All-Russia Research Institute of Geology and Mineral Resources of the World Ocean (VNIIOkeangeologia), St. Petersburg, Russia

On the bases of geological and geomorphological investigations carried out on the Taymyr Peninsula, coast and islands of the Laptev Sea, and the Lena Delta the significant fluctuations of the sea-level were revealed during the Neopleistocene and Holocene. It was also proved, that formation and degradation of the Ice Complex was inseparably linked with the course of the sea-level changes, as well as neotectonic movements, which governed unique distribution of land and sea in the investigated region in the past and recent time.

Ссылка на статью:



Большаианов 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. В кн.: «Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: современное состояние и история развития». М.: Изд-во Моск. ун-та, 2009, с. 349-356.